

REVIEW – THE METAPHOR “I WILL PUT CHLORINE IN THE WATER”

REVIEW – A METÁFORA “VOU COLOCAR CLORO NA ÁGUA”

I- Introduction

I- Introdução

II- The jargon “I’m going to put chlorine in the water”

II- O jargão “vou colocar cloro na água”

III- Chemical Disinfection

III- Desinfecção Química

III.1- THE AWESOME CRITERION for evaluating the bacteriological efficiency indicated in the ABNT NBR 16098:2012 Standard for apparatus, to improve the quality of water for human consumption

III.1- O ESDRÚXULO CRITÉRIO para avaliação da eficiência bacteriológica indicado na Norma da ABNT NBR 16098:2012 para aparelho, para melhoria da qualidade da água para consumo humano

III.2- The 1989 publication, already 23 years later, that the chemical disinfection process eliminates/inactivates more organisms than existed in the water

III.2- A publicação de 1989, já passados 23 anos, que o processo de desinfecção química elimina/inativa mais organismos do que existiam na água

III.3- The NSF International Standard / American National Standard / National Standard of Canada - NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

III.3- A NSF International Standard / American National Standard / National Standard of Canada - NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

IV- Chemical disinfection process with chlorinated derivatives

IV- Processo de desinfecção química com derivados clorados

IV.1- Interference of cyanuric acid in the disinfection process

IV.1- A interferência do ácido cianúrico no processo de desinfecção

IV.2- Is chlorine a villain? Is chlorine a killer?

IV.2- O Cloro é um vilão? O cloro é um assassino?

IV.3- The true history of the use of chlorinated derivatives when used in the correct dose

IV.3- A verdadeira História do uso de derivados clorados quando utilizados na dose correta

IV.3.1- The attempt to link the so-called "chlorination" with the formation of bromate (BrO_3^-)

IV.3.1- A tentativa de vinculação da dita "cloração) com a formação de bromato (BrO_3^-)

IV.3.2- The relationship between "chlorination" and the formation of N-nitrosodimethylamine (NDMA)

IV.3.2- A relação da "cloração) com a formação de N-nitrosodimetilamina (NDMA)

IV.4- Chemical Disinfection with chlorinated derivatives

IV.4- A Desinfecção Química com derivados clorados

IV.5- The presence of chloramines in the water

IV.5- A presença de cloraminas na água

IV.6- The CRL level indicated in the disinfection process with chlorinated derivatives

IV.6- O nível de CRL indicado no processo de desinfecção com derivados clorados

IV.7- EXCESS of free residual chlorine in the pool water for the chemical disinfection process

IV.7- O EXCESSO de cloro residual livre na água da piscina para o processo de desinfecção química

IV.8- Why do some pool owners not get the ORP to reach values greater than 650 mV?

IV.8- Porque alguns piscineiros não conseguem que o ORP alcance valores maiores que 650 mV?

IV.9- Why does FRC (Free Residual Chlorine) change with increasing temperature?

IV.9- Porque o CRL (Cloro Residual Livre) altera com o aumento da temperatura?

IV.10- Why, under the same conditions and with the same treatment, does the pH of heated pool water rise compared to a pool with water at room temperature?

IV.10- Porque, nas mesmas condições e com mesmo tratamento, o pH da água da piscina aquecida sobe se comparada com uma piscina com água a temperatura ambiente?

IV.11- How does UV light act on CRL (Free Residual Chlorine) reducing the presence of HClO?

IV.11- Como a luz UV atua sobre CRL (Cloro Residual Livre) reduzindo a presença de HClO?

V- Concern about the inadequate disinfection process

V- A preocupação com o processo inadequado de desinfecção

VI. What are dechlorinating agents?

VI. Quais são os agentes de descloração(Dechlorinating Agents) ?

VII. What is the chemical explanation for the instability of hydrogen peroxide that leads to its rapid decomposition into water and oxygen?

VII. Qual a explicação Química para a instabilidade do peróxido de hidrogênio que leva a sua rápida decomposição em água e oxigênio?

REVIEW – A METÁFORA “VOU COLOCAR CLORO NA ÁGUA”

I- Introdução

A grande dificuldade na área de tratamento de águas de piscinas é a **Transferência de Informação Química (TIQ) EQUIVOCADA** e **SEM NENHUMA** base de sustentação e/ou confirmação por quaisquer estudos independentes das informações de interesse comercial. Em resumo, na maioria das vezes transformam a Química, que é uma ciência exata, numa ciência subjetiva, onde, por inúmeras vezes $2 + 2$ não é igual a 4!

Essas posições têm apenas como intuito garantir a venda de substâncias químicas e/ou sistemas. Para tal, fazem as mais absurdas afirmações do ponto de vista científico sobre a capacidade de atuação de substâncias químicas e/ou sistemas de tratamento, sem possuir qualquer publicação independente, do interesse comercial, que realmente possa comprovar a sua efetividade e utilizam o marketing como forma de divulgação e de indução do consumidor a acreditar na referida eficiência, com verdadeiros fake-news do conhecimento, criam um novo ramo da Química, a **FAKE-QUÍMICA**.

Todos os processos de tratamento (substâncias químicas e/ou sistemas de geração de substâncias químicas) **tem vantagens e desvantagens** e **NÃO EXISTE UM QUE SEJA PERFEITO!!**



Paracelsus – 1493 a 1541

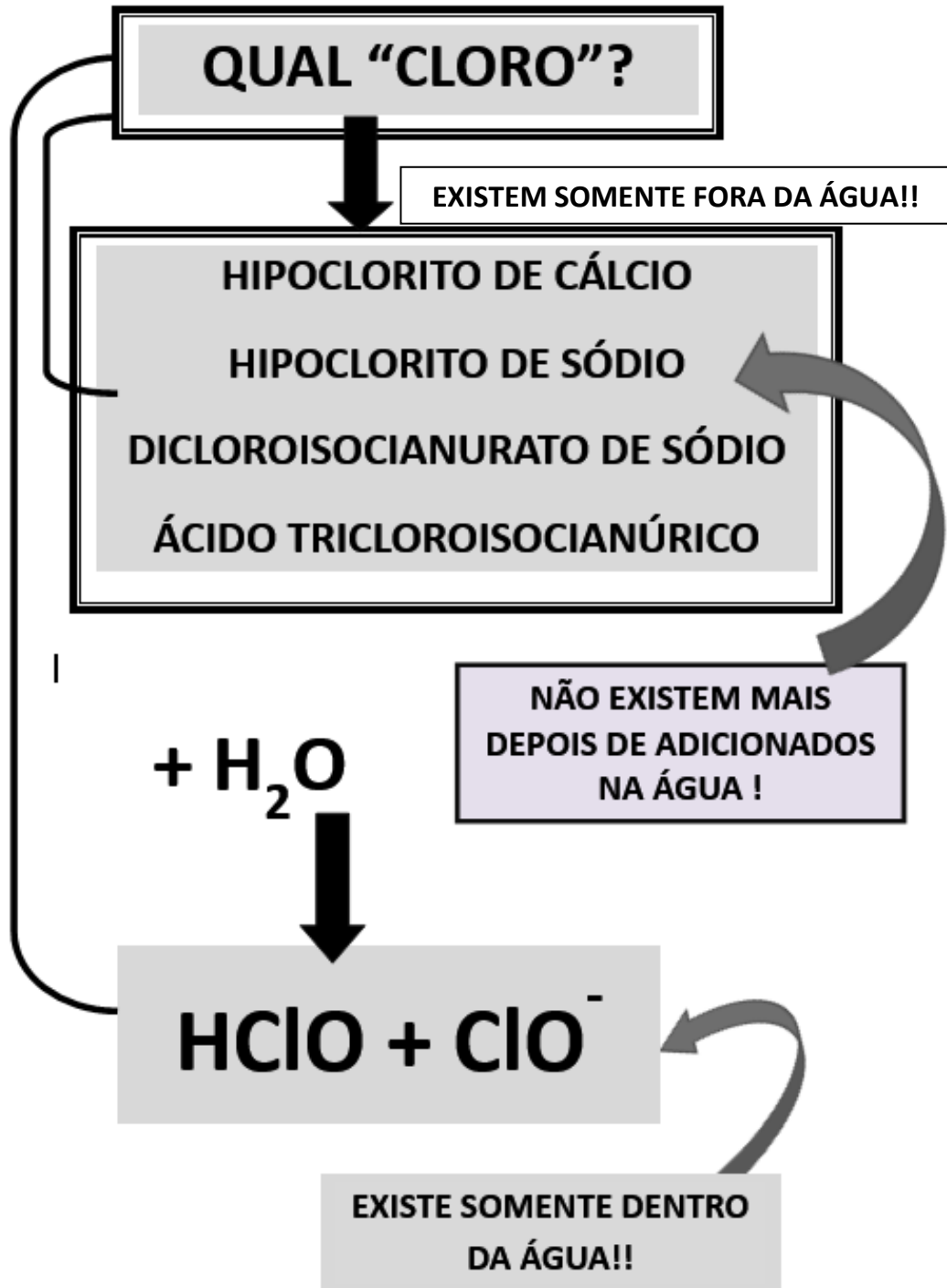
“Todas as substâncias são venenos e não existe nenhuma que não seja. O que diferencia o medicamento de um veneno é a dose.”

II- O jargão “vou colocar cloro na água”

É importante ressaltar que não existe **“CLORO”** na natureza. A terminologia utilizada, o **jargão popular “vai colocar cloro na água”**, é uma afirmação totalmente equivocada do ponto de vista químico (MACEDO, 2016, 2019).

Na verdade, será adicionada a água uma substância química que possui o elemento químico “cloro”, na sua molécula. Por exemplo, NaClO ou $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, logo, poderíamos afirmar, seguindo a mesma linha de raciocínio, **vou adicionar “sódio (Na)”** ou **“cálcio (Ca)”** ou **“oxigênio (O)”** na água, pois esses elementos químicos **também fazem parte da molécula** (MACEDO, 2016, 2019).

A opção de usar **“vou colocar cloro na água”**, se relaciona em função de que, depois de adicionada essa substância com elemento químico “cloro” na molécula, na reação com a água (que se chama hidrólise) é formada **novos compostos**, substância química e/ou íon, que também possui o elemento químico “cloro” na sua molécula, o ácido hipocloroso (HClO) e o íon hipoclorito (ClO^-) (MACEDO, 2016, 2019).



A PERGUNTA A SER REALIZADA É:

“QUAL CLORO? O QUE ESTÁ FORA DA ÁGUA OU O QUE ESTÁ DENTRO DA ÁGUA?”

A alta reatividade do elemento químico cloro não permite que ele seja encontrado na natureza em estado elementar, porém é encontrado na forma de substância simples ou composta, por exemplo, gás cloro (Cl_2), de cloretos [o mais comum é o NaCl , citam-se ainda cloretos encontrados em minerais, como a halita (NaCl), a silvita (KCl) e a carnallita ($\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$)], que são encontrados em depósitos subterrâneos, nas minas de sal, existem cloratos, percloratos (KClO_4 ; NaClO_4) cloritos e hipocloritos, além de se apresentar ligado covalentemente a outros não metais, além de estar ligado a compostos orgânicos formando haletos (MACEDO, 2000, 2003, 2012, 2016; 2019).

Temos dois grupos de substâncias que apresentam o “cloro” em sua molécula, o primeiro, denominado de “**compostos/substâncias clorados(as)**”, são aquelas que tem o elemento químico cloro como constituinte na molécula, **MAS NÃO LIBERAM** ácido hipocloroso (HClO) e íon hipoclorito (ClO^-), logo, **não tem capacidade de desinfecção**. O segundo grupo são os chamados **derivados clorados**, são aqueles que possuem o elemento químico “cloro” na molécula e que **SÃO CAPAZES DE LIBERAR NA ÁGUA**, pela reação de hidrólise, o **ácido hipocloroso (HClO) e íon hipoclorito (ClO^-)**, a concentração dessa forma depende do pH, e elas tem capacidade de desinfecção química, sendo **o HClO o mais eficiente** (MACEDO, 2016, 2019), **é 80 a 100 vezes mais oxidante que o íon ClO^-** (DYCHDALA, 1977, 2001), **ClO^- apresenta apenas 2% da capacidade bactericida do HClO** (BATALHA, COSTA, 1994).

A maioria das pessoas tem o hábito de classificar as soluções aquosas, como hipoclorito de sódio apenas de cloro, como já citado, isso é uma inverdade química. Por exemplo, a água sanitária (Hipoclorito de Sódio), o “cloro” de piscina (sólido ou líquido) e o “cloro liquefeito” (Cloro Gás), são apenas compostos, os quais apresentam em sua composição o elemento químico cloro, como já citado, são capazes de liberar no meio aquoso o ácido hipocloroso (HClO) que é responsável pelo processo de desinfecção (MACEDO, 2016, 2019). A expressão da concentração de HClO é em $\text{mg Cl}_2/\text{L}$, indica-se “ppm de CRL” e se define qual a concentração em função do pH.

Em resumo, **REPETINDO**, cientificamente é incorreto citar que adicionamos “cloro na água”. Na verdade, adicionamos um **derivado clorado** na água, que, no seu processo de hidrólise libera uma substância química, o HClO (ácido hipocloroso), que consegue reduzir o nível de contaminação microbiológica do meio aquoso. A terminologia “cloro” virou uma expressão popular (MACEDO, 2016, 2019).

A pesquisa realizada por MACÊDO (1997) foi a responsável pela introdução no Brasil, da terminologia “**derivados clorados orgânicos**”, atualmente, usa-se “**cloro orgânico**”.

Qualquer derivado clorado utilizado no processo de desinfecção vai gerar no seu processo de hidrólise subprodutos, em quantidades diferentes e de acordo com o derivado clorado utilizado, por exemplo, alguns tem características de aumentar o pH, outros tem características químicas que reduzir o pH do meio aquoso. Logicamente, o seu uso será complementado com a adição de uma substância para diminuir ou aumentar o pH, para que o pH da água da piscina possa ser ajustado na faixa considerada ideal. Alguns, além de ter a propriedade de desinfecção, também podem atuar como oxidantes, outros somente atuam no processo de desinfecção. Aqueles que atuam no processo de desinfecção e de oxidação de matéria orgânica são mais instáveis.

É fundamental ressaltar que todos os derivados clorados **têm vantagens e desvantagens** no seu uso e cabe ao consumidor final optar por um produto para

desinfecção química que satisfaça a sua finalidade de uso. Alguns requerem uma maior segurança no manejo, outro tem uma capacidade de oxidação menor e por isso, além da característica de desinfecção, não conseguiria satisfazer a necessidade da oxidação de matéria orgânica, etc...

Nota-se que, na área de “**Tratamento de Águas de Piscinas**” é considerado por “ALGUNS” como um “problema e/ou um erro” falar a **terminologia correta**, no caso, citar que é “**derivado clorado**”, vira motivo de crítica nas redes sociais, nota-se, que erram até na indicação da informação correta, pois não é “**composto ou substância clorada**”.

Em resumo, não preocupo em responder e/ou questionar, pois infelizmente, alguns **optam por saber a verdade, ver a verdade**, mas, **ainda assim acreditam nas mentiras e vivem como “analfabetos funcionais”!!** Vivem no seu mundo de mágica, apesar de toda a mágica ser uma ilusão, e ilusão é combustível de perdedores. Tenho um amigo, da área de tratamento de águas de piscinas, que disse: “*vivem igual cego em tiroteio, ouvem os tiros e não sabem para que lado correr!!*”



III- Desinfecção Química

Para que ocorra **Desinfecção Química**, são necessários algumas condições dentre elas, **o tempo de contato do princípio ativo com o organismo, a concentração do princípio ativo em função do organismo que se deseja inativar.**

A Redução Logarítmica de Microrganismos é o termo utilizado para descrever a metodologia quantitativa de redução na contagem microbiana (Time Kill Decimal Reduction). Para determinar a redução logo temos que preparar uma suspensão de microrganismos (inóculo) e sabe-se quantos microrganismos nela existem. Nessa suspensão inoculamos uma solução antibacteriana (sanificante/sanificante), por um determinado tempo em uma temperatura, retiramos alíquotas, nas quais prontamente neutralizamos o princípio ativo da solução antibacteriana e novamente em meio de um cultivo fazemos a contagem dos microrganismos sobreviventes (Adaptado GRADIM, ANJOS, 2015).

Os organismos (por exemplo, vírus, bactérias, protozoários) no meio aquoso não crescem de 1 em 1. Em resumo, não aparecem na água 1, 2, 3, 4, 5, 6, ... organismos, etc... Os organismos crescem em “**ciclos logarítmicos na base 10**”, denominamos de “**ciclos log**”.

Por exemplo, existe na água **1 organismo (10⁰)**, logo aparecem **10 organismos (10¹)**, depois aparecem **100 organismos (10²)**, depois **1000 organismos (10³)**, depois **10.000 organismos (10⁴)**, depois **100.000 organismos (10⁵)**; e simplesmente aparecem **1.000.000 organismos (10⁶)** e assim por diante.

$$10^0 \rightarrow 10^1 \rightarrow 10^2 \rightarrow 10^3 \rightarrow 10^4 \rightarrow 10^5 \rightarrow 10^6 \dots$$

Na hora de eliminá-los não adianta inativar/matar 1 ou 2 ou 3, devem ser eliminados em **ciclos log**, ou seja, por exemplo, existe na água **10⁶ organismos** (1 milhão de organismos) tem que passar pelo menos para **10² organismos** (100 organismos), ou seja, **reduziu 4 ciclos log (6 – 2 = 4)**.

Todo substância química e/ou sistema **que é capaz** de fazer a desinfecção química com redução de “ciclos log” é “**BACTERICIDA**”!!

Toda a substância química e/ou sistema **QUE NÃO ATUA** reduzindo os organismos em ciclos log é “**BACTERIOSTÁTICA**”.

Logo, quando cita “**DESINFECÇÃO QUÍMICA**” significa que a atuação da substância química e/ou sistema deve ser com capacidade de redução em “**ciclos log**” na inativação de organismos.

O resultado do teste de desinfecção é expresso através da redução decimal da população microbiana ocorrida ao longo do tempo de contato do inóculo (água da piscina) com a substância química ou sistema de desinfecção. A redução Decimal da população microbiana é calculada através da seguinte fórmula (Adaptado GRADIM, ANJOS, 2015):

$$RD = \text{Log} \frac{N^0}{N^T}$$

RD = redução decimal
N⁰ = n° de microrganismos inicial
N^T = n° de microrganismos após tempo de contato T com o processo de desinfecção

$$PR = \left(1 - \frac{1}{10^{RD}}\right) \times 100$$

PR = porcentagem de redução da população microbiana.
RD = Redução decimal

Com base nos cálculos apresentados na Tabela1 se comprova que reduzir **90% dos organismos (microrganismos) viáveis é uma redução muito baixa para qualquer proposta de controle da contaminação**, e que a exigência mínima na área de tratamentos de águas de piscinas é de 3 ciclos log (99,9%) a 4 ciclos log (99,99%).

TABELA 1– Eficiência de um processo de tratamento com relação a redução de porcentagem de organismos.

Nº de organismo/m ³	Eficiência do tratamento	Quantidade de redução em potência de 10	Redução de ciclos logs	Quantidade de organismos existentes após o processo de desinfecção
1.000.000 (10 ⁶)	90%	10 ¹	1 ciclo log	100.000 (10 ⁵)
1.000.000 (10 ⁶)	99%	10 ²	2 ciclos log	10.000 (10 ⁴)
1.000.000 (10 ⁶)	99,9%	10 ³	3 ciclos log	1.000 (10 ³)
1.000.000 (10 ⁶)	99,99%	10 ⁴	4 ciclos log	100 (10 ²)
1.000.000 (10 ⁶)	99,999%	10 ⁵	5 ciclos log	10 (10 ¹)
1.000.000 (10 ⁶)	99,9999%	10 ⁶	6 ciclos log	1 (10 ⁰)
1.000.000 (10 ⁶)	20,567%	10 ^{0.1}	0,1 ciclos log	794.328,234 (10 ^{5.9})
1.000.000 (10 ⁶)	49,881%	10 ^{0.3}	0,3 ciclos log	501.187,233 (10 ^{5.7})
1.000.000 (10 ⁶)	74,881%	10 ^{0.6}	0,6 ciclos log	251.188,643 (10 ^{5.4})
1.000.000 (10 ⁶)	84,151%	10 ^{0.8}	0,8 ciclos log	158.489,319 (10 ^{5.2})
1.000.000 (10 ⁶)	99,949%	10 ^{3.3}	3,3 ciclos log	501,187 (10 ^{2.7})
1.000.000 (10 ⁶)	99,800%	10 ^{2.7}	2,7 ciclos log	1.995,262 (10 ^{3.3})
1.000.000 (10 ⁶)	96,018%	10 ^{1.4}	1,4 ciclos log	39.810,717 (10 ^{4.6})

Fonte: Adaptado MACEDO, 2020.

III.1- O ESDRÚXULO CRITÉRIO para avaliação da eficiência bacteriológica indicado na Norma da ABNT NBR 16098:2012 para aparelho, para melhoria da qualidade da água para consumo humano

A norma da ABNT NBR 16098:2012 (ABNT, 2012) é uma norma para “**Aparelho de Melhoria da Qualidade da Água para Consumo Humano**”. Esta norma estabelece os requisitos mínimos e os métodos de ensaio para os aparelhos para melhoria da qualidade da água potável, de acordo com a legislação em vigor, para consumo humano.

A Tabela 2 é apresentada a seguir com a exigência/critério sob ponto de vista microbiológico para ser considerado efetivo no que tange a melhoria da qualidade de água potável.

O requisito mínimo é a redução de 2 ciclos para uma contaminação de *Escherichia coli* (ATCC 11229) (representando o grupo dos coliformes fecais).

Ensaio	Contaminante	Concentração inicial em UFC/100 mL de água	Resultado
Eficiência bacteriológica	<i>Escherichia coli</i> ATCC 11229	Mínimo, 1×10^5 Máximo, 9×10^6	Redução mínima de 2 logs

Atualmente denominados de termotolerantes, os **coliformes fecais** são o **grupo dos coliformes** totais que estão presentes especificamente no intestino e nas fezes de animais de sangue quente e são considerados uma indicação mais precisa de contaminação **fecal** de animais e humanos.

O **grupo coliforme** é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter* (por exemplo: *Enterococcus faecalis* e *E. faecium*), *Escherichia* (*Escherichia coli*) [BETEGA, et al. (2006) apud RATTI, BRUSTOLIN, SIQUEIRA, TORQUATO, 2006; BATISTA, FUCKS, 2012].

O grupo de bactérias indicadoras de poluição fecal, é o dos coliformes (1/3 a 1/5 do peso das fezes humanas é constituído por bactérias deste grupo) (AMBIENTE BRASIL, 2022).

Entre as **bactérias** desse grupo, como já citado a *Escherichia coli* e algumas bactérias do gênero *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter*. A *E. coli* é a única que vive no intestino humano. A *Escherichia coli*, componente desse grupo que possui a capacidade de crescer e fermentar a lactose na temperatura mais elevada, tem seu habitat quase que exclusivamente limitado ao trato intestinal de seres humanos e animais de sangue quente, enquanto que as demais bactérias termotolerantes definidas como coliformes possuem o mesmo habitat mas são mais abundantes no ambiente. Como já indicado, a *E. coli* é a única que vive no intestino humano. Vale destacar que a *E. coli* não causa problemas à saúde quando está no intestino, pois é uma bactéria normal nesse local. Entretanto, algumas variantes podem desencadear distúrbios gastrointestinais caracterizados por diarreia aquosa. Além disso, essa bactéria está relacionada com infecções urinárias, pneumonias e meningites (PORTAL EDUCAÇÃO, 2022; SANTOS, 2022).

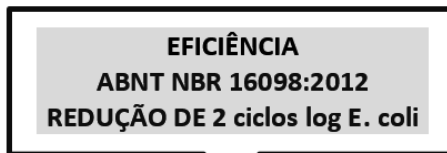
Avalie a seguinte situação: “Uma pessoa vai ao banheiro fazer suas necessidades fisiológicas, mas, ao fazer a higiene de suas partes íntimas, o papel higiênico rasga e ele suja seus dedos de fezes (contaminação fecal)! Como no banheiro não existe água corrente, lava sua mão/dedos com água tratada e potável que está em um balde. Logo transfere para água facilmente mais de 1.000.000 (10^6) de *Escherichia coli*. “



Mas, o indivíduo tem um “Aparelho de Melhoria da Qualidade da Água para Consumo Humano”, a água do balde está contaminada por coliforme fecal (*E. coli*) e será usado o dito aparelho para melhorar a qualidade da respectiva água, reduzindo logicamente o nível da contaminação microbiológica.

A eficiência do “Aparelho de Melhoria da Qualidade da Água para Consumo Humano” é **considerada ideal**, o **aparelho é considerado eficiente**, quando ele reduz no mínimo 2 ciclos log da contaminação por *Escherichia coli*. Vamos fazer alguns cálculos!

9×10^6 (9.000.000) de *E. coli*

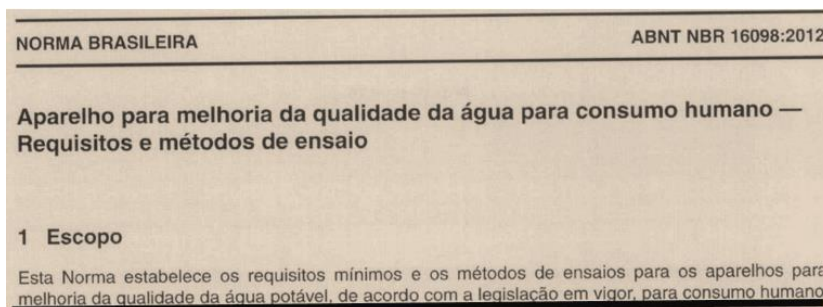


(SOBRAM NA ÁGUA DO BALDE)
 9×10^4 (90.000 *E. coli*)

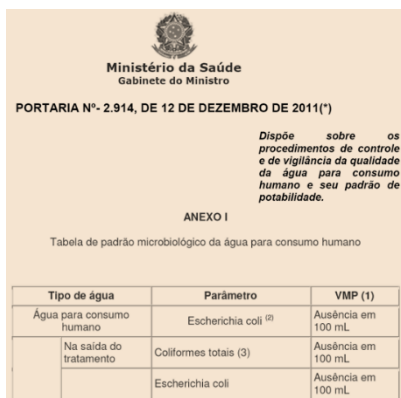
Agora surge a pergunta:

*Se o “Aparelho de Melhoria da Qualidade da Água para Consumo Humano” segundo a Norma ABNT NBR 16098:2012 (ABNT, 2012) É EFICIENTE quem participou da aprovação dessa norma vai tomar um copo de água do referido balde com 90.000 coliformes fecais (*E. coli*) originários do dedo da indivíduo?*

Notem mais uma **afirmação absurda**, a norma afirma no seu item 1 Escopo, que a norma estabelece **REQUISITOS MÍNIMOS** para melhoria da qualidade da água potável, **DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, PARA CONSUMO HUMANO**.



A seguir é apresentada a exigência da legislação, à época, Portaria MS/GM 2914/2011 (BRASIL, 2011) e a regulamentação atual a Portaria GM/MS 888/2021 (BRASIL, 2021), no que tange a presença de coliformes fecais (*Escherichia coli*).



Fonte: BRASIL, 2011.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO
 Publicado em: 07/05/2021 | Edição: 85 | Seção: 1 | Página: 127
 Órgão: Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro

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

Formas de abastecimento	Parâmetro	VMP(1)
SAI	<i>Escherichia coli</i> (2)	Ausência em 100 mL
SAA e SAC	Na saída do tratamento Coliformes totais(3)	Ausência em 100 mL
	Sistema de distribuição e pontos de consumo <i>Escherichia coli</i> (2)	Ausência em 100 mL

Fonte: BRASIL, 2021.

Exemplo de outra legislação com indicação de ausência de coliformes fecais (*E. coli*).

Resolução RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005

Aprova o "REGULAMENTO TÉCNICO PARA ÁGUAS ENVASADAS E GELO".

D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005

3. PROCEDIMENTOS E INSTRUÇÕES GERAIS

A Água Mineral Natural e a Água Natural envasadas não devem apresentar risco à saúde do consumidor e devem estar em conformidade com as características microbiológicas descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características microbiológicas para Água Mineral Natural e Água Natural.

Microorganismo	Amostra indicativa limites	Amostra representativa			
		n	c	m	M
<i>Escherichia coli</i> ou coliforme (fecais), termotolerantes, em 100 mL	Ausência	5	0	-	Ausência

Fonte: BRASIL, 2005.

Logo, a norma está completamente em desacordo, em completa contradição a legislação referente à água potável, à época e atual, pois todas as legislações em qualquer tempo a indicação é de "**AUSÊNCIA DE *Escherichia coli***", logo a afirmação que consta na Norma ABNT NBR 16098:2012 (ABNT, 2012) "**de acordo com a legislação à época e em vigor, para consumo humano**" é um **fake-news do conhecimento**.

NÃO EXISTE QUALQUER LEGISLAÇÃO OU PUBLICAÇÃO que justifique a presença de *E. coli* como forma de garantir a eficiência de tratamento de qualquer "Sistema e/ou Aparelho de Melhoria da Qualidade da Água para Consumo Humano"!!

Outra informação totalmente equivocada, é a indicação de eficiência avaliada pela redução de 2 ciclos log conforme a Norma ABNT NBR 16098:2012 (ABNT, 2012), publicações internacionais indicam a redução de 4 (quatro) ciclos logs no que tange a avaliação de eficiência com relação a *Escherichia coli* (Quadro 1).

QUADRO 1- Características de desempenho exigidas de sanitizadores eficazes contra os organismos teste recomendados para águas de piscinas de natação e spa.

Organismo teste	Número de reduções em ciclo log10 a ser alcançado	Tempo de exposição a substância/sistema para levar a redução em ciclos log10
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 *Enterovírus* pode ser adicionado à lista acima, mas as características de desempenho contra o 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 são conhecidas.

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 essa 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, 2007, 2014; ECHA, 2015; SOUTH AFRICA, 2016.

Mas, não se assuste, pois vamos apresentar uma “Dissertação” referente a uma pesquisa de mestrado, onde a autora utiliza essa norma para justificar uma fake-eficiência de um sistema de filtração. As informações a seguir referem-se aos resultados da pesquisa: “CALABRIA, G. D. **Obtenção de leito filtrante à base de zeólita e vermiculita com propriedade bactericida**. Diadema. 80p. Dissertação [Ciência e Tecnologia da Sustentabilidade] – Universidade Federal de São Paulo. 2017”.

Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/server/api/core/bitstreams/dc96aa94-cc06-444a-a7cf-7aff360d7a02/content>

Inicialmente cabe ressaltar que a **propriedade bactericida** é aquela que permite o processo de desinfecção (por meio de leito filtrante ou substância química) levar a uma redução em ciclos logs da contaminação microbiológica, **em função do microrganismo de referência** segundo Resolução RDC 693/2022 (BRASIL, 2022), revogada pela Resolução RDC da ANVISA nº 774 (BRASIL, 2023), na qual é considerado um sanitizante quando reduz o número de bactérias a níveis seguros de acordo com as normas de saúde, **nesse caso**, a época Portaria MS/GM 2914/2011 (BRASIL, 2011) e a regulamentação atual a Portaria GM/MS 888/2021 para **a *Escherichia coli* é indicada ausência**.

É importante informar que a eficiência na pesquisa foi avaliada segundo a Norma ABNT NBR 16098:2012 (ABNT, 2012) e o microrganismo de referência é a *Escherichia coli* (ATCC 11229), conforme Tabela 8 (pág.37) (CALABRIA, 2017).

Tabela 8. Critério para avaliação de eficiência bacteriológica

Ensaio	Contaminante	Concentração inicial em UFC/100 mL de água	Resultado
Eficiência bacteriológica	Escherichia coli ATCC 11229	Mínimo, 1×10^5 Máximo, 9×10^6	Redução mínima de 2 logs

Fonte: CALABRIA, 2017.

É importante ressaltar que não existe na pesquisa de CALABRIA (2017) **um delineamento estatístico PARA AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DA EFICIÊNCIA BACTERICIDA** do sistema utilizado no processo de filtração. Existe a citação da Portaria MS/GM 2914/2011 (BRASIL, 2011) para qualidade da água potável, à época, mas, não cita/indica que os níveis aceitáveis para a presença de *E. coli* **é ausência em 100 mL**.

Na pág. 37 existe a informação que **“95% do volume de água clorada com 0,5 mg de cloro livre (0,5 mg de Cl_2/L)”**, sem especificar qual o pH desse volume de água, pois a presença de HClO ou de ClO^- , Cloro Residual Livre – CRL, é função do pH. **Não existe qualquer citação da utilização de uma substância “decloradora”** (declorador) para inativar esse CRL para evitar interferência na efetividade do leito filtrante.

Pág.37¶

Para a realização da coleta da água, recolheu-se 100 mL de água em recipiente esterilizado e em duplicata, para realizar a contagem de bactérias. Repetiu-se o ensaio após a passagem de 95% do volume de água clorada com 0,5 mg $L^{-1} \pm 0,05$ mg L^{-1} de cloro livre. Esta porcentagem refere-se ao ciclo de vida do meio filtrante em relação à eficiência bacteriológica, conforme declaração que para este estudo foi de 1000 litros. O ensaio foi mantido sob vazão constante de 150 mL min^{-1} durante todo o ensaio.

Fonte: CALABRIA, 2017.

Segundo CALABRIA (2017), em pág. 66, indica que o resultado deste sistema foi muito bom, uma vez que conseguiu zerar o número de bactérias que havia na entrada do refil nos 5% de vida útil (50 litros de água passados pelo leito), como podemos observar na Tabela 19.

Pág.66

Tabela 19. Primeira Coleta - Início da vida útil.

Resultado obtido (UFC/100 mL)	Resultado
Concentração inicial	7×10^5
Saída do aparelho	< 1,0
	Aprovado

Fonte: CALABRIA, 2017.

Nota-se que é claramente controversa a afirmação de efetividade nesse sistema, vejam alguns cálculos. Cálculo da porcentagem de redução do sistema CALABRIA, 2017.

$$7 \times 10^5 \cdot (700.000) \cdot \text{de} \cdot E \cdot \text{coli} \quad \eta$$

EFICIÊNCIA-DO-SISTEMA η
 CALABRIA, 2017 η

$$< 1,0 \cdot (E \cdot \text{coli}) \quad \eta$$

$$RD = \log \frac{N^0}{N^T}$$

RD = redução decimal
 N^0 = nº de microrganismos inicial
 N^T = nº de microrganismos após tempo de contato T com o processo de desinfecção.

$$PR = \left(1 - \frac{1}{10^{RD}} \right) \times 100$$

PR = porcentagem de redução da população microbiana
 RD = redução decimal

Fonte: Adaptado GRADIM, ANJOS (2015) apud MACEDO, 2020.

$$RD = \log (7 \times 10^5) / 1 = 5,845098$$

$$PR = [1 - (1/10^{5,845098})] \times 100 = \underline{\underline{99,999857\%}}$$

A eficiência de **99,9999% (6 ciclos log) de redução de contaminação bacteriana** somente é obtida **no meio aquoso com agentes oxidantes**, como exemplo, HClO (ácido hipocloroso), O₃ (ozônio), dióxido de cloro (ClO₂), com relação a *Escherichia coli*. Não existe nenhum sistema de filtração, que consiga alcançar esse resultado, com exceção, de osmose reversa e segundo USP (2020) e alguns filtros de membrana, compostos de substâncias como ésteres de celulose ou polímeros plásticos, tornaram se populares para uso industrial e laboratorial. Esses filtros possuem apenas 0,1 mm de espessura. Os poros de um filtro de membrana incluem, por exemplo, tamanhos que variam de 0,22 e 0,45 µm, que segundo USP (2020) destinados a bactérias.

A única explicação para tal eficiência, quase **6 ciclos log**, do sistema de filtração de CALABRIA (2017) se vincula a presença de um residual de cloro ainda dentro do sistema.

Após o consumo do CRL em função da ação sobre a *E. coli*, o resultado de eficiência sofre uma drástica redução.

Pág. 67

Tabela 20. Segunda Coleta - 95% da vida útil. Fonte: CALABRIA, 2017.

Resultado obtido (UFC/100 mL)		Resultado
Concentração inicial	7 x 10 ⁵	Reprovado
Saída do aparelho	1 x 10 ⁴	

Cálculo da porcentagem de redução do sistema CALABRIA, 2017.

$$RD = \log \frac{N^0}{N^T}$$

RD = redução decimal
 N⁰ = n° de microrganismos inicial
 N^T = n° de microrganismos após tempo de contato T com o processo de desinfecção.

Fonte: Adaptado GRADIM, ANJOS (2015) apud MACEDO, 2020

$$PR = \left(1 - \frac{1}{10^{RD}}\right) \times 100$$

PR = porcentagem de redução da população microbiana
 RD = redução decimal

$$RD = \log [(7 \times 10^5) / (1 \times 10^4)] = 1,84509804$$

$$PR = [1 - (1/10^{1,845098})] \times 100 = \underline{\underline{98,5714\%}}$$

Em termos microbiológicos **a redução da eficiência é drástica**, de 99,9999% (6 ciclos log) para 98,5714% (redução **MENOR QUE 1 ciclo log**), em resumo, sobram na água após passar pelo leito de filtragem da pesquisa **10.000 (10⁴) E. coli, coliformes fecais!**

Apesar disso, CALABRIA (2017), em pág.67, afirma que o leito de filtragem **tem eficiência bacteriológica mesmo aos 95% da sua vida útil, pois houve redução das unidades formadoras de colônias iniciais**, mas, omite qual o número de ciclos log que comprove a eficiência. Porém, como já abordado, para o leito ser aprovado dentro das normas para um purificador de água, as especificações da dita NBR 16098:2012 tem que

reduzir no mínimo 2 logs em relação ao valor inicial (10^5) da contaminação, ou seja a contaminação deveria alcançar 10^3 , o que não ocorreu com o leito filtrante da pesquisa, aos 95% da sua vida útil, onde houve apenas redução de **menos que 1 ciclo log**. Após passar pelo leito filtrante à base de zeólita e vermiculita, se realmente apresentasse **propriedade bactericida, a água deveria apresentar AUSÊNCIA DE *E. coli***.

Pergunta que deve ser feita a Autora e aos membros da banca examinadora:

Se a “partir dos resultados obtidos desse trabalho verificasse que a amostra contendo zeólita formada por uma mistura de mordenita (62,5%) e clinoptilolita (37,5%)” **FOSSE EFICIENTE aos 95% da sua vida útil**, se ocorresse a redução para 10^3 UFC *E. coli*, 1.000 coliformes fecais, **a AUTORA E MEMBROS DA BANCA** tomariam um copo de água obtida pelo referido leito filtrante com 1.000 coliformes fecais (*E. coli*)?

Alguém tomaria um copo de água com 1.000 (10^3) coliformes fecais?

Apesar do sistema apresentado por CALABRIA (2017) não conseguir a ausência de *E. coli*, ressalta a autora, que a água é potável e própria para consumo, **sem contaminação microbiológica e bacteriológica. MAS**, mesmo com a presença da *E. coli*, afirma que, o leito filtrante, em pág.67, **tem eficiência bacteriológica mesmo aos 95% da sua vida útil, pois houve redução das unidades formadoras de colônias iniciais.**

A conclusão de uma dissertação deve sempre apresentar os resultados do processo e a sua eficiência, baseado em dados, inclusive o título se vincula a “**obtenção de leito filtrante à base de zeólita e vermiculita com propriedade bactericida**”, mas, como fica claro os resultados mostram a ineficácia do referido leito filtrante, que **não tem nenhuma AÇÃO BACTERICIDA** com relação a *Escherichia coli*. Apesar de ocupar mais de uma página, na conclusão, sobre os resultados, aparece somente o texto abaixo. Tenta-se justificar a ineficiência como falta de tempo de contato e que íons Ag^{+1} e Zn^{+2} não apresentarem uma ação bactericida. É conhecimento pacificado que Ag^{+1} e Zn^{+2} **SÃO NO MÁXIMO BACTERIOSTÁTICOS**. A grande dificuldade de expressar de forma clara **A INEFICIÊNCIA DO SISTEMA**, que não é bactericida, se prende ao fato de que a Autora trabalha na empresa que vende o meio filtrante e tem interesse comercial **de manter/criar a ideia de eficiência.**

6. CONCLUSÃO

...

Para o leito contendo 70% de zeólita-Ag e 30% de vermiculita-Zn, a análise de eficiência bacteriológica obteve êxito até os 50 primeiros litros de passagem de água, porém não conseguiu obter o mesmo resultado ao final da sua vida útil estipulada em 1000 litros. Aqui levanta-se a hipótese do tempo de contato não ter sido o suficiente e, que há probabilidade dos íons de prata e zinco não serem suficientes para efetivar o extermínio das bactérias.

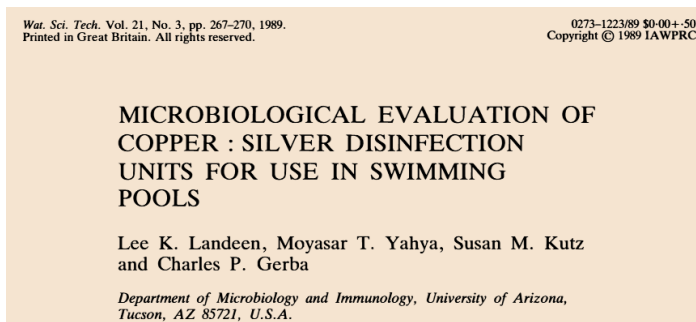
...

É importante ressaltar que, as críticas citadas se **VINCULAM A QUESTÃO DA DITA “EFICIÊNCIA MICROBIOLÓGICA”**, nos aspectos, de incorporação do zinco e prata na zeólita e vermiculita, o monitoramento, composição mineralógica, composição química, avaliação dos resultados dessa incorporação, dessorção da zeólita e vermiculita com zinco **a dissertação tem um excelente nível**, pois a autora já tinha apresentado um trabalho semelhante no “*Zeolite 2014 – 9th International Conference on the Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites*”, com o título “Impregnation of natural clinoptilolite with zinc” (CALABRIA, BORSATTO, SHINZATO, 2014).

III.2- A publicação de 1989, já passados 23 anos, que o processo de desinfecção química elimina/inativa mais organismos do que existiam na água

A premência de transformar um processo em algo que fosse realmente efetivo no processo de tratamento de águas de piscinas, levou o dito grupo de autores publicar em 1989, um material que simplesmente o processo de desinfecção química com ionizadores de Cu/Ag **ELIMINAVA /INATIVAVA** mais organismos do que existiam na água utilizada para os testes.

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: LANDEEN, YAHYA, KUTZ, 1989.

Inicialmente é importante ressaltar que o título da publicação é “**Disinfection of units for use in swimming pools**”, ou seja, é um procedimento é 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
....

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%, 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 HClO (acima 1,5 mg Cl₂/L), ozônio, dióxido de cloro.

Pág. 268 METHODS

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

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), ou seja, uma taxa de redução (K) de 6 ciclos logs, **pois 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, que ocorreu com os organismos presentes na água do teste.

Importante ressaltar que no meio aquoso existem os íons Cu²⁺ e Ag⁺, não existe o Cu⁰ ou somente “Cu” como indica os autores do dito artigo. Será mantida na transcrição a indicação de “Cu”.

Pág. 268 METHODS

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.

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⁺ → *Bacteriofago MS-2*
Taxa de inativação (K) (ciclos logs) = 13,3655

- ⇒ Pergunta: como conseguiu eliminar $10^{13,3655}$ ($2,3200 \times 10^{13} = 23.200.000.000.000$) *Bacteriofago MS-2* (vírus) (99,9999999999%), se existiam somente $10^6 = 1.000.000$ de *Bacteriofago 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 *Bacteriofago MS-2*.

OBS.: O *Streptococcus faecalis* não é microrganismo de referência para testes de eficiência de sanitizantes em águas de piscinas, **HÁ 16 ANOS**, a referência é o *Enterococcus faecium*, com base Resolução RDC nº 14/2007 (BRASIL, 2007), revogada pela Resolução RDC 693/2022 (BRASIL, 2022), revogada pela **Resolução RDC da ANVISA nº 774 (BRASIL, 2023)** que manteve a referência do *Enterococcus faecium*.

III.4- A FAKE-QUÍMICA da ação de desinfecção química do princípio ativo QUATERNÁRIO DE AMÔNIO no meio aquoso

III.4.1- Informações iniciais/preliminares e fundamentais

Antes de qualquer informação é importante apresentar **Lei nº 9.610/1998** (BRASIL, 1998) que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências, em seu Art. 1º preconiza que esta Lei regula os direitos autorais, entendendo-se sob esta denominação os direitos de autor e os que lhes são conexos. Essa apresentação inicial é importante para todos que na ânsia de criar dificuldade e restringir o acesso a documentos públicos, que podem contradizer os seus interesses comerciais e ideias, tentam **criar falsas restrições para a divulgação de informações de interesse público** principalmente quando envolve a segurança a saúde pública.

Em seu 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, não estão sobre a égide de direito autorais, pois são **conteúdo científico e/ou técnico** e são conhecimentos **de domínio e interesse público**, principalmente quando expõe a saúde pública.

No seu art. 8º considera que **não são objeto de proteção como direitos autorais** de que trata esta Lei: **as ideias, procedimentos normativos** e os textos de tratados ou convenções, leis, decretos, regulamentos, decisões judiciais e **demais atos oficiais**.

Finalmente no Capítulo IV - Das Limitações aos Direitos Autorais, em 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**.

Todo o nosso review/material é um meio de comunicação e **é para fins de estudo**, todas as referências bibliográficas apresentadas fazem parte de **documentos públicos**, é importante ressaltar nesse momento, se enquadram dentro do contexto da Lei nº 9.610/1998 (BRASIL, 1998).

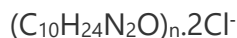
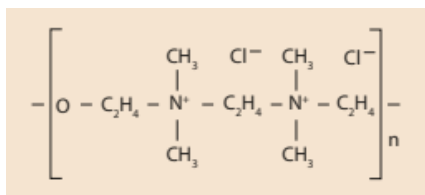
III.4.2- Tipos de quaternários de amônio utilizados como princípio ativo de produtos para tratamento de águas de piscinas, em especial desinfecção química.

No Brasil existem disponíveis no mercado segundo consulta ao site da ANVISA, 4 (quatro) produtos para tratamento de águas de piscinas que utilizam o **Quaternário de Amônio** como princípio ativo, considerado com capacidade de desinfecção química, nesse momento será tratado apenas a situação de dois produtos.

O princípio ativo com nome definido pela IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) é o “Poly[oxyethylene(dimethyliminio)ethylene(dimethyliminio)ethylene dichloride]” ou “Poly[oxyethylene(dimethyliminio)ethylene(dimethyliminio)ethylene dichloride]”, **CAS: 31512-74-0**. Possuindo outras designações como: Poly (2-hydroxypropyl-N,N-dimethyl ammonium chloride), Methanamine, N-methyl-, polymer with 2-(chloromethyl) oxirane.

Com os nomes comerciais **BUSAN 77 = WSCP**. Sendo o nome WSCP vinculado ao produto comercial vendido pela BUCKMAN para manter sistemas de águas de resfriamento limpos, elimina a incrustação microbiológica que inibe a transferência de calor (BUCKMAN, 2017, 2018).

Segundo BUCKMAN (2017, 2018) o WSCP dentro do sistema de águas de resfriamento é também um microbiocida altamente eficaz que combate não só algas, mas também bactérias e fungos, que estejam aderidas ao “**microbiological fouling**” (incrustação microbiológica).



Fonte: BUCKMAN, 2017, 2018

Segundo referências bibliográficas a DL50 (em testes em ratos) para o BUSAN 77 = WSCP, tem valores variando de 500, 1251, 1850 e 1951 mg/Kg de peso corpóreo (BIOSYNTH, 2021; CHEMICALBOOK, 2023; CHEMOS, 2021; NIH/PUBCHEM, 2024, WSCP, 2015; USEPA, 2007). Esses valores **são inferiores ao indicado** por legislação brasileira para a DL50 com relação a sanificantes.

A Buckman através do SDS – Safety Data Sheet do WSCP indica uma **DL50 com valor de 1850 mg/Kg de peso corpóreo**.

Buckman		SAFETY DATA SHEET		
		WSCP		
Section 11. Toxicological information				
Information on toxicological effects				
Acute toxicity				
Product/ingredient name	Result	Species	Dose	Exposure
Poly[oxyethylene (dimethyliminio)ethylene (dimethyliminio)ethylene dichloride]	LD50 Oral	Rat	1850 mg/kg	-
WSCP	LC50 Inhalation Dusts and mists	Rat	2.9 mg/l	4 hours

Fonte: WSCP, 2015.

A Resolução ANVISA RDC nº 59/2010 (BRASIL, 2010), RDC nº 693/2022 (BRASIL, 2022) e sua sucessora Resolução ANVISA RDC nº 774 (2023), DETERMINAM que o valor para a DL50 que é exigida para substâncias químicas corresponde a **DL50 oral para ratos SUPERIOR a 2000 mg/kg de peso corpóreo para PRODUTOS LÍQUIDOS e SUPERIOR a 500 mg/kg de peso corpóreo para produtos sólidos.**

A USEPA - U.S. Environmental Protection Agency em documento “Reregistration Eligibility Decision (RED) for Busan 77 (Case 3034). EPA 739-R-07-011” (USEPA, 2007), nome “Poly (oxyethylene (dimethyliminio) ethylene (dimethy liminio) ethylenedichloride)”, **REGISTRA O BUSAN 77** (CAS Registry Number: 31512-74-0) **SOMENTE COMO ALGICIDA**, em função de considerar sua DL50 com valor para “Acute Oral- Rat” de 1951 mg/Kg de peso corpóreo.

EPA Reregistration Eligibility Decision (RED) for Busan 77 (Case 3034)

II. Chemical Overview

A. Regulatory History

EPA registered the first product containing Busan 77 on January 12, 1971. The Busan 77 case consists of a single pc code, 069183. It is registered as a microbicide concentrate used for the control of algae in swimming pools, hot tubs, whirlpools and fountains without fish. It is also registered to control and combat the growth of algae, bacteria, and fungi in recirculating cooling towers, industrial air washing systems, and metal cutting fluids. Currently there are 151 active products containing Busan 77. There are no current inert applications and no tolerances listed for this chemical.

Fonte: USEPA, 2007.

...É registrado como um concentrado microbiciida utilizado para o **CONTROLE DE ALGAS EM PISCINAS**, banheiras de hidromassagem, banheiras de hidromassagem e fontes sem peixes...

Segundo **informações públicas** disponibilizados no **site da ANVISA**, o produto M20, segundo rótulo tem como “**Composição: Dicloreto de Polioxietileno (dimetilimino), Etileno (dimetilimino), Polímero de dimetilamina com Epicloridrina e Etilenodiamina e Água**”, que é exatamente a composição do **BUSAN 77 e/ou WSCP**.



<https://consultas.anvisa.gov.br/#/saneantes/produtos/25351008834200365/?nomeProduto=M20%20Sanitizante>

- IV Região **Composição: Dicloreto de Polioxietileno (dimetilimino), Etileno (dimetilimino), Polímero de dimetilamina com Epicloridrina e Etilenodiamina e Água. Autorização de Func.: 3.024837 - ANVISA Reg. nº:**

A Resolução da ANVISA a RDC nº 14/2007 e a sua sucessora a Resolução da ANVISA da Diretoria Colegiada - RDC Nº 693/2022 (BRASIL, 2022) e sua sucessora Resolução ANVISA RDC nº 774 (2023), **DETERMINAM** que, **somente serão permitidas como princípios ativos de produtos com ação antimicrobiana substâncias comprovadamente aceitas pela Environmental Protection Agency (EPA), Food and Drug Administration (FDA) ou Comunidade Europeia.**

Em resumo, a frase “**SOMENTE SERÃO PERMITIDAS**” indica que, o **princípio ativo** deve ser utilizado conforme a sua finalidade definida pelos órgãos citados. O princípio ativo em questão **É UM ALGICIDA CONFORME REGISTRO DA USEPA** (USEPA, 2007).

Confirma-se que o princípio indicado para o produto M20 é um quaternário de amônio pela própria publicação da empresa que vende o produto (MARESIAS_PISCINASAUDAVEL, 2021).



https://www.instagram.com/p/CQvf_shhL/

Fonte: MARESIAS_PISCINASAUDAVEL, 2021.

maresias_piscinasaudavel 143 sem
Você sabe bem qual é a função de cada um?! Muitas pessoas acreditam que os Algicidas fazem a mesma função de um Sanitizante na água de uma piscina, mas não é bem assim, vamos explicar o por quê.

Nós vamos falar apenas sobre os Algicidas a base de Sais de Quaternário de Amônio, mesmo princípio ativo do nosso M20 Sanitizante. Embora possuam a mesma "base" que é o princípio ativo a base de sais quaternários, possuem tamanhos e funções bem diferentes na água da piscina.

Então é mais ou menos assim, os Algicidas são excelentes para combater as algas, mas são "pequenos" e pouco eficiente para matar outros microrganismos, como vírus e bactérias.

“.....NÓS VAMOS FALAR APENAS SOBRE OS ALGICIDAS A BASE DE SAIS DE QUATERNÁRIO DE AMÔNIO, MESMO PRINCÍPIO DO NOSSO M20....” (grifo nosso)

“...ENTÃO É MAIS OU MENOS ASSIM, OS ALGICIDAS SÃO EXCELENTES PARA COMBATER AS ALGAS, MAS SÃO “PEQUENOS” E POUCO EFICIENTE PARA MATAR OUTROS MICRORGANISMOS, COMO VÍRUS E BACTÉRIAS. (grifo nosso)

A dosagem do M20 é função da cor da água, a maior dosagem é para a “água verde”, o que indica que ação do princípio ativo é função da presença de algas, logo, um algicida.



DOSAGENS			
Água Transparente 6h ⓪ Tempo de Filtração		Água verde 6h ⓪ Tempo de Filtração	
ÁGUA TRANSPARENTE		ÁGUA VERDE	
VOLUME	QTD (ml)	VOLUME	QTD (ml)
10.000	200 ml	10.000	400 ml
30.000	600 ml	30.000	1.200 ml
50.000	1.000 ml	50.000	2.000 ml

A confirmação de que a atuação do princípio ativo é **EXCLUSIVAMENTE COMO ALGICIDA** é indicada por um outro produto da mesma empresa o “Alta Performance 3 em 1”. No rótulo disponível no site da ANVISA, indica-se a sua constituição/composição “(Poli-quaternário de amônio) Polímero de dimetalina com Epicloridrina e Etilenodiamina”, com a indicação textual: **“ATENÇÃO: O 3 em 1 não é desinfetante”**.

e é compatível com os tratamentos clorados. ATENÇÃO: O 3 em 1 não é desinfetante. Ligue o sistema de filtração.

<https://consultas.anvisa.gov.br/#/saneantes/produtos/25351362620201674/?cnpj=0270268400107>




e é compatível com os tratamentos clorados. ATENÇÃO: O 3 em 1 não é desinfetante. Ligue o sistema de filtração.

Disque Intoxicação: 0800-7226001 Centro de Aux. Toxicológico: 0800-0148110 • Composição: (Poli-quaternário de Amonio) Polímero de Dimetilamina com Epicloridrina e Etilenodiamina 45%, veículo 55% Fabricado por: Maresias Química do Brasil - Ind. Brasileira - CNPJ: 02.702.684/00107

<https://consultas.anvisa.gov.br/#/saneantes/produtos/25351362620201674/?cnpj=0270268400107>

SEGUNDO AS FISPQs, QUAIS SÃO AS DIFERENÇAS ENTRE O “M20” E O “ALTA PERFORMANCE 3 em 1”?

1a. A concentração de princípio ativo, segundo suas FISPQs, no “Alta Performance 3 em 1” é de 45% e no “M20” varia de 30-36,5%.

 Em conformidade com NBR 14275-4:2014

FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Produto: 3 em 1 Alta Performance FISPQ 142
Revisão: 01 Data: 20/08/18


3. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

Mistura: 3 em 1 Alta Performance

Ingredientes ou impurezas que contribuem para o perigo:

Componentes:	Concentração (%)	Nº CAS
Segredo Industrial	45	Segredo Industrial

Fonte: ALTA PERFORMANCE 3 EM 1, 2018.

 Em conformidade com NBR 14275-4:2014

FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Produto: M20 Sanitizante Maresias FISPQ 113
Revisão: 03 Data: 16/08/18

3. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

Mistura: M20 Sanitizante Maresias

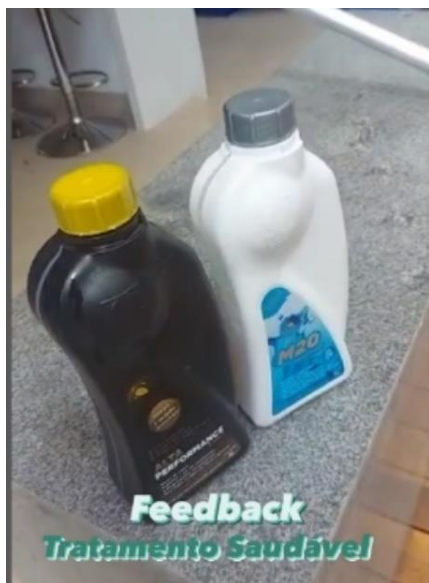
Ingredientes ou impurezas que contribuem para o perigo:

Componentes:	Concentração (%)	Nº CAS
Segredo Industrial	30 a 36,5	Segredo Industrial

Fonte: M20 SANITIZANTE MARESIAS, 2018.

2a. A segunda diferença é a embalagem, a do M20 é branca e a Alta Performance 3 em 1 é preta e a cor das tampas.

Apesar dos produtos terem, sem nenhuma dúvida, o mesmo princípio ativo chegado à publicação de vídeo no Instagram, onde piscineiro afirma que trata a piscina com os dois produtos, que apesar das mesmas propriedades/características químicas, ressalta ainda, que esporadicamente utiliza peróxido de hidrogênio. Não tenho dúvida que o piscineiro não sabia que os dois produtos possuem o mesmo princípio ativo.



Fonte: MARESIAS_PISCINASAUDAVEL, 2022.

<https://www.instagram.com/p/Chuu4tnjmk/>

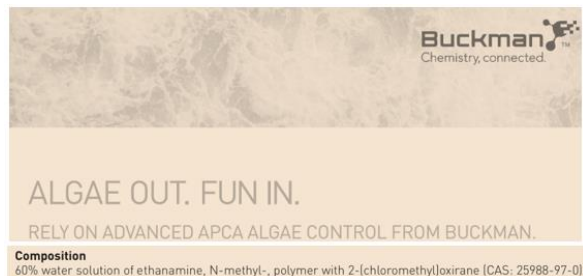
A utilização do princípio ativo BUSAN 77 = WSCP como **PRINCÍPIO ATIVO DE SANIFICANTES**, repito, **SANIFICANTES**, contraria frontalmente:

1º) As Resoluções ANVISA RDC nº 59/2010 (BRASIL, 2010), RDC nº 693/2022 (BRASIL, 2022) e sua sucessora RDC nº 774 (2023), **DETERMINAM** que, o valor para a DL50 que é exigida para substâncias químicas corresponde a **DL50 oral para ratos superior a 2000 mg/kg** de peso corpóreo para **PRODUTOS LÍQUIDOS**. **O referido princípio ativo tem DL50 MENOR que 2.000 mg/Kg de peso corpóreo** (BIOSYNTH, 2021; CHEMICALBOOK, 2023; CHEMOS, 2021; NIH/PUBCHEM, 2024; USEPA, 2007; WSCP, 2015).

2º) As Resoluções ANVISA RDC nº 14/2007 (BRASIL, 2007), a sua sucessora a RDC Nº 693/2022 (BRASIL, 2022) e sua sucessora RDC nº 774 (2023), **DETERMINAM** que, **somente serão permitidas como princípios ativos de produtos com ação antimicrobiana substâncias comprovadamente aceitas pela Environmental Protection Agency (USEPA)**. Conforme documento “Reregistration Eligibility Decision (RED) for Busan 77 (Case 3034). EPA 739-R-07-011” (USEPA, 2007), o BUSAN 77 (CAS Registry Number: 31512-74-0) nome “Poly (oxyethylene (dimethyliminio) ethylene (dimethyliminio) ethylenedichloride)”, **É SOMENTE REGISTRADO pela USEPA COMO ALGICIDA**.

Conforme consulta ao site da ANVISA, **NAS INFORMAÇÕES PÚBLICAS**, o rótulo do produto MT PLUS ECO, INDICA como composição química, o Quaternário de Amônio “Poly(2-hydroxypropyl)dimethylammonium chloride)” e também segundo a FISPQ (MT PLUS ECO, 2018) “dimetil-2-hydroxylammonium chloride polymer (C₅H₁₂CINO)”.

O “Poly (2-hydroxypropyl)dimethylammonium chloride) CAS: 25988-97-0”, apresenta outras designações como “Poly (2-hydroxypropyl-N,N-dimethyl ammonium chloride), Methanamine, N-methyl-, polymer with 2-(chloromethyl) oxirane [(C₅H₁₂CINO)_n]”, corresponde ao produto com designação comercial APCA vendido pela BUCKMAN (BUCKMAN, 2021), como um **ALGICIDA**, “ethanamine, N-methyl-, polymer with 2-(chloromethyl)oxirane (CAS: 25988-97-0)”.



Fonte: BUCKMAN, 2020.

<https://consultas.anvisa.gov.br/#/saneantes/produtos/25351653770201919/?nomeProduto=MT%20Plus%20Eco>

Composição: Peróxido de Hidrogênio 50%, Poly(2-hydroxypropyl)dimethylammonium chloride) e resina estireno acrílica.
Princípio ativo: Peróxido de Hidrogênio, teor de 95,9% (p/p)



Safety Data Sheet
acc. to Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

**N,N-Dimethyl-2-hydroxypropylammoniumchlorid-Polymer, 60 wt-%
solution in water**

Version number: GHS 1.0

Date of compilation: 2023-01-25

SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

1.1 Product identifier

Trade name	N,N-Dimethyl-2-hydroxypropylammonium-chlorid-Polymer, 60 wt-% solution in water
CAS number	25988-97-0
Article number	A0213344

Fonte: CHEMOS, 2023.

SECTION 11: Toxicological information

11.1 Information on toxicological effects

- Acute toxicity estimate (ATE)

Oral 833.3 mg/kg

Acute toxicity estimate (ATE) of components of the mixture			
Name of substance	CAS No	Exposure route	ATE
Methanamine, N-methyl-, polymer with (chloro-methyl)oxirane	25988-97-0	oral	500 mg/kg

A utilização do princípio APCA como **PRINCÍPIO ATIVO DE SANIFICANTES**, repito, **SANIFICANTES**, contraria frontalmente:

1º) As Resoluções ANVISA RDC nº 59/2010 (BRASIL, 2010), RDC nº 693/2022 (BRASIL, 2022) e sua sucessora RDC nº 774 (2023), **DETERMINAM**, o valor para a DL50 que é exigida para substâncias químicas corresponde a **DL50 oral para ratos superior a 2000 mg/kg** de peso corpóreo para **PRODUTOS LÍQUIDOS**. O referido princípio ativo tem DL50 menor que 2.000 mg/Kg de peso corpóreo (CHEMOS, 2023).

2º) As Resoluções ANVISA RDC nº 14/2007 (BRASIL, 2007), a sua sucessora a RDC Nº 693/2022 (BRASIL, 2022) e sua sucessora RDC nº 774 (2023), **DETERMINAM** que, **somente serão permitidas como princípios ativos de produtos com ação antimicrobiana substâncias comprovadamente aceitas pela Environmental Protection Agency (USEPA)**. Não foi encontrado o registro do princípio ativo do APCA na USEPA.

No caso do produto em questão, o QUAT deverá ser o algicida, em função da sua característica química e de sua DL50 ser menor que 2.000 mg/Kg de peso corpóreo. Dentro dos constituintes **resta somente o peróxido de hidrogênio (H₂O₂)**, como “sanificante”, MAS, a DL50 do peróxido de hidrogênio (H₂O₂): DL50 Oral → 225 mg/Kg – 693,7 mg/kg (H₂O₂ 50%) (Diretriz de Teste de OECD 401) e 1193 mg/Kg – 1.270 mg/Kg (H₂O₂ 35%) (EUROPEAN COMMISSION, 2020; ECHA, 2022; ROTH, 2021).

O uso do peróxido de hidrogênio como sanificante, **CONTRARIA** As Resoluções ANVISA RDC nº 59/2010 (BRASIL, 2010), RDC nº 693/2022 (BRASIL, 2022) e sua sucessora RDC nº 774 (2023), que **DETERMINAM**, o valor para a DL50 que é exigida para substâncias químicas corresponde a **DL50 oral para ratos superior a 2000 mg/kg** de peso corpóreo para **PRODUTOS LÍQUIDOS**. O referido princípio ativo tem DL50 menor que 2.000 mg/Kg de peso corpóreo (ECHA, 2022; EUROPEAN COMMISSION, 2020; ROTH, 2022).

QUADRO 2- O valor da DL50 de derivados clorados.

COMPOSTOS CLORADOS	DL50 ORAL (RATOS) mg/Kg peso corpóreo	Referência
Hipoclorito de sódio (CAS 7681-52-9)	5.000; 8.200; 5800** TDL _o ² = 45*	BERACA, 2012; LABSYNTH, 2009; NLM, 2024c***.
Hipoclorito de cálcio (CAS 7778-54-3)	850 TDL _o ¹ = 143*	GENCO, 2016; HIDROALL, 2017; HTH, 2015; QUIMIL, 2014; CETESB, 2018; NIL, 2024*.
Dicloroisocianurato de sódio (CAS 51580-86-0)	>2.000; 1.600; 1.823; 600; 1420** LDLo ¹ = 3570*	HIDROALL, 2016; GENCO, 2016a; OXY, 2012; OXY, 2015a; HAMMOND, BARBEE, INOUE, et al., 1986; NLM, 2024a***.
Ácido tricloroisocianúrico (CAS 87-90-1)	750; 800-809; 850; >2.000; 1.520; 490 ² ; 406** LDLo ¹ = 3570*	GENCO, 2016b; HIDROALL, 2016a; QUIMIL, 2017; BERACA, 2009; CETESB, 2016; OXY, 2015; HAMMOND, BARBEE, INOUE, et al., 1986; HTH, 2020 ² ; ACROS ORGANICS, 2005**; NLM, 2024b***; CHEMICALBOOK, 2024**; SIGMA-ALDRICH, 2024**; THERMOFISHER, 2024**.
Ácido cianúrico (CAS 108-80-5)	>5.000; 7.700; >10.000	SIGMA-ALDRICH 2021, 2022; OECD, 1999; OXY, 2014; HAMMOND, BARBEE, INOUE, et al., 1986; BERACA, 2009; ACROS ORGANICS, 2005; REDOX, 2020; THERMOFISHER, 2021; NIL, 2024d.

OBS.: 1. Um valor **LDLo** é a menor quantidade de um material sólido ou líquido relatado como tendo causado a morte de animais ou humanos. A exposição pode ser aguda ou crônica. Isso também é chamado de dosagem mais baixa que causa a morte, dose letal mais baixa detectada e dose letal baixa. O LDLo está intimamente relacionado com o valor de LD50, que é a dosagem que mata metade dos animais de teste em condições controladas (CHEMWATCH, 2024).

2. TDLO significa menor dose tóxica testada (CHEMWATCH, 2024a).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACROS ORGANIC. **Trichloroisocyanuric Acid, 97% - Material Safety Data Sheet.** 4p. 10/03/2005. Disponível em: <<https://pim-resources.coleparmer.com/sds/96400.pdf>>. Acesso em 09/06/2024.

ACROS ORGANIC. **Cyanuric acid, 98% - Material Safety Data Sheet.** 4p. 10/03/2005. Disponível em: <<https://pim-resources.coleparmer.com/sds/96400.pdf>>. Acesso em 09/06/2024.

BERACA. **HIPOCLORITO DE SÓDIO – Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico.** 16p. 07/12/2012.

BERACA. **AVIPAST PLUS – Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico.** 8p. 28/04/2009.

CETESB. **HIPOCLORITO DE CÁLCIO - Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico.** 3p. 04/03/2018.

CETESB. **ÁCIDO TRICLOROISOCIANÚRICO** - Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico. 4p. 04/03/2016.

CHEMWATCH. **LDLo, Dose Letal Mais Baixa**. Disponível em: <<https://chemwatch.net/pt/resource-center/ldlo-lowest-lethal-dose/>>. Acesso em 09 de junho de 2024.

CHEMWATCH. **TDLO, menor dose tóxica testada**. Disponível em: <<https://chemwatch.net/pt/resource-center/tdlo/>>. Acesso em 09 de junho de 2024a.

CHEMICALBOOK. **Trichloroisocyanuric acid - Chemical Safety Data Sheet MSDS / SDS**. 10p. 2024-05-25. Disponível em: <<https://www.chemicalbook.com/msds/trichloroisocyanuric-acid.htm>>. Acesso em 09 de junho de 2024.

GENCO. **POOL-TRAT® Cloro Granulado Genco®** – Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico. 13p. 06/2016.

GENCO. **GENCLOR CLORO ESTABILIZADO GRANULADO** – Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico. 11p. 06/2016a.

GENCO. **ÁCIDO TRICLOROISOCIANÚRICO GENCO® GRANULAR** – Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico. 12p. 06/2016b.

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

HIDROALL. **HCL HYPO** - Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico. 12p. 22/05/2017.

HIDROALL. **HIPERCLOR 60 - DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO DI-HIDRATADO** - Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico. 10p. 22/03/2016.

HIDROALL. **HCL 200 –TABLETES DE ÁCIDO TRICLOROISOCIANÚRICO** - Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico. 11p. 24/03/2016a.

HTH. **Pace Tripla Ação** - Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico. 10p. 14.03.2020. Disponível em: <<https://www.cloropace.com.br/wp-content/uploads/2021/02/26071-Pace-Tripla-Acao-PT.pdf>>. Acesso em 09 de junho de 2024.

HTH. **CLORO GRANULADO** - Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico. 9p. 19/11/2015.

LABSYNTH. **HIPOCLORITO DE SÓDIO** – Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico. 3p. 17/04/2009.

NLM. **Troclosene sodium**. 79p. 2024a-06-08. National Library of Medicine / National Institutes of Health - NLM / NIH / HHS / USA.gov. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/517202>>. Acesso em 09 de junho de 2024.

NLM. **Trichloroisocyanuric acid**. 85p. 2024b-06-08. National Library of Medicine / National Institutes of Health - NLM / NIH / HHS / USA.gov. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/trichloroisocyanuric-acid>>. Acesso em: 09 de junho de 2024.

NLM. **Calcium hypochlorite**. 85p. 2024-06-08. National Library of Medicine / National Institutes of Health - NLM / NIH / HHS / USA.gov. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/24504>>. Acesso em 09 junho de 2024.

NLM. **Sodium Hypochlorite**. 88p. 2024c-06-08. National Library of Medicine / National Institutes of Health - NLM / NIH / HHS / USA.gov. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sodium-Hypochlorite>>. Acesso em: 09 de junho de 2024.

NLM. **Cyanuric acid**. 83p. 2024d-06-08. National Library of Medicine / National Institutes of Health - NLM / NIH / HHS / USA.gov. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cyanuric-acid>>. Acesso em 09 de junho 2024.

OECD. **Isocyanuric acid - OECD SIDS**. Japan: OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. 58p. March 30, 1999.

OXY. **ACL® 56 CHLORINATING COMPOSITION - SAFETY DATA SHEET**. 10p. 27-Feb-2012.

OXY. **ACL® 56 DISINFECTING GRANULES - SAFETY DATA SHEET**. 17p. 15-May-2015a.

OXY. **ACL® 90 PLUS - SAFETY DATA SHEET**. 17p. 11-May-2015.

OXY. **CYANURIC ACID, DRY - SAFETY DATA SHEET**. 12p. 12-Nov-2014.

QUIMIL. **Q-CLOR OXI 65 - Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico**. 16p. 10/12/2014.

QUIMIL. **Q – PAST TRICLORO - Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico**. 16p. 06/2017.

REDOX. **Cyanuric acid - SAFETY DATA SHEET**. 10p. 20 APR 2020. Disponível em: <<https://redox.com/products/cyanuric-acid/>>. Acesso em 09 de junho de 2024.

SIGMA-ALDRICH. **Trichloroisocyanuric acid - SAFETY DATA SHEET**. 13p. 01.03.2024. Disponível em: <<https://www.sigmaaldrich.com/BR/en/sds/ALDRICH/176125?userType=undefined>>. Acesso em 09 de junho de 2024.

SIGMA-ALDRICH. **Ácido cianúrico - Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico**. 8p. 27.03.2021.

SIGMA-ALDRICH. **ÁCIDO CIANÚRICO, 98% - Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico**. 9p. 26.04.2022.

THERMOFISHER. **Trichloroisocyanuric acid - SAFETY DATA SHEET**. 9p. 25-Apr-2024. Disponível em: <<https://assets.thermofisher.com/DirectWebViewer/private/document.aspx?prd=ALFAAB23906~~PDF~~MTR~~CGV4~~EN~~2024-04-25%2010:59:36~~Trichloroisocyanuric%20acid~~>>. Acesso em 09 de junho de 2024.

THERMOFISHER. **Cyanuric acid - SAFETY DATA SHEET**. 7p. 24-Dec-2021. Disponível em: <<https://www.fishersci.com/store/msds?partNumber=AC181020250&productDescription=CYANURIC+ACID+25GR&vendorId=VN00032119&countryCode=US&language=en>>. Acesso em 09 de junho de 2024.

III.3- A NSF International Standard / American National Standard / National Standard of Canada - NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

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.

Fonte: NSF, 2019.

© 2019 NSF NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

14.19 Disinfection efficacy

Process equipment designed for **supplemental disinfection** such as **ion generators, ozone and ultraviolet light equipment** shall demonstrate a 3 log (99.9%) or greater inactivation of influent bacteria when tested according to Section N-8.1.

Process equipment designed for **secondary disinfection** such as **ion generators, ozone and ultraviolet light equipment** shall demonstrate a 3 log (99.9%) or greater reduction of *Cryptosporidium parvum* when tested and evaluated according to Section 14.20.

Equipamento de processo projetado para desinfecção suplementar, como geradores de íons, ozônio e ultravioleta equipamento leve deve demonstrar uma inativação de 3 log (99,9%) ou mais de bactérias influentes quando testado de acordo com a Seção N-8.1.

Equipamento de processo projetado para **desinfecção secundária**, como **geradores de íons, ozônio e luz ultravioleta** o equipamento deve demonstrar **uma redução de 3 log (99,9%) ou maior de *Cryptosporidium parvum*** quando testado e avaliado de acordo com a Seção 14.20.

© 2019 NSF

NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

Normative Annex 8
(formerly Annex H)

Test methods for the evaluation of process equipment

N-8.1 Disinfection efficacy of supplemental disinfection equipment

— two microbiological organisms, *Enterococcus faecium* (strain PRD American Type Culture Collection [ATCC] #6569, formerly *Streptococcus faecalis*) and *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC #27313)²⁹. Other challenge organisms may be used in order to address manufacturer claims.

Fonte: NSF, 2019.

- dois organismos microbiológicos, *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 reivindicações o fabricante.

Fonte: NSF, 2019.

© 2019 NSF

NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

14.20 *Cryptosporidium* reduction

Manufacturers of an ozone generation system with a claim of *C. parvum* reduction shall demonstrate a minimum of 3 log (99.9%) or greater reduction of *C. parvum* in a single pass when tested in accordance with Section N-8.4.

Os fabricantes de um sistema de geração de ozônio com alegação de redução de *C. parvum* devem demonstrar um mínimo de 3 log (99,9%) ou maior redução de *C. parvum* em uma única passagem quando testado de acordo com a Seção N-8.4.

Fonte: NSF, 2019.

Para complementar as informações para a **NSF/ANSI/CAN 50 – 2019** (NSF, 2019) não existe “**TRATAMENTO ALTERNATIVO**” ou “**DESINFECÇÃO ALTERNATIVA**”, existe somente DESINFECÇÃO SUPLEMENTAR e SECUNDÁRIA, o que se identifica com ozônio e UV é a desinfecção secundária ou suplementar e os ionizadores de cobre/prata se enquadram somente como desinfecção suplementar.

14 Ozone generation process equipment

14.1 General

Ozone generation process equipment covered by this section is intended for the secondary and supplemental disinfection of the water in the circulation system of public and residential recreational water facilities, including but are not limited to: pools, and spas / hot tubs, therapy pools, and interactive aquatic play features. Since these products are not intended to produce residual levels of disinfectant within the body of water, an EPA registered disinfecting chemical shall be added to impart a measurable residual.

Os equipamentos de processo de geração de ozônio cobertos por esta seção destinam-se AOS SETORES SECUNDÁRIO E DESINFECÇÃO SUPLEMENTAR da água no sistema de circulação de águas recreativas públicas e residenciais instalações, incluindo, mas não se limitando a: piscinas e spas/banheiras de hidromassagem, piscinas terapêuticas e instalações aquáticas interativas características de jogo. Uma vez que estes produtos não se destinam a produzir níveis residuais de desinfetante no corpo de água, um produto químico desinfetante registrado pela EPA deve ser adicionado para conferir um resíduo mensurável. (grifo nosso)

14.14 Warning devices

The ozone generation system shall have a visual or audible alarm to alert facility staff of the ORP reading for the ozone system when it reaches below 650 mV.

O sistema de geração de ozônio deve ter um alarme visual ou sonoro para alertar o pessoal da instalação sobre a leitura do ORP para o sistema de ozônio quando atinge abaixo de 650 mV.

15 Ultraviolet (UV) light process equipment

15.1 General

UV light process equipment covered by this section is intended for the secondary and supplemental treatment of public and residential swimming pools and spas / hot tubs. Since these products are not intended to produce residual levels of disinfectant within the body of the swimming pool or spa, these products are intended for use with appropriate residual levels of EPA registered disinfecting chemicals. Specific residual levels of EPA registered disinfecting chemicals may be required by the regulatory agency having authority. The residual chemical shall be easily and accurately measureable by a field test kit.

O equipamento de processo de luz UV coberto por esta seção destina-se AO USO SECUNDÁRIO E SUPLEMENTAR tratamento de piscinas públicas e residenciais e spas / banheiras de hidromassagem. Como esses produtos não são destinados a produzir níveis residuais de desinfetante no corpo da piscina ou spa, estes produtos destinam-se ao uso com níveis residuais apropriados de produtos químicos desinfetantes registrados pela EPA. Níveis residuais específicos de produtos químicos desinfetantes registrados pela EPA podem ser exigidos pela agência reguladora tendo autoridade. O produto químico residual deve ser medido com facilidade e precisão por um kit de teste de campo. (grifo nosso)

© 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 with appropriate residual levels of EPA registered disinfecting chemicals. These systems are typically

Os sistemas eletrolíticos de geração de íons cobre/prata e cobre destinam-se A SUPLEMENTAR o tratamento de água em piscinas públicas e residenciais e spas/banheiras de hidromassagem. Estes produtos destinam-se ao uso com níveis residuais apropriados de produtos químicos desinfetantes registrados pela EPA. (grifo nosso)

OBS.: Veja no review referente a Ionizadores de Cu/Ag que esses sistemas **NÃO CONSEGUEM SER CLASSIFICADOS COMO SISTEMAS DE “DESINFECÇÃO SUPLEMENTAR”**, em função de não serem efetivos na redução de ciclos log frente ao *Enterococcus faecium*, organismo de referência da legislação brasileira Resolução RDC 14/2007 que foi substituída pela RDC 693/2022, revogada **Resolução RDC 774/2023** (BRASIL, 2007, 2022, 2023) e da norma internacional **NSF/ANSI/CAN 50 – 2019** (NSF, 2019). Segundo certificados públicos de eficiência emitidos pela NSF o sistema de ionizador de Cu/Ag não apresenta eficiência na redução de 3 ciclos log do *Enterococcus faecium*.

Segundo CDC (2106a, 2018, 2023) **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 DESINFECÇÃO 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 DESINFECÇÃO COM CLORO EM PISCINAS.**

IV- Processo de desinfecção química com derivados clorados

Outro fator fundamental no processo de desinfecção é o valor do **Ct [Concentração (mg/L) x tempo (min)]** que define a **concentração e o tempo de contato** mínimo para que o processo de inativação dos organismos seja eficiente e ocorra a desinfecção química com redução em ciclos log, em resumo, define a capacidade de desinfecção da substância química frente a organismos específicos. O Ct é definido em função do número de ciclos logs que deve ser inativado ou reduzido do organismo de referência. Quanto maior o Ct mais resistente é o organismo (MACEDO, 2019).

Logo, o chamado fator Ct é um número cujo valor representa a maior ou menor dificuldade da inativação de um microrganismo por uma substância química e/ou sistema de desinfecção (MACEDO, 2019).

Para uma substância química e/ou sistema de desinfecção, **quanto maior** o valor de Ct, **maior é a dificuldade** de inativação de um microrganismo e **quanto menor** o valor do Ct **menor é a dificuldade**, ou seja, mais fácil é inativar um microrganismo nas condições de especificadas de uso.

Considerando um dos organismos citados na **NSF/ANSI/CAN 50 – 2019** (NSF, 2019) a *Pseudomonas aeruginosa*, para o CRL – Cloro Residual Livre o Ct é **28,2 ou 25,8 [mg.min/L]** (JIN, LIU, WANG, YANG, et al, 2020). Em resumo, **1 ppm de CRL leva de 25,8-28,2 minutos** para eliminar a *Pseudomonas aeruginosa*.

Os “*Enterococcus*” são bactérias gram-positivas, normalmente encontradas no intestino e no trato genital feminino. Existem 14 espécies descritas de *Enterococcus* spp., sendo o *E. faecalis* e o *E. faecium* as duas que normalmente promovem colonização e infecções em humanos. O *E. faecalis* constituem 85 a 90% dos *Enterococcus* spp. identificados, sendo essa espécie a menos propensa ao desenvolvimento de resistência. Já *E. faecium* é o menos prevalente, de 5 a 10%, mas apresenta maior propensão ao desenvolvimento de resistência (ANVISA, 2007).

Para o *Enterococcus faecalis* o Ct é de 39,8 mg/L.min para redução de 4 ciclos log (JIN, LIU, WANG, YANG, et al, 2020). Para o processo de desinfecção com derivados clorados, o Ct dos “*Enterococcus*” para inativar 5 ciclos log, os valores do Ct variam de 177 a 348 mg/L.min (BERG, DAHLING, BROWN, BERMAN, 1978), logo, 1 ppm de CRL leva de 177 min (10.620 s) a 348 min (20.880 s). O Ct para a *Escherichia coli* no processo de desinfecção com derivados clorados é 0,5 mg/L.min (CDC, 2022).

QUADRO 3- 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

** FENNER, 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; FENNER, 2005.


O Quadro 4 apresenta algumas informações sobre o derivados clorados mais utilizados no tratamento de água de piscinas.

QUADRO 4- Algumas informações sobre o derivados clorados mais utilizados no tratamento de água de piscinas

Informações	Hipoclorito de sódio	Hipoclorito de cálcio	Cloro gás	Ácido tricloroisocianúrico	Dicloroisocianurato de sódio
% Cloro Disponível	10-12	65-78	100	90	50-63
% força ativa (Princípio ativo)	10-12	65-78	100	>99	>99
pH sol. 1%	11-13	8,5-11	1-2	2,8-3,5	6,5-6,8
Efeito no pH da água	Levanta	Levanta	Abaixa	Abaixa	Não altera
Aparência física	Líquido	Granular/Tablete	Gás amarelo esverdeado	Granular/Tablete	Granular

Fonte: Adaptado NSW, 2013.

Sobre a estabilidade dos derivados clorados a última publicação é a **“Swimming pools disinfection by chlorine-based products in a simulated environment”** (ALMEIDA, SANTOS, MIRANDA, PITOMBO, et al, 2021), comprova que os derivados clorados orgânicos possuem maior estabilidade.



Brazilian Journal of Development | 50847
ISSN: 2525-8761

Swimming pools disinfection by chlorine-based products in a simulated environment

2.4 EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF DISINFECTANT PRODUCTS

The experiments were carried out in triplicates for each treatment. In the treatment 1, it was used Ca(ClO)₂ as a disinfectant; for treatment 2, it was used Ca(ClO)₂ added with an adjuvant algicide, not revealed by the company; in the treatments 3 and 4, it was used the same disinfectant formula which includes Na-DCI and copper sulfate as adjuvant 0.5-0.7% (v/v); in this case, the products are similar but have different trademarks, which were not disclosed by the supplier company, and in the treatment 5 it was used a disinfectant composed just by Na-DCI.

Fonte: ALMEIDA, SANTOS, MIRANDA, PITOMBO, et al, 2021.

Os experimentos foram realizados em triplicata para cada tratamento. No tratamento 1, foi utilizado $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ como desinfetante; para o tratamento 2, foi utilizado $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ adicionado de algicida adjuvante, não revelado pela empresa; nos tratamentos 3 e 4, foi utilizada a mesma fórmula desinfetante que inclui Na-DCI e sulfato de cobre como adjuvante 0,5-0,7% (v/v); neste caso, os produtos são semelhantes, mas possuem marcas diferentes, que não foram divulgadas pela empresa fornecedora, e no tratamento 5 foi utilizado um desinfetante composto apenas por Na-DCI.

4 CONCLUSIONS

All products showed a statistically similar effect against the bacterial water quality indicators after 30 minutes of application. However, after 22 hours, the products based on Na-DCI were more efficient in the control of total coliforms and *Pseudomonas aeruginosa*, the products based on sodium dichloroisocyanurate enables the effect of chlorine for a prolonged time. Resistance to light exposure and differential dissociation of HClO, which is dependent of pH, might have influenced this result. Therefore, we conclude that recommended pH ranges should be adjusted considering the compound dissociation kinetics.

The fungus *C. albicans* was not considered a good indicator of quality due to the difficulty of growth in the mesocosms conditions.

The disinfectant products without additives did not present algicide action. Demonstrating the efficiency of additives when associated with bactericidal compounds.

Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.5, p. 50847-50863 may. 2021

*Todos os produtos apresentaram efeito estatisticamente semelhante contra os indicadores de qualidade da água bacteriana **após 30 minutos de aplicação. Porém, após 22 horas, os produtos à base de Na-DCI foram mais eficientes no controle de coliformes totais e Pseudomonas aeruginosa, os produtos à base de dicloroisocianurato de sódio possibilitam o efeito do cloro por tempo prolongado.** A resistência à exposição à luz e a dissociação diferencial do HClO, que é dependente do pH, podem ter influenciado neste resultado. Portanto, concluímos que as faixas de pH recomendadas devem ser ajustadas considerando a cinética de dissociação do composto.*

*O fungo *C. albicans* não foi considerado um bom indicador de qualidade devido à dificuldade de crescimento nas condições dos mesocosmos.*

Os produtos desinfetantes sem aditivos não apresentaram ação algicida. Demonstrando a eficiência dos aditivos quando associados a compostos bactericidas.

IV.1- A interferência do ácido cianúrico no processo de desinfecção

Veja como uma empresa se porta para lançar ao mercado uma informação que é de seu interesse, para criar uma posição sobre um parâmetro químico, cuja concentração pode interferir sobre o(s) produto(s) que tem interesse em vender. O pior é que algum(ns) passam a reproduzir esse nível de concentração como uma verdade, apesar dela ser definida em função do seu interesse comercial, **sem nenhuma sustentação científica.**

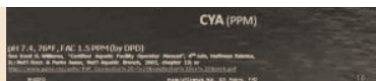


<https://blog.orendatech.com/cyanuric-acid>

Fonte: ORENDA, 2020.

No caso de uma liberação fecal acidental (AFR), o CDC publicou um limite recomendado para ácido cianúrico (CYA) em 15ppm para piscinas comerciais. A grande maioria das piscinas ao ar livre na América já tem muito mais de 15 ppm de CYA, então o que pode ser feito?

While the CDC's recommended limit is 15 ppm for a commercial pool, the ideal sunlight protection is around 30 ppm. We at Orenda recommend no more than 50 ppm CYA, because as you can see from the chart at the beginning of this article, the vast majority of chlorine is already protected at 30 ppm. Given that pH no longer controls the strength of chlorine in a pool with stabilizer present, managing the free chlorine to cyanuric acid ratio (FC:CYA) becomes paramount. 50 ppm is manageable, but when you get higher than 50, it becomes more challenging to maintain effective sanitization.



Fonte: ORENDA, 2020.

Enquanto o limite recomendado pelo CDC é de 15 ppm para uma piscina comercial, a proteção solar ideal é de cerca de 30 ppm. NÓS DA ORENDA RECOMENDAMOS NÃO MAIS QUE 50 ppm de CYA, porque como você pode ver no gráfico no início deste artigo, a grande maioria do cloro já está protegida em 30 ppm. Dado que o pH não controla mais a força do cloro em uma piscina com estabilizador presente, o gerenciamento da proporção de cloro livre para ácido cianúrico (FC:CYA) torna-se primordial. 50 ppm É GERENCIÁVEL, MAS QUANDO VOCÊ FICA ACIMA DE 50, TORNA-SE MAIS DESAFIADOR MANTER UMA HIGIENIZAÇÃO EFICAZ.

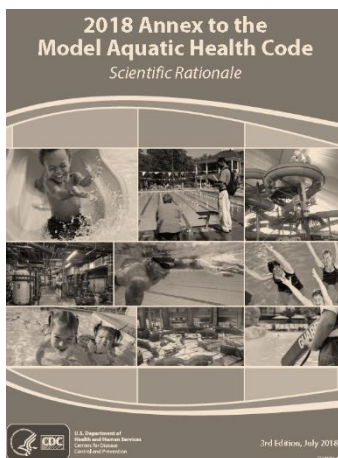
A new way of thinking

In our opinion at Orenda, the cyanuric acid conversation offers our industry a new way of thinking. It also offers pool owners who have been struggling with algae and other problems another reason to switch to a non-stabilized chlorine. We are not saying stabilized chlorines are obsolete, but we question whether or not they should be used as a primary chlorine all season long. Perhaps a better approach is to start the season with trichlor until the CYA gets to the ideal level (below 50 ppm at the most), then switch to something else, like cal hypo or liquid chlorine.

Fonte: ORENDA, 2020.

EM NOSSA OPINIÃO NA ORENDA, A CONVERSA SOBRE O ÁCIDO CIANÚRICO OFERECE À NOSSA INDÚSTRIA UMA NOVA MANEIRA DE PENSAR. Também oferece aos proprietários de piscinas que lutam com algas e outros problemas **OUTRO MOTIVO PARA MUDAR PARA UM CLORO NÃO ESTABILIZADO.** Não estamos dizendo que os cloros estabilizados são obsoletos, mas questionamos **se eles devem ou não ser usados como cloro primário durante toda a temporada.** Talvez uma abordagem melhor seja começar a temporada com tricloro até que o CYA **atinga o nível ideal (abaixo de 50 ppm no máximo),** depois mude para outra coisa, como hipocloro ou cloro líquido.

Veja a seguir, quando se consulta os textos das publicações originais, como a empresa distorce a informação, **quando afirma que o CDC indica 15 ppm para uma piscina comercial** e cita **um gráfico apresentado na publicação.**



2018 MAHC ANNEX	5.0 Facility Operation & Maintenance	142
5.7.3.1.3.1 Cyanuric Acid		
a SAFETY factor of 2 so that 2 ppm is the minimum concentration of using stabilized products. More data are needed to understand the impact of increasing cyanurate levels on pathogen inactivation to assess what this level should be. Until that time, the MAHC first adopted a concentration of less than or equal to 100 ppm, as has the World Health Organization ⁴⁵¹ . The maximum allowable CYA value was reduced from 100 ppm to 90 ppm to avoid the need for operators to make dilutions since 100 ppm is the maximum level measured in the test. The		

Fonte: CDC, 2018, 2023.

MAIS DADOS SÃO NECESSÁRIOS PARA ENTENDER O IMPACTO DO AUMENTO DOS NÍVEIS DE CIANURATO NA INATIVAÇÃO DE PATÓGENOS PARA AVALIAR QUAL DEVE SER ESSE NÍVEL. Até então, o MAHC adotava pela primeira vez uma concentração menor ou igual a 100 ppm, assim como a Organização Mundial da Saúde⁴⁵¹. **O VALOR MÁXIMO DE CYA PERMITIDO FOI REDUZIDO DE 100 PPM PARA 90 PPM PARA EVITAR A NECESSIDADE DOS OPERADORES FAZEREM DILUIÇÕES, POIS 100 PPM É O NÍVEL MÁXIMO MEDIDO NO TESTE.**

2018 MAHC ANNEX	5.0 Facility Operation & Maintenance	144
Research		
Though the data shows CYA use increases the inactivation time of many pathogens, the MAHC recommends a study is conducted on specific pathogens and inactivation rates at differing CYA levels, up to at least 200 ppm (mg/L). New <i>Cryptosporidium</i> inactivation data demonstrate that, at higher levels of cyanurate, inactivation is		

Fonte: CDC, 2018, 2023.

Embora os dados mostrem que o uso de CYA aumenta o tempo de inativação de muitos patógenos, O MAHC RECOMENDA QUE UM ESTUDO SEJA REALIZADO EM PATÓGENOS ESPECÍFICOS E TAXAS DE INATIVAÇÃO EM DIFERENTES NÍVEIS DE CYA, ATÉ PELO MENOS 200 ppm (mg/L).

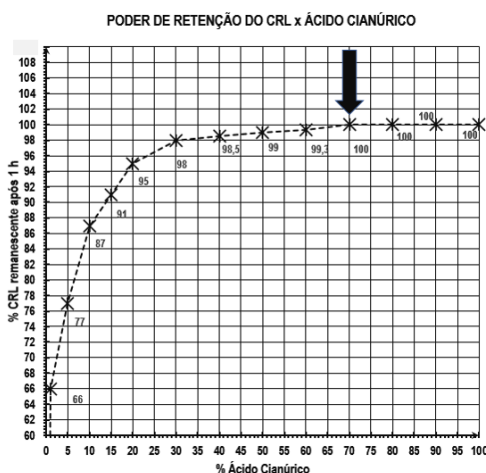
A publicação de ORENDA (2020) cita um gráfico na sua publicação para justificar o valor indicado unilateralmente de 50 ppm como referência: “...você pode ver no gráfico no início deste artigo, a grande maioria do cloro já está protegida em 30 ppm...” (ORENDA, 2020).

CYA, Benefactor or Bomb ~ Copyright, Kent Williams, December 12, 1997, Newcastle, California

Cyanurics ~

Benefactor or bomb?
 by Kent Williams, Executive Director of the Professional Pool Operators of America

Another surprise: As effectiveness (in terms of ORP) is lost with rising cyanuric concentration, a flattening of the curve occurs around 70 ppm CYA; here's where no appreciable additions of chlorine will make *any* difference in the resultant level of ORP! Look at the three short curves in Figure 1 as they



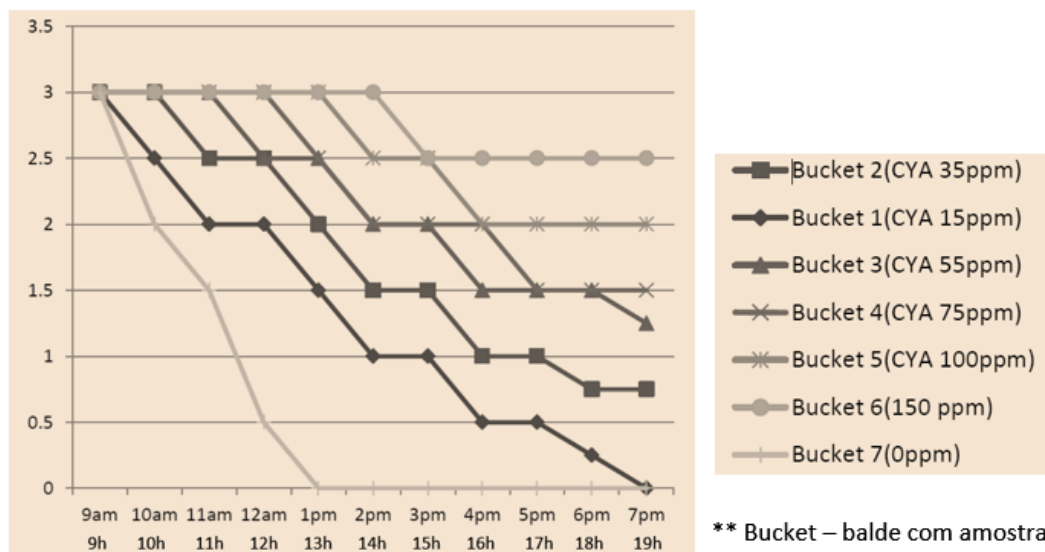
*Outra surpresa: Como eficácia (em termos de ORP) é perdido com o aumento da concentração de cianúrico, **UM ACHATAMENTO DA CURVA OCORRE EM TORNO DE 70 ppm CYA**; aqui é onde não há acréscimos apreciáveis de cloro fará qualquer diferença no nível resultante de ORP!*

FONTE: Adaptado WILLIAMS, 1997.

A empresa literalmente alterou a informação da publicação original, que, informa que achatamento da curva inicia em torno de 70 ppm de CYA!!

Mais uma publicação científica que literalmente contradiz a informação da ORENDA (2020) que o nível ideal para proteção do CRL é “50 ppm de CYA”, é a pesquisa relativa, a uma dissertação para receber o título de “**Master of Environmental Assessment**”, de ASKINS (2013) com título “*Cyanuric Acid in Commercial Swimming Pools and its Effects on Chlorine’s Staying Power And Oxidation Reduction Potentials*”.

No gráfico a seguir, nota-se que, na concentração de **100 ppm de ACY, teríamos a redução de 3 para 2,5 ppm em 6 hs de exposição, uma perda de 16,66%; a redução de 3 para 2 ppm em 10 h, perda de 33,33%**. Enquanto a perda com a presença de 75 ppm de ACY chega a 50% do valor de CRL, reduz de 3 para 1,5 ppm em 10h. A perda com 55 ppm, redução de 3 para 1,25 ppm, em 10 h, perda de 41,66%.



Fonte: ASKINS, 2013.

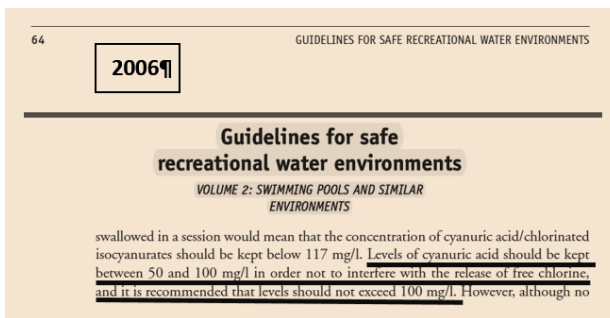
FIGURA 19- Gráfico de leituras de cloro residual livre em relação aos níveis de ácido cianúrico durante um período de 10 horas de exposição aos raios ultravioleta (dados retirados do teste realizado em 07/04/13).

PORQUE O ÁCIDO CIANÚRICO MÁXIMO NÃO PODE SER 100 ppm?

R: PORQUE A ORENDA DECIDIU NA CONVERSA INTERNA SOBRE O ÁCIDO CIANÚRICO OFERECER À NOSSA INDÚSTRIA UMA NOVA MANEIRA DE PENSAR, QUE 50 ppm É GERENCIÁVEL, MAS QUANDO VOCÊ ULTRAPASSA 50, TORNA-SE MAIS DESAFIADOR MANTER UMA HIGIENIZAÇÃO EFICAZ!! Afirmação da ORENDA é totalmente contraditória às pesquisas apresentadas, as quais, não tem vinculação com o interesse comercial.

NÃO EXISTE NENHUMA PESQUISA SEM INTERESSE COMERCIAL QUE COMPROVE QUE 50 ppm SEJA O LIMITE ACEITÁVEL MÁXIMO PARA O TEOR DE ÁCIDO CIANÚRICO!!

As publicações a seguir indicam como referência o nível de 100 ppm para o ácido cianúrico. Nota-se que a referência WHO (2006) indica como referência para a concentração de ácido cianúrico (ACY) na água da piscina 100 mg ACY/L (100 ppm).



... Os níveis de ácido cianúrico devem ser mantidos entre 50 e 100 mg/l para não interferir na liberação de cloro livre, e recomenda-se que os níveis não ultrapassem 100 mg/l...

QUADRO 5- Valor indicado para a concentração de ACY, por instituições/organizações e épocas diferentes.

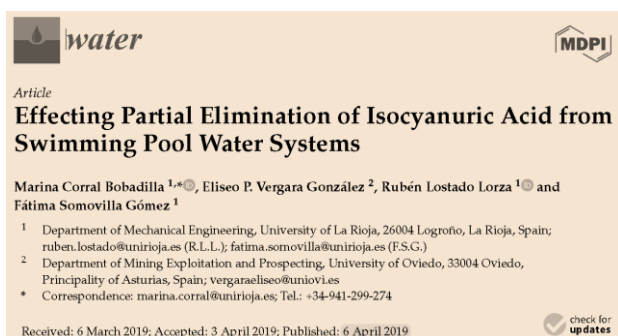
Organização / Instituição	Valor máximo indicado (mg ACY/L) (ppm)
CDC	100 (CDC, 2006)
WHO	100 (WHO, 2006)
"Ten State" Standard	100 (GREAT LAKES, 1996)

CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services

WHO - World Health Organization

GREAT LAKES: Upper Mississippi River Board of State and Provincial Public Health and Environmental Managers, Illinois, Indiana, Iowa, Michigan, Minnesota, Missouri, New York, Ohio, Ontario, Pennsylvania, Wisconsin.

Fonte: ANSI/APSP, 2009, 2018; APSP, 2014.



Fonte: BOBADILLA, GONZÁLEZ, LORZA, GÓMEZ, 2019.

Abstract: It is essential to disinfect the water in swimming pools in order to deactivate pathogenic microorganisms. Chlorination of swimming pool water provides rapid and long-lasting disinfection, but leads to the formation of potentially toxic compounds, including isocyanuric acid, that are used to stabilize chlorine in pool water. Hygiene and health guidelines require an isocyanuric acid concentration in swimming pools of 25 to 75 ppm and that there be no level in excess of 100 ppm.

As diretrizes de higiene e saúde exigem um ácido isocianúrico na concentração em piscinas de 25 a 75 ppm e que não exista nível superior a 100 ppm.

Water 2019, 11, 712 2 of 12

Isocyanuric acid has received recognition for this ability but has also received the blame for over stabilization which reduces chlorine’s effectiveness. This loss in effectiveness could possibly result in recreational water emerging diseases due to water quality standards being compromised. Thus, an isocyanuric acid level of 25–75 ppm is recommended with an upper limit of 100 ppm [27]. Thus, most health and hygiene regulations require a purge and daily renewal of 5% of fresh water in the pool to remove the excess isocyanuric acid. The fresh water is obtained from network water.

27. De Macedo, J.A. O estado da arte da relação ácido cianúrico e superestabilização. *Revista Controle da Contaminação* 2003, 6, 32–38.

Fonte: BOBADILLA, GONZÁLEZ, LORZA, GÓMEZ, 2019.

Assim, um nível de ácido isocianúrico de 25-75 ppm é recomendado com um limite superior de 100 ppm [27].

A referência BLATCHLEY III, FALK, KUECHLER (2018) apresenta em webinar a **melhor relação entre as concentrações de CYA/CRL ≤ 20**, para eliminar a interferência do ácido cianúrico no processo de desinfecção.

Welcome to the Model Aquatic Health Code Network Webinar

Cyanuric Acid: It's Not Just About Crypto
 Featured Presenter: Richard Falk, CYA Ad-Hoc Committee Member of the CMAHC
 Tuesday, January 30th, 2018

Thank you for your interest and attendance!

Please use your computer speakers to listen to today's presentation

Due to the number of attendees, please only submit questions and comments via the chat box

We will begin at 1:00 PM Eastern

NACCHO

Cyanuric Acid Ad Hoc Committee Report

E.R. Blatchley III, Richard Falk, Tom Kuechler, Ellen Meyer, Stan Pickens, Laura Suppes, Roy Vore
 Sponsors: Michael Beach, Doug Sackett

CMAHC
 Driven by your expertise.

How to maintain a 20 CYA/FC ratio

CYA (ppm)	FC (ppm as Cl ₂)
≤20	1.0
30	1.5
40	2.0
50	2.5
60	3.0
70	3.5
80	4.0
90	4.5

CMAHC
 Driven by your expertise.

<https://www.naccho.org/uploads/downloadable-resources/January-2018-MAHC-Webinar.pdf>

CYA = Ácido cianúrico

FC = Cloro Residual

Fonte: BLATCHLEY III, FALK, KUECHLER, 2018.

A concentração de CRL é definida pela divisão da **concentração de CYA por 20**, o resultado é nível de CRL a ser utilizado para neutralizar qualquer interferência do ácido cianúrico.

70 ppm ACY →	$\frac{CYA}{CRL} \leq 20$	$\frac{70}{CRL} \leq 20$	3,5 mg CRL/L = 3,5 ppm CRL
30 ppm ACY →	$\frac{CYA}{CRL} \leq 20$	$\frac{30}{CRL} \leq 20$	1,5 mg CRL/L = 1,5 ppm CRL
100 ppm ACY →	$\frac{CYA}{CRL} \leq 20$	$\frac{100}{CRL} \leq 20$	5 mg CRL/L = 5 ppm CRL

IV.2- O Cloro é um vilão? O cloro é um assassino?



Paracelsus – 1493 a 1541

“Todas as substâncias são venenos e não existe nenhuma que não seja. O que diferencia o medicamento de um veneno é a dose.”

Sem uma legislação rígida, sem fiscalização, sem o devido monitoramento de especificações químicas da água da piscina, **sem responsáveis técnicos com conhecimentos na área de Química**, para definir medidas preventivas para evitar acidentes, somente resta, a afirmação:

“A culpa é do cloro, pois está na água da piscina errada e na hora errada!”

Indica-se que leiam o texto de uma publicação que está disponível na internet.

13. O cloro é o maior mutilador e assassino de humanos dos tempos modernos. Embora impedido epidemias de uma doença, foi criando outra. Há quatro décadas, após o início da cloração nossa água potável em 1904, **a epidemia de problemas cardíacos, câncer, leucemia, senilidade e outras doenças graves começaram**”.

Fonte: DIGITALWATER, 2022.

A leitura nos apresenta **um perigoso produto químico** que está no nosso dia a dia e seu uso é catastrófico!!

O marketing usa esse texto como referência e como crítica ao dito “cloro”, por interesses puramente comerciais, mas, **omite de maneira rotineira e proposital o título da referida publicação**, pois a exposição/ingestão **EM EXCESSO** de qualquer substância química traz consequências a saúde do usuário. Até água, se beber demais morre afogado!!

“EXCESSO DE CLORO NA ÁGUA E OS RISCOS PARA A SAÚDE HUMANA”

Fonte: DIGITALWATER, 2022.

Novamente, citamos, o médico, alquimista, físico, astrólogo e ocultista suíço-alemão **Paracelsus** (1493-1541) afirma: **“Todas as substâncias são venenos e não existe nenhuma que não seja. O que diferencia o medicamento de um veneno é a dose”**. Como já citado, até **a água**, se beber demais você morre afogado! A Química é vida, mas se utilizada **sem o devido conhecimento** e com dosagens incorretas se torna um problema, como os relatos a seguir.

Veja a pesquisa desenvolvida pelo Dr. Jim Potts em 1994 [POTTS (1996) apud DELGADO, 2013; apud BASTOS, 2020] com estudantes e atletas de natação para a British Columbia University no Canadá. Os resultados respiratórios são surpreendentes. Entre os

atletas estudados estão: bronquite (24,9%), febre do feno (tipo de rinite alérgica) (16,9%), asma (13,4%), pneumonia (10,2%) e outros problemas (8,4%). A pesquisa envolveu 544 alunos/nadadores, ou seja, 73,8% dos entrevistados disseram ter desenvolvido problemas respiratórios e isso estaria associado ao aumento da exposição a produtos irritantes na química da piscina. Os sintomas da chamada febre de feno incluem: nariz ralo (escorrendo líquido), olhos sarnentos, vermelhos (conjuntivite alérgica), espirros, garganta sarnento, nariz, orelhas e boca, tosse, dor de cabeça, dor de ouvido, fadiga.

A pesquisa comprova que os produtos químicos utilizados no tratamento da água da piscina estavam, sem nenhuma dúvida, **em excesso e/ou utilizados de maneira errada**.

Veja a afirmação de DELGADO (2013) e BASTOS (2020), com base na pesquisa de POTTS (1996), sobre piscinas cobertas:

“Piscinas cobertas são realmente biosferas artificiais mal acabadas. As falhas do sistema operacional no controle da qualidade da água e do ambiente interno são as principais responsáveis por todos os problemas. Podemos até excluir o cloro. Vamos ver como isso acontece. O cloro puro dificilmente é respirado na piscina, o que na verdade é inalado são as cloraminas. Eles representam um subproduto da reação do cloro com a água suja de materiais orgânicos (urina, suor, secreções corporais, etc.). A inalação de cloraminas causa irritação do trato respiratório e o contato com ar cloraminado causa irritação nos olhos e coceira na pele.” (grifo nosso)

Outra questão muito importante, que deve, novamente, ser ressaltada, é o conhecimento técnico na área de Química dos funcionários responsáveis pelo tratamento da água da piscina, **na maioria esmagadora** esses funcionários **são leigos e atuam empiricamente**, ou seja, **não tem nenhuma formação e/ou conhecimento na área de Química** para realizarem tais atividades.

Veja a seguir relatos de acidentes ocorridos recentemente **por falta de conhecimento químico**.

Exemplo 1:

Outra notícia **“Alunos sofrem intoxicação por cloro em piscina de escola federal em Fortaleza”** (G1, 2018). Um grupo de alunos e um funcionário sofreu intoxicação por cloro quando participava de uma aula de natação no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) em Fortaleza. Segundo um policial informou ao **G1**, os estudantes passaram mal devido à intoxicação e "aparentemente sofreram queimaduras". Cinco foram mais atingidos e foram levados ao hospital Instituto Doutor José Frota (IJF), no Centro de Fortaleza. Duas pessoas foram levadas a uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA) e outras duas a clínicas particulares. Como a exposição foi mais respiratória, os pacientes apresentaram sintomas de falta de ar e tosse. A pessoa que ficou mais próxima é que teve um problema maior nos olhos, ele teve reação ocular mais intensa", explicou o farmacêutico Tiago Moura, do IJF, que ajudou no atendimento aos alunos. Ainda segundo o IFCE, havia baldes com cloro no entorno da piscina; quando os alunos mergulharam no local, a água respingou nos baldes, o que ocasionou uma reação química que gerou muita fumaça. A fumaça, de acordo com o IFCE, intoxicou as pessoas que estavam no entorno.

Exemplo 2:

Veja a notícia “Morre aluno intoxicado com cloro em academia de natação de Campinas”, o gás teria sido formado com a mistura de dois produtos usados para limpeza da água da piscina, que liberou o gás cloro. Um funcionário da academia teria feito a mistura, que começou a borbulhar e soltar o gás. O aluno da academia e, assim como outras pessoas presentes no recinto, inalou o gás. Ele desmaiou ao chegar ao vestiário. O gás tóxico teria provocado lesão nos pulmões. A academia publicou nota nas redes sociais solidarizando-se com os alunos vítimas de inala o de produto químico. Afirmou que o gás foi provavelmente derivado do cloro usado no tratamento da piscina e que o produto estava sendo preparado para ser colocado na água ao fim da aula. Na nota, informa que contratou empresa especializada para apurar as causas do acidente e que está   disposi o para colaborar com os órgãos competentes (CARVALHO, 2018; EXTRA-GLOBO, 2018). A Prefeitura autuou a empresa já que, segundo ela, a academia não tem licença de funcionamento, foram nove pessoas intoxicadas, e uma delas faleceu (BERENGUEL, 2018).

No acidente chama aten o duas situa es, a situa o irregular da academia e somente depois de intoxicar 9 pessoas, com uma morte o estabelecimento contratou uma empresa especializada para apurar as causas do acidente. Se a empresa possuísse um profissional com conhecimento de Química e fosse o responsável pelo processo de tratamento da água essa situa o dificilmente teria ocorrido.

Resta somente, repetir o jargão utilizado pelo marketing, novamente afirmar: **“A culpa   do cloro, pois está na água da piscina errada na hora errada!”**

IV.3- A verdadeira História do uso de derivados clorados quando utilizados na dose correta

Fica muito claro nas redes sociais a **TIQ** (Transferência de Informa o Química) envolvendo derivados clorados (“Cloro”) existe a tentativa de **descaracterizar** a sua a o, colocando-o como um terrível devastador da saúde dos usuários para comercialmente valorizar outras substâncias químicas e/ou sistemas.

Como já citado, apresentam o “CLORO” como **“o maior mutilador e assassino de humanos dos tempos modernos”**, mas não reportam/citam o título da publica o que  : **“o EXCESSO de cloro na água e os riscos para saúde humana”**. Logicamente, em nenhuma publica o coloca quais os níveis de cloro residual que tal devasta o da saúde ocorre e **NÃO INDICAM** quais níveis de Cloro Residual devem ser aplicados para garantir a segurança microbiológica para a saúde dos usuários. Não citam a c ebre afirma o de Paracelsus: **“Todas as substâncias são venenos e não existe nenhuma que não seja. O que diferencia o medicamento de um veneno   a dose”!**

Nas redes sociais nos deparamos com uma **proposta de tratamento que retira o CRL da água potável**, com a afirma o que   prejudicial   saúde. Mas, não informa qual   a concentra o que acarreta prejuízos a saúde. Em resumo: se ocorrer uma contamina o no reservatório de água, os usuários estariam completamente desprotegidos de uma contamina o microbiológica. Outra publica o reafirma que **usar o cloro na desinfec o de alimentos não faz bem para a saúde**, novamente, não informa qual(is) o(s) nível(is) de “cloro” que causa(m) prejuízos   saúde. Afirma ainda, que **“o contato do CLORO com os MICRORGANISMOS produz subprodutos cancerígenos”, o QUE NÃO   VERDADE, a**

formação de subprodutos clorados não tem como precursores os microrganismos!!

OBS: Se for de interesse podemos colocar a mensagem original na qual poderá ser identificado o autor.

O segundo é um de carvão ativado que remove principalmente o residual de cloro (que é muito ruim para nossa saúde) e com isso ajuda na remoção de odor e sabor.

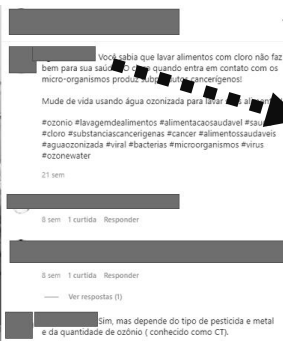
Aí por última tem o filtro de casca de coco que complementa a retirada de cloro, odor e sabor.

(03/03/2022)

(18/01/2022)

Você sabia que lavar alimentos com cloro não faz bem para sua saúde? O cloro quando entra em contato com os micro-organismos produz subprodutos cancerígenos!

Mude de vida usando água ozonizada para lavar seus alimentos!



PROPAGANDA DO OZÔNIO:

Afirma que, o contato do “CLORO” com os MICROORGANISMOS produz SUBPRODUTOS CANCERÍGENOS, O QUE NÃO É VERDADE, a formação de subprodutos clorados não tem como precursores os microrganismos!!

As incoerências da afirmação de que microrganismos reagem com CRL (HClO/ClO^-) e formam subprodutos cancerígenos, que permitem perguntas como:

- 1- Qual a dose de “cloro” (CRL) que gera a reação de microrganismos para formar subprodutos cancerígenos?
- 2- Essa formação de subprodutos cancerígenos ocorre na reação com todos os microrganismos?

Somente em **1 g de fezes existem 10 bilhões de microrganismos** (NAKAMURA, PINTO, DIAS, MARTINS JÚNIOR, LAGOA, 2009), essa massa de fezes em uma água de piscina é fácil de alcançar pois a maioria dos frequentadores não toma banho antes de entrar na piscina, **SE VERDADE A AFIRMAÇÃO AS ATIVIDADES NAS ÁGUAS DE PISCINAS SERIAM A EXPOSIÇÃO AO MAIOR FATOR DE RISCO PARA ADQUIRIR CÂNCER!!**

EXPLICAÇÃO DOS MALEFÍCIOS DO CLORO DAS PISCINAS - HALÓGENOS -

Não haverá mudança brusca na legislação mundial em relação ao CLORO.

A mesma luta que os países, que a sociedade, teve para derrubar o a indústria do TABACO, teremos para com o a indústria do CLORO.

FIM



PISCINA TRATADA COM CLORO OU IONIZADOR?

Problemas cardíacos
Aumento do colesterol ruim
Descontrole na pressão arterial
Má circulação
Doenças cardiovasculares
Problemas de Pele
Alergias
Urticárias
Manchas
Descoloração
Problemas respiratórios
Alergias
Tosse
Queimação
Falta de ar
Baixa capacidade pulmonar
Doenças crônicas
Bronquite
Asma
Hipotireoidismo
Náuseas e indigestão frequentes
Aumento da probabilidade de câncer

As duas imagens anteriores, uma representa o marketing utilizado na propaganda e a outra é parte de uma apresentação com explicações **sobre os malefícios do “cloro”**, chegam a comparar o tabaco com o uso dos derivados clorados, para valorizar o sistema/produto químico que desejam comercializar, que é o ionizador de Cu/Ag.

Em função das diversas publicações nas redes sociais, apresenta-se a seguir, **como informação**, a história do uso de derivados clorados (“o cloro”) com relação a evolução da qualidade de vida da saúde pública, nota-se claramente que a utilização **em níveis corretos não existe nenhum risco a saúde**, todas as informações são baseadas em referências bibliográficas desvinculadas do interesse comercial.

O uso de derivados clorados, **na dosagem correta**, no processo de desinfecção resultou na melhoria da qualidade de vida das populações abastecidas por água tratada.

Alguns exemplos podem ser citados:

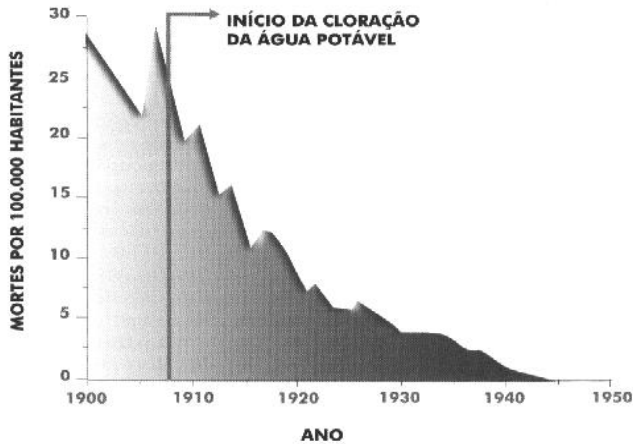
a) a partir de 1908 com início da chamada "cloração da água potável" reduziu-se a mortalidade por febre tifóide nos Estados Unidos em 40% (Figura 1). Inúmeras referências podem ser encontradas atestando os significativos efeitos benéficos de desinfecção. Em 1900 a taxa de mortalidade de febre tifóide foi de 36 por 100.000 habitantes. Essa relação caiu para 20 por 100.000 em 1910 e para 3 por 100.000 em 1935 [LAUBUSCH (1964), TIERNAN (1948) apud FREESE, NOZAIC, 2004].

b) de 1900 a 1920, a perspectiva de vida nos Estados Unidos cresceu 19%, ou seja, passou de 47 para 56 anos (Figura 2);

c) Em 1910 ocorria nos Estados Unidos uma média de 450 surtos de doenças de veiculação hídrica por ano e existiam no país em torno de 20 estações de tratamento de água já implantadas; no ano de 1960 ocorreram, em média, 10 surtos de doenças de veiculação hídrica e existiam no país quase 10.000 estações de tratamento de água que utilizavam o processo de desinfecção com derivados clorados (Figura 3);

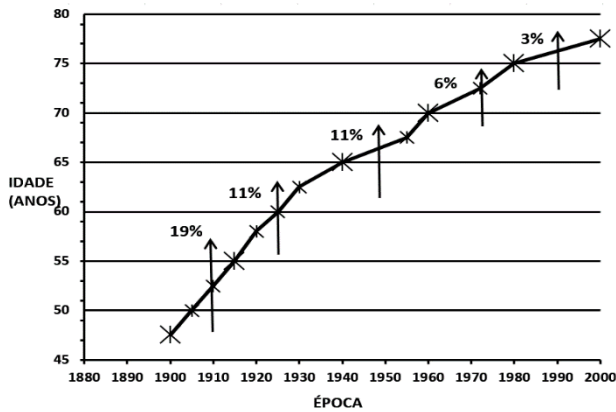
d) Em 1991, a cólera causou a morte de milhares de habitantes do Peru, a origem da doença a suspensão do processo de desinfecção por derivados clorados no tratamento de água potável, pela interpretação incorreta de uma diretiva da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), sendo que as autoridades peruanas ignoraram todos os trabalhos científicos sobre o desenvolvimento de biofilme bacteriano, cuja formação é facilitada pela falta de um nível de cloro residual. Outros casos de surto de cólera veiculados pela água, em países como Itália, Albânia e Ruanda foram erradicados pelo processo de desinfecção com uso de derivados clorados (ACC, 2008; ZARPELON, 2001).

Evolução da qualidade de vida da humanidade pelo uso dos derivados clorados



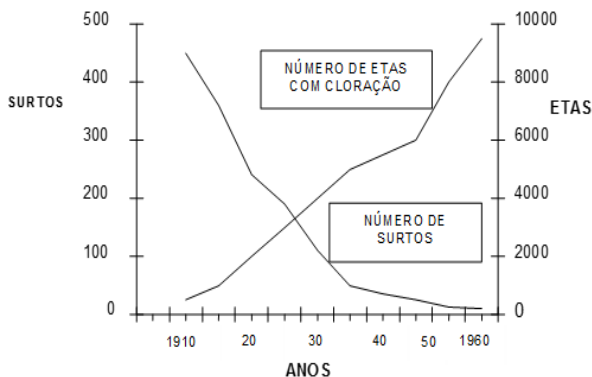
Fonte: CHRISTMAN, 1998, 1998a; CHRISTMAN, GHASSEMI, 1996; FREESE, NOZAIC, 2004; GRUBER, LI, SANTOS, 2001; ACC, 2008.

FIGURA 1- Redução do número de casos fatais de febre tifóide nos Estados Unidos de 1900 a 1950 após implantação de sistema de desinfecção pelo uso de derivados clorados.



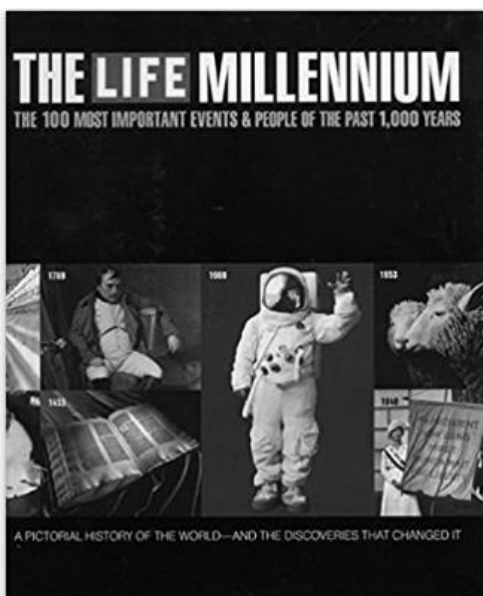
Fonte: CHRISTMAN, 1998, 1998a; GRUBER, LI, SANTOS, 2001

FIGURA 2- Crescimento da expectativa de vida nos USA após a utilização do processo de desinfecção de água.



F Fonte: LEME, 1980.

FIGURA 3- Médias anuais de surtos de doenças de veiculação hídrica, entre 1910 e 1960, relacionadas ao número de ETA's com cloração, nos Estados Unidos.



LIFE MAGAZINE. The Life Millennium: The 100 Most Important Events and People of the Past 1000 Years. Friedman R (ed.). New York: Time-Life Books. 1998.



REVISTA VEJA. Milênio – Os 100 fatos que mudaram o mundo do ano de 1001 até hoje. Revista VEJA, ano 31, n.51, 1682A. Janeiro de 2001.

O processo de **PURIFICAÇÃO DA ÁGUA ATRAVÉS DA FILTRAÇÃO E CLORAÇÃO** foi considerado pelas revistas "*Life Magazine*" e "*Veja*", edição especial do Milênio, **como um dos 100 fatos (46º) que mudaram o mundo de 1001 até 2000**, e com certeza se encontra entre os avanços **MAIS IMPORTANTES DO MILÊNIO NA ÁREA DE SAÚDE PÚBLICA** (REVISTA VEJA, 2001; LIFE MAGAZINE, 1998; FREESE, NOZAIC, 2004).

IV.3.1- A tentativa de vinculação da dita “cloração” com a formação de bromato (BrO₃⁻)

Inicialmente é importante ressaltar que, a afirmação de que **“o subproduto do processo de desinfecção com ozônio é o oxigênio dissolvido”** é uma clara afirmação vinculada a **FAKE-QUÍMICA**, os **subprodutos da desinfecção com ozônio** são o **“BROMATO (BrO₃⁻)”** e a **“NDMA (N-nitrosodimetilamina)”**, ambos reconhecidos pela **IOA (The International Ozone Association)**.

E muito claro que o(s) marqueteiro(s) da(s) empresa(s) que vendem ozonizador, querem a todo custo vincular uma relação íntima da BROMATO com a CLORAÇÃO, **em função da tentativa de vincular o BROMATO com a CLORAÇÃO, citam/marcam informações NOS TÍTULOS de publicações**, como referência, para induzir principalmente piscineiros, a uma interpretação equivocada dessa relação, **MAS**, quando o texto é avaliado na íntegra logo descobre-se que a literatura científica não indica a possibilidade de formação do bromato no processo de cloração.

No Brasil foi citada uma publicação que indica uma referência bibliográfica, relativa a presença de bromato na constituição dos derivados clorados (MACEDO, 2021), é um vídeo que apresenta tabelas da publicação CANADA (2016), cuja transcrição da fala do autor do vídeo se apresenta a seguir.

Transcrição *ipsis litteris* de parte da fala do vídeo.

16min05s -17min49s:

<https://www.youtube.com/watch?v=1RzCWKjdSzc&t=1077s>

“A principal fonte do brometo é o sal de cozinha, uma das principais fontes, porque esse sal de cozinha, ele está na água do mar, da onde é retirado o sal, e a concentração de brometos é aproximadamente 65 mg/L, então o sal de cozinha traz junto o brometo, por isso que uma das fontes de brometo é considerado, o sal de cozinha, todo mundo usa no seu dia a dia e depois isso vai para nossa descargas e esgotos sanitários indo para o lençol freático e quando chega nas estações de tratamento de água, elas não retiram cloreto e nem brometo isso retorna para nossa casa. Logicamente se você encher uma piscina com as águas provenientes de poços ou provenientes das estações de tratamento você vai com certeza estar acrescentando algum brometo nessa água.

O Canadá naquele documento específico para água potável envolvendo o bromato, nós temos uma situação que ela indica que os compostos clorados no caso o hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio podem trazer na sua constituição bromato e os valores indicados são esses e também eles estimam qual é a concentração de bromato numa água de beber vinculada em micrograma/litro vinculada a cada um dos produtos citados, então o bromato pode já estar pronto dentro da própria água da piscina.” (grifo nosso)

Nota-se claramente que o autor MACEDO (2021) simplesmente apresenta as tabelas da referência bibliográfica (CANADA, 2016), com os referidos valores, **não ressalta qualquer avaliação dos valores apresentados ou os compara com qualquer especificação legal para nível de bromatos.**

A seguir será realizada uma avaliação nos valores apresentados nas tabelas da referência bibliográfica CANADA (2016) e do conteúdo da publicação.

É importante ressaltar, que a publicação dita “científica” CANADA (2016), de quase uma década passada, é **claramente tendenciosa** e com várias contradições em suas afirmações e nos resultados apresentados, **no que tange a relação “Bromato x**

Hipocloritos”, cujo texto se auto contradiz, tenta vincular tal relação com base em referência **de mais de 30 anos (será comentado mais no final) e não CONFIRMA a relação, “sugere”!**

Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document

6

2012, 2013). At present, the weight of evidence suggests that the ozonation of bromide-containing waters and the use of hypochlorite solutions are the primary sources of exposure to bromate in drinking water.

Atualmente, **O PESO DA EVIDÊNCIA SUGERE** que a ozonização de águas contendo brometo e **O USO DE SOLUÇÕES DE HIPOCLORITO SÃO AS PRINCIPAIS FONTES DE EXPOSIÇÃO AO BROMATO NA ÁGUA POTÁVEL.**

O bromato é considerado por diversas referências bibliográficas como sendo um subproduto da utilização da ozonização, ressaltam que a formação de bromato tem sido a principal barreira no uso de ozônio para tratamento de água onde a **água da fonte contém brometo**, especialmente devido às metas desafiadoras definidas para a concentração máxima permitida de bromato (MAGAZINOVIC, NICHOLSON, MULCAHY, DAVEY, 2004; WHO, 2005; JARVIS, SMITH, PARSONS, 2007; IOA, 2021; AVERY, JARVIS, MACADAM, 2013; IOA, 2021).

Essas referências **antes de 2016 não tinham acesso a publicação de CANADA (2016)** para citar e afirmar que o bromato também poderia ser incorporado com o uso de derivados clorados, mas, as referências DELL (2020) e da própria IOA (International Ozone Association) (IOA, 2021) **continuam a ressaltar**, somente que, o bromato (BrO_3^-) é um subproduto da desinfecção, cujas formação é originária do uso do ozônio como oxidante no meio aquoso (IOA, 2021).

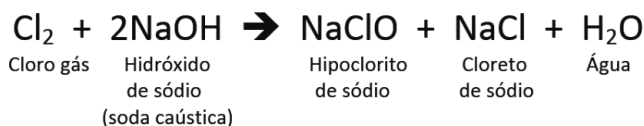
As publicações após 2016, **não reportam essa relação dos derivados clorados com a contaminação de bromato**, tal indicação com certeza seria uma vantagem competitiva de mercado, para tirar a responsabilidade **de vinculação somente com o ozônio com relação a uma substância considerada extremamente tóxica**. A partir de 2004 o valor indicado para o VMP (Valor Máximo Permitido) passou a ser de 10 $\mu\text{g/L}$ (0,010 mg/L) (WHO, 2004).

REDUZIU 60% EM FUNÇÃO DA TOXICIDADE!

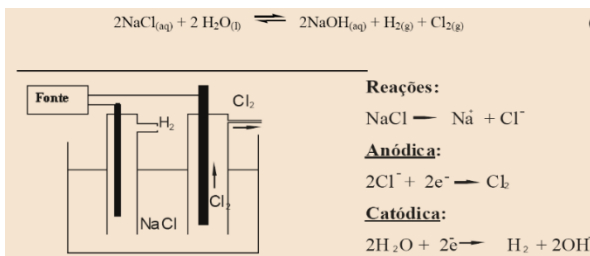
DE 25 $\mu\text{g/L}$ (0,025 mg/L) → PARA 10 $\mu\text{g/L}$ (0,01 mg/L)

Essa situação chamou a atenção do autor desse review que resolveu avaliar com mais cuidado os resultados apresentados nas tabelas da referência CANADA (2016) e porque **as referências/publicações científicas a partir de 2016 NÃO REPORTAM ESSA RELAÇÃO DE DERIVADOS CLORADOS E BROMATO.** A única citação da referência CANADA (2016) a partir de 2016 é de MACEDO (2021). Outro fato que chama muita atenção, é que, em **nenhum momento da publicação** é indicada qualquer reação química que justifique formar do bromato (BrO_3^-) na linha de produção do hipoclorito de sódio.

O hipoclorito de sódio industrialmente é obtido pela reação de cloro gás (Cl₂) com solução de hidróxido de sódio. O produto se apresenta como solução aquosa alcalina, contendo cerca de 12% de hipoclorito de sódio (NaClO), com coloração amarelada e odor característico (LUCAS, 2006).

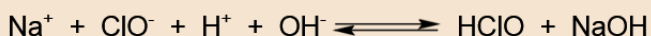
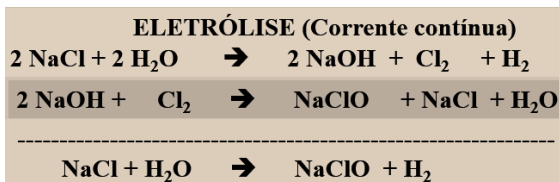
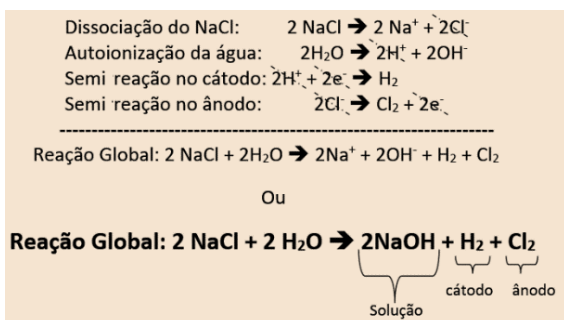


O gás cloro (Cl₂) industrialmente é preparado por vários métodos como, por exemplo, a eletrólise de uma solução de cloreto de sódio, eletrólise de NaCl fundido. Na eletrólise das salmouras, o cloro é produzido no ânodo e o hidrogênio, juntamente com o hidróxido de sódio no cátodo, conforme reação global abaixo (LUCAS, 2006).



Representação da célula eletrolítica na eletrólise do NaCl.

Fonte: LUCAS, 2006.



Em referência VON GUNTEN (2003b) apud CANADA (2016), cujo título é "Ozonation of drinking water: Part II. Disinfection and by-product formation in presence of bromide, iodide or chlorine", indica que **a formação de bromato por CLORAÇÃO não é considerada significativa em condições típicas de tratamento de água potável.**

Bromate formation by chlorination is not considered significant under typical drinking water treatment conditions (von Gunten, 2003). However, in the case of hypochlorite solutions, bromate can be formed when bromide, which is naturally present in the chloride salt, is oxidized during the manufacturing process (Weinberg et al., 2003; Stanford et al., 2013); bromate is not formed when gaseous chlorine is manufactured (Stanford et al., 2011).

Fonte: VON GUNTEN (2003b) apud CANADA, 2016.

A formação de bromato por cloração NÃO É CONSIDERADA SIGNIFICATIVA em condições típicas de tratamento de água potável! (von Gunten, 2003). No entanto, no caso de soluções de hipoclorito, **bromato pode ser formado quando brometo, que está naturalmente presente no sal de cloreto, é oxidado durante o processo de fabricação** (Weinberg et al., 2003; Stanford et al., 2013); **bromato não é formado quando o cloro gasoso é fabricado** (Stanford et al., 2011).

Bromate formation by chlorination is not considered significant under typical drinking water treatment conditions (von Gunten, 2003). However, in the case of hypochlorite solutions, bromate can be formed when bromide, which is naturally present in the chloride salt, is oxidized during the manufacturing process (Weinberg et al., 2003; Stanford et al., 2013); bromate is not formed when gaseous chlorine is manufactured (Stanford et al., 2011).

Fonte: VON GUNTEN (2003b) apud CANADA, 2016.

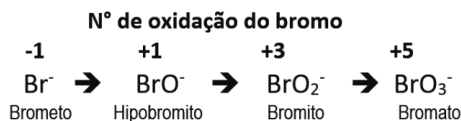
Nota-se que, no próprio texto mostra que a publicação de CANADA (2016) é **claramente tendenciosa**, veja duas afirmações:

- i) **A formação de bromato por cloração NÃO é considerada significativa em condições típicas de tratamento de água potável.** Em função da afirmação **não se justifica a publicação.**
- ii) O “**bromato pode ser formado quando brometo, que está naturalmente presente no sal de cloreto, é oxidado durante o processo de fabricação**”, o único momento que se utiliza o NaCl, proveniente da água do mar que possui Br (Brometo), **é na utilização da eletrólise da água salgada para formar o gás cloro no processo de eletrólise e posteriormente em reações no meio aquoso formar o NaClO!**
- iii) Mas, afirma no texto: **bromato não é formado quando o cloro gasoso é fabricado** Logo, quando se usa eletrólise da água salgada, que é gerado inicialmente o gás cloro, **não se forma bromato! Não existe nenhum outro TRATAMENTO DE ÁGUA POTÁVEL em que se introduz na água cloreto de sódio, para transformá-la em água salgada! Logo, não existe formação de bromato no processo de eletrólise da água salgada, CONFORME AFIRMAÇÃO DA PRÓPRIA REFERÊNCIA** Canada (2016)!

Na eletrólise do NaCl se forma o agente oxidante gás cloro (Cl₂), mas, afirma o texto que o bromato (BrO₃⁻) **não é formado quando o cloro gasoso é fabricado!** Logo, em outras fases não é possível oxidar o elemento químico bromo, de -1 para +5. **Pergunta-se:** Como a explicar a presença de bromato nas soluções de hipoclorito de sódio?

Existe brometo (Br⁻) na água do mar, a sua constituição apresenta 0,066 ‰ (parte por mil) ou 66 mg brometo/Kg de água, que corresponde a 0,19% de todos os sais dissolvidos (MARINE SCIENCE, 2008). Mas, para formar bromato (BrO₃⁻) é necessário o elemento químico bromo sair de um número de oxidação -1 para +5, para que isso ocorra é necessário que exista a presença de agente oxidante muito forte, que seria consumido esse agente oxidante, em resumo, no caso o único agente oxidante no meio aquoso é o HClO, o agente sanitizante, se ele fosse consumido não teria HClO disponível para a desinfecção e a solução de NaClO

não seria considerada um fornecedor de HClO.



Não se conhece nenhuma outra publicação que reporte essa presença de bromato com a solução aquosa de NaClO.

Outra referência **USEPA (2003)** apud CANADA (2016), apresenta uma informação que contradiz as informações da referência CANADA (2016), pois, afirma que **a USEPA considera que não é necessário o monitoramento de sistemas que usam hipoclorito que a contribuição de bromato é em média 0,001 mg/L (1 µg/L).**

the entrance to the distribution system (U.S. EPA, 1998, 2006). The U.S. EPA did not recommend monitoring for systems using hypochlorite as it was estimated that hypochlorite solutions contributed an average of 0.001 mg/L of bromate (U.S. EPA, 2003). However, it has been

A EPA dos EUA **não recomendou o monitoramento de sistemas que usam hipoclorito**, pois foi estimado que as **soluções de hipoclorito contribuíram com uma média de 0,001 mg/L de bromato** (EPA dos EUA, 2003).

49590 Federal Register / Vol. 68, No. 159 / Monday, August 18, 2003 / Proposed Rules

EPA also determined that it was not necessary to regulate bromate in non-ozone systems that use hypochlorite.

Federal Register / Vol. 68, No. 159 / Monday, August 18, 2003 / Proposed Rules

49591

TWG estimated that hypochlorite solutions contributed an average of 0.001 mg/L bromate.

Fonte: USEPA, 2003.

Outra referência **STANFORD, et al. (2013)** apud CANADA (2016), apresenta informação que também contradiz as afirmações da referência CANADA (2016).

Stanford, B.D., Pisarenko, A.N., Dryer, D.J., Zeigler-Holady, J.C., Gamage, S., Quiñones, O., Vanderford, B.J. and Dickenson, E.R.V. (2013). Chlorate, perchlorate, and bromate in onsite-generated hypochlorite systems. J. Am. Water Works Assoc., 105(3): E92–E102.

A publicação é vinculada ao processo da **Eletrólise da Água Salgada** para produção da solução de NaClO (hipoclorito de SÓDIO).

Nota-se que no texto do Abstract apresentado, sequer cita os resultados REFERENTE A BROMATO, a explicação é simples, **os valores encontrados para bromato são extremamente baixos, insignificantes no tratamento de água potável, veja QUADRO 6.**

This study evaluated the occurrence and temporal variability of chlorate, perchlorate, and bromate in 26 low-strength onsite-generated (OSG) hypochlorite systems and three high-strength systems. None of the samples from the systems tested would have contributed more than 1 µg/L perchlorate to the finished water, even at a 10-mg/L chlorine dose; similarly, none of the samples exceeded the NSF International specific product allowable concentration for bromate of 0.5 µg/mg free chlorine. Of the samples collected,

Fonte: STANFORD, PISARENKO, DRYER, ZEIGLER-HOLADY, et al., 2013.

*Este estudo avaliou a ocorrência e variabilidade temporal de clorato, perclorato e bromato em 26 produtos com sistemas de hipoclorito baixa resistência gerados no local (OSG) e três sistemas de alta resistência. **Nenhuma das amostras dos sistemas testados teria contribuído com mais de 1 µg/L de perclorato para a água final, mesmo na dose de 10 mg/L de cloro**; Da mesma forma, **nenhuma das amostras excedeu a concentração permitida do produto específico da NSF International para bromato de 0,5 µg/mg de cloro livre.***

QUADRO 6- Resultado da concentração de Bromato em função do nível de CRL.

Oxihalato		Contribuição na água final resultante em diferentes doses de CRL - µg/L		
		2 mg/L CRL	5 mg/L CRL	10 mg/L CRL
Bromato	Média	0,11	0,26	0,53
	Mínimo	0,002	0,005	0,010
	Máximo	0,8	2,1	4,1

FAC = Free Available Chlorine = CRL = Cloro Residual Livre

Fonte: Adaptado STANFORD, PISARENKO, DRYER, ZEIGLER-HOLADY, et al., 2013.

Veja a avaliação dos dados da Tabela 1 da referência CANADA (2016).

Table 1. Summary statistics for bromate concentration in undiluted hypochlorite product

Certification body (type of solution)	Years analysed	Number of samples	Bromate concentration in undiluted product (mg/kg)		
			Average	Minimum	Maximum
NSF – sodium hypochlorite (NaOCl)	2004 – 2011	886	31	2.0	313
NSF – calcium hypochlorite (Ca(OCl) ₂)	2004 – 2011	73	119	2.0	370

EXISTEM DADOS COLETADOS PELO MENOS 12 ANOS ANTES DA PUBLICAÇÃO.

Fonte: CANADA, 2016.

Concentração de bromato em não diluído produto (mg/Kg)

⇒ A comparação entre produtos, para formação de uma determinada substância química, utiliza-se um número de amostras pelo menos semelhantes, nesse caso o número de amostras avaliadas de NaClO (hipoclorito de sódio) (886) e o número de amostras do Ca(ClO)₂ (hipoclorito de cálcio) (73) **é pelo menos 12 vezes menor que as amostras de NaClO**, o que estatisticamente para comparação é um erro enorme.

⇒ Nota-se que os dados foram coletados de 2004 – 2011, mas, **levaram de 5 a 12 anos para serem divulgados**, é uma situação atípica em publicações científicas, a média de tempo para publicação após a coleta de dados é de 12 a 15 meses no máximo.

⇒ O NaClO (hipoclorito de sódio) é um produto líquido, não consta no texto qual a densidade do referido produto, pois essa é a única forma do volume de NaClO ser transformado em massa, nesse caso. Não existe justificativa para expressar a concentração de bromato por kg de NaClO, em função de que a dosagem de NaClO será realizada com um volume e não em relação a uma massa do produto.

⇒ Outra condição que destoa completamente, são os valores que indicam a faixa entre mínima e máxima concentração, que varia de 2 mg/Kg a 313 mg/Kg, com uma média de 31 mg/Kg.

Considerando a densidade de NaClO 10% é aproximadamente $d = 1,206 \text{ g/mL}$ em 25°C.

Com base na **TABELA 1** → Conc. Máxima: **313 mg de Bromato/ 1 Kg de NaClO**

$$1 \text{ Kg de NaClO} \rightarrow V = \text{massa}/d \rightarrow V = 1.000 \text{ g} / 1,206 \text{ (g/mL)} = 829 \text{ mL}$$

Cada vez que se adicionar a água o volume de **829 mL de NaClO 10%**, se adiciona ao meio aquoso **313 mg de Bromato (segundo a referência bibliográfica)**. Em **1.000 mL de NaClO 10%** tenho **377,56 mg de Bromato**.

Vamos supor que desejo ter 1 m³ (1.000 mL) de água com 1 mg CRL/L (1 ppm CRL).

NaClO 10% → 100.000 mg CRL --- 1.000 mL NaClO
1 mg CRL --- X
X = 0,01 mL de NaClO

Logo, adiciono **0,01 mL de NaClO em 1 litro de água**, terei um **1 ppm CRL**, será acrescentado a água **0,00377 mg de Bromato (3,77 µg de Bromato)**.

1 mg CRL <==> 0,01 mL de NaClO → Para 1.000 L de água serão utilizados 10 mL de NaClO

313 mg de Bromato --- 829 mL de NaClO
X ----- 10 mL X = 3,78 mg de Bromato (3780 µg de Bromato)

A cada um 1 ppm de CRL (mg CRL/L), utilizando NaClO 10%, será acrescentado na água **3,78 mg de Bromato**.

Em **1 litro de água** para ter **1 ppm CRL** terei **0,00377 mg de Bromato (3,77 µg de Bromato/ Litro de água)**.

Em **1.000 L** de água para ter 1 ppm CRL, como acrescento 10 mL de NaClO, terei **3,77 mg de Bromato (3770 µg de Bromato/1.000 L de água = 3,77 µg de Bromato/L)**.

Com a ingestão de **2 L de água por dia**, o indivíduo vai ingerir **≅8 µg de Bromato todos os dias!** Lembrando que, o Bromato é acumulativo no organismo!

Utiliza-se há mais de 50 anos o NaClO para desinfecção de água potável.

Com certeza a saúde pública não permitiria a sua utilização no tratamento de água potável se acrescentasse 8 µg/L por dia de uma substância considerada cancerígena. Em resumo, **nada mudou na utilização das soluções de hipoclorito de sódio**, por décadas, logo, o produto é seguro e a contaminação de bromato é irrisória.

Veja que os cálculos propostos pelo autor desse review estão corretos, avalie o texto abaixo.

The concentrations of bromate measured in undiluted sodium and calcium hypochlorite solutions are summarized in Table 1. From these results, estimates of the amount of bromate added to drinking water at the maximum use level (MUL) of 10 mg of chlorine (Cl₂) per litre can

Fonte: CANADA, 2016.

*...A partir desses resultados, podem ser calculadas estimativas da **quantidade de bromato adicionado à água potável no nível máximo de uso (MUL) de 10 mg de cloro (Cl₂) por litro...** (grifo nosso)*

A publicação, afirma que, para os cálculos da Tabela 1 a referência **são 10 mg cloro (Cl₂) por litro**, o que corresponde a **10 ppm de CRL (mg CRL/L)**. Logo o valor correspondente a 313 mg de Bromato (313.000 µg de Bromato) acrescentado a água, **refere-se a utilização de 10 ppm de CRL**.

Se utilizarmos 1 ppm CRL, com base nos dados da publicação, teríamos **3,13 mg de Bromato/Kg de NaClO**, seria acrescentado a água para cada **1.000 g de NaClO** o valor de 3.130 µg de bromato, para obter no final 1 ppm de CRL (1 mg CRL/L de água).

Considerando a densidade do NaClO 10% (d = 1,206 g/mL) será acrescentado a água 3,77 mg de Bromato (3.770 µg de bromato/ 1.000 mL de NaClO).

Logicamente, cada 1 ppm de CRL, usando o NaClO indicado na publicação, acrescenta a água 3.770 µg de bromato/ 1.000 L de água (3,77 µg de bromato/ L de água).

Veja que, no texto a seguir, apresenta uma relação completamente diferente dos dados apresentados na Tabela 1, inclusive com valores errados.

chlorine dose, as summarized in Table 4 below. For example, the use of a 12% sodium hypochlorite solution (i.e., 120 g Cl₂/L) containing a bromate contaminant concentration of 30 mg/L and application of a 1 mg Cl₂/L dose would result in a bromate concentration of 0.25 µg/L in the treated water. If the bromate contaminant concentration in the hypochlorite solution

Fonte: CANADA, 2016.

Por exemplo, o uso de uma solução de hipoclorito de sódio a 12% (ou seja, 120 g Cl₂/L) contendo uma concentração de contaminante de bromato de 30 mg/L (300.000 µg/L de NaClO) e a aplicação de uma dose de 1 mg de Cl₂/L resultaria em uma concentração de bromato de 0,25 µg /L na água. (grifo nosso)

120.000 mg CRL----- 1.000 mL de NaClO
 1 mg CRL ----- X **X = 0,00833 mL de NaClO → 1 mg CRL**

300.000 µg Bromato ----- 1.000 mL de NaClO
 X ----- 0,00833 mL de NaClO **X = 2,499 µg Bromato = 2,5 µg Bromato**

Logo, a aplicação de uma dose de 1 mg CRL (1 mg Cl₂/L) **resulta na água uma concentração de 2,5 µg Bromato/ L de água e não 0,25 µg Bromato /L na água.**

Outra questão fundamental é que, a produção de NaClO é via eletrólise da água salgada e nas equações disponíveis, indico que leia o “Review Eletrólise da Água Salgada”, não existe nenhuma publicação há mais de 30 anos **que considere a formação de bromato no processo de eletrólise.**

É considerada também justificativa para o bromato não ser gerado pela eletrólise da água salgada, como já citado, em função de apresentar para o elemento químico bromo na forma de brometo (Br⁻), número de oxidação -1, que deve chegar ao bromato (BrO₃⁻), o número de oxidação mais alto (+5), é impossível alcançar tal estado de oxidação no processo de eletrólise. Para que isso ocorra tem de ser consumido o principal ativo da eletrólise que é o HClO (ácido hipocloroso) como agente oxidante, em resumo a eletrólise da água salgada para gerar “cloro” perderia a sua função.

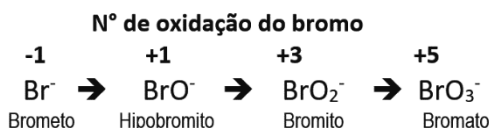


Table 2. Estimated bromate contributions to drinking water from commercially produced hypochlorite solutions (normalized results)

Certification body (type of solution)	Years analysed	Number of samples	Estimated bromate contribution to drinking water at MUL (µg/L)		
			Average	Minimum	Maximum
NSF –NaOCl	2004 – 2011	886	2.5	0.10	26
NSF –Ca(OCl) ₂	2004 – 2011	73	1.8	0.005	4.5
UL –NaOCl and Ca(OCl) ₂	2006 – 2011	147*	2.5	0.3	8

* Of the 147 samples, 142 were sodium hypochlorite and 5 were calcium hypochlorite.

Fonte: CANADA, 2016.

EXISTEM DADOS COLETADOS HÁ PELO MENOS 12 ANOS ANTES DA PUBLICAÇÃO.

Contribuição estimada de bromato para água potável no MUL (nível máximo de uso) (µg/L)

A imagem a seguir, em parte do texto, apresenta um dos claros motivos, que essa publicação **não é utilizada** como referência bibliográfica a partir de 2016, **os autores afirmam que os dados não representam concentrações reais da água potável**, em resumo, as informações não têm nenhuma validade.

be calculated (i.e., normalized). These normalized results are summarized in Table 2 and indicate that sodium hypochlorite solutions could add, on average, 2.5 µg of bromate per litre of treated drinking water (range = 0.1 to 26 µg/L), with lower concentrations in calcium hypochlorite, when dosed at the MUL. It is important to note that these are estimated concentrations, not actual

Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document

7

Bromate (October 2016)

measured concentrations found in treated drinking water. If a product is found non-compliant, actions can include withdrawing the product certification, lowering the product's MUL, making a change to the manufacturing process, or revising the product formulation.

Fonte: CANADA, 2016.

Esses resultados normalizados estão resumidos na Tabela 2 e indicam que as soluções de hipoclorito de sódio podem adicionar, em média, 2,5 µg de bromato por litro de água potável tratada (intervalo = 0,1 a 26 µg/L), com menores concentrações em hipoclorito de cálcio, quando dosado no MUL. **É importante notar que estas são concentrações ESTIMADAS, NÃO CONCENTRAÇÕES DE MEDIDAS REAIS ENCONTRADAS NA ÁGUA POTÁVEL TRATADA. Se um produto for considerado não conforme, as ações podem incluir a retirada da certificação do produto, redução do MUL do produto, alteração no processo de fabricação ou revisão da formulação do produto.**

Chama atenção que surge na Tabela 2 uma 3ª linha com dados de um período diferente “2006-2011”, enquanto os valores apresentados na Tabela 1 e 2 se referem a 2004-2011. Inclusive com número de amostras completamente diferentes, nas quais se baseia para apresentar resultados, um total 147 amostras, das quais 142 referem-se ao NaClO e 5 referem-se ao Ca(ClO)₂. Novamente, o número de amostras do Ca(ClO)₂ (hipoclorito de cálcio) (5) **é pelo menos 28 vezes menor que as amostras de NaClO**, o que estatisticamente para comparação é um erro enorme.

Nessa 3ª. linha da Tabela 2, os resultados apresentados **se referem a duas substâncias químicas completamente diferentes [NaClO e Ca(ClO)₂]**, que se apresentam com concentrações de princípios ativos diferentes, **estado físico também diferente**, mas, os autores criam um nova sigla UL (nível de uso) e apresentam níveis de concentração em µg/L, sem identificar qual substância ou princípio ativo se identifica com aqueles valores, apesar das características químicas das substâncias serem completamente diferentes.

Não existe informação como transformaram os dados da Tabela 1 **para as concentrações dos princípios ativos expressa em mg/Kg** para os valores da Tabela 2 em µg/L.

Encontramos a Tabela 5, cujos resultados são completamente contraditórios aos das Tabelas 1 e 2, que envolvem a geração de cloro por eletrólise. Na legenda encontra-se o texto “*Concentração admissível de bromato em água tratada de 3,3 µg/L*”, mas, a própria referência indica que uma concentração máxima aceitável (MAC) de 0,01 mg/L (10 µg/L), como estabelecida para bromato na água potável.

Table 5. Bromate concentration in treated water as a function of bromide concentration in salt used for on-site generation of hypochlorite solutions*

Bromide in water used for brine (mg/L)	Bromate contribution from brine water (µg/L)	Bromate in treated water from salt (µg/L)	Maximum allowable bromide in salt (ppm)
0.0	0.0	3.3	59
0.05	0.1	2.9	52
0.5	1.0	2.0	36
1.0	2.0	1.0	18

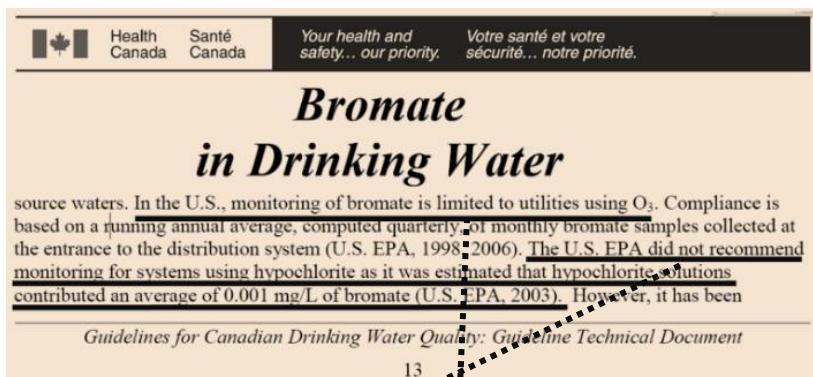
* Allowable bromate concentration in treated water of 3.3 µg/L

Fonte: CANADA, 2016.

A imagem a seguir mostra, como tendenciosa é a publicação CANADA (2016) quanto a formação de bromato correlacionada ao uso de solução de hipoclorito.

Outra referência VON GUNTEN (2003b) apud CANADA (2016), cujo é título é “*Ozonation of drinking water: Part II. Disinfection and by-product formation in presence of bromide, iodide or chlorine*”, também indica que **a formação de bromato por cloração não é considerada significativa em condições típicas de tratamento de água potável.**

Como já citado, se avaliar o processo de eletrólise da água salgada, nota-se que inicialmente se forma cloro gás (Cl₂) o agente oxidante, mas, afirma o texto que o bromato (BrO₃⁻) **não é formado quando o cloro gasoso é fabricado!** Logo, em outras fases não é possível oxidar o elemento químico bromo de -1 para +5. Como explicar a presença de bromato nas soluções de hipoclorito.



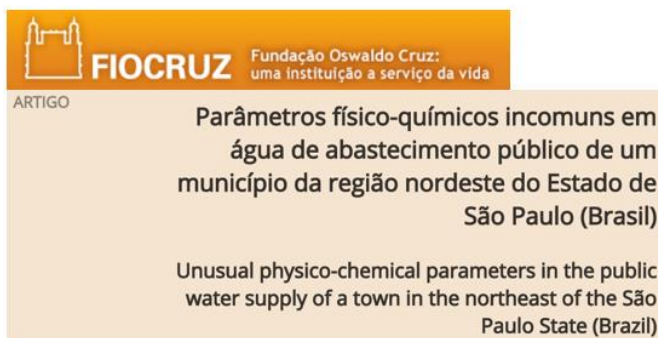
Fonte: CANADA (2015) apud CANADA, 2016.

Nos EUA, o monitoramento do bromato é limitado às concessionárias que utilizam O₃. A EPA dos EUA não recomendou o monitoramento para sistemas que usam hipoclorito, pois foi estimado que as soluções de hipoclorito contribuíram com uma média de 0,001 mg/L de bromato (EPA dos EUA, 2003).

Bromate formation by chlorination is not considered significant under typical drinking water treatment conditions (von Gunten, 2003). However, in the case of hypochlorite solutions, bromate can be formed when bromide, which is naturally present in the chloride salt, is oxidized during the manufacturing process (Weinberg et al., 2003; Stanford et al., 2013); bromate is not formed when gaseous chlorine is manufactured (Stanford et al., 2011).

A formação de bromato por cloração não é considerada significativa em condições típicas de tratamento de água potável (von Gunten, 2003). No entanto, no caso de soluções de hipoclorito, bromato pode ser formado quando brometo, que está naturalmente presente no sal de cloreto, é oxidado durante o processo de fabricação (Weinberg et al., 2003; Stanford et al., 2013); bromato não é formado quando o cloro gasoso é fabricado (Stanford et al., 2011).

A relação da formação de bromato em função da presença de brometo no uso ozonização se mostra preocupante inclusive no Brasil, com publicação da Fundação Oswaldo Cruz. Segundo DOVIDAUSKAS, OKADA, IHA, CAVALLINI, et al. (2017) na publicação da *“Parâmetros físico-químicos incomuns em água de abastecimento público de um município da região nordeste do Estado de São Paulo (Brasil)”* ressalta, que o uso da ozonização em regiões em a água contém brometo tem que ser avaliada com muito cuidado.



pico produzida). Uma análise exploratória preliminar de 320 amostras de águas de abastecimento da RRAS 13 indicou que apenas as amostras do município de Ibitinga indicavam presença de brometo e ausência de clorato em sua composição (esse fato – a presença de brometo simultânea à ausência de clorato apenas nas amostras de Ibitinga – foi confirmado durante os 12 meses de aquisição de dados previstos no projeto). Dessa forma,

Fonte: DOVIDAUSKAS, OKADA, IHA, CAVALLINI, et al., 2017.

Segundo GONÇALVES, CAMÕES, PAIVA, et al. (2004) apud DOVIDAUSKAS, OKADA, IHA, CAVALLINI, et al. (2017), concentrações de brometo tão baixas quanto 0,05 mg L⁻¹ (50 µg/L) são suficientes para produzir bromato, durante experimentos de ozonização em águas tratadas por coagulação e filtração, mas não há considerações sobre as condições em que a reação é conduzida.

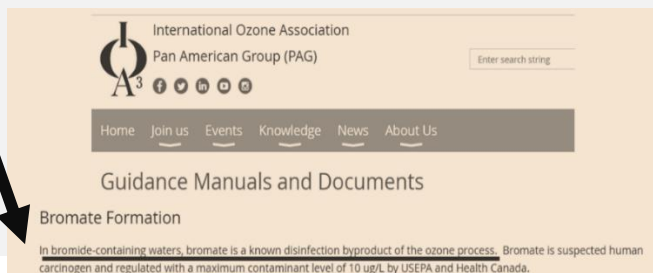
brometo, como dosagem do ozônio, pH e carbono orgânico dissolvido. Gonçalves et al.²⁹, por exemplo, informam que concentrações de brometo tão baixas quanto 0,05 mg L⁻¹ são suficientes para produzir bromato, mas não há considerações sobre as condições em que a reação é conduzida. Dessa forma, uma possível utilização da ozonização das águas de abastecimento de Ibitinga deveria ser avaliada com cuidado.

Fonte: DOVIDAUSKAS, OKADA, IHA, CAVALLINI, et al., 2017.

IV.3.2- Conclusão

Os artigos e documentos técnicos APÓS 2016, NÃO REPORTAM essa relação dos derivados clorados com a contaminação de bromato. A indicação com certeza seria uma vantagem competitiva de mercado, para tirar a responsabilidade de vinculação “somente” com o “ozônio” da relação a uma substância considerada extremamente tóxica. Mas, as informações da publicação CANADA (2016) sobre a relação bromato x hipoclorito SÃO consideradas TÃO INCOERENTES que NENHUM pesquisador e/ou NENHUMA instituição INTERNACIONAL A CITA/UTILIZA COMO REFERÊNCIA EM SUAS PUBLICAÇÕES, nem a própria IOA (International Ozone Association).

A PRÓPRIA ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE OZÔNIO (IOA) NÃO VINCULA A PRESENÇA DE BROMATO COM SOLUÇÕES DE HIPOCLORITO! CONSIDERA O BROMATO COMO UM SUBPRODUTO DA DESINFECÇÃO DA OZONIZAÇÃO!



Fonte: IOA, 2021.

Os motivos se caracterizam em função das informações que são apresentadas no texto:

- Fica claro que a formação de bromato não é considerada importante no uso das soluções de hipoclorito, todas as referências citam hipoclorito de sódio e não possui nenhuma relação com o hipoclorito de cálcio.
- Os dados NÃO REPRESENTAM concentrações de MEDIDAS REAIS ENCONTRADAS NA ÁGUA potável tratada; existem DADOS COLETADOS PELO MENOS 12 ANOS antes da publicação.
- Diversos ERROS E EQUÍVOCOS nos valores nela citados;
- A publicação claramente tenta vincular principalmente o NaClO (hipoclorito de sódio) a presença de bromato na água potável;
- Afirma que, a formação de bromato por cloração NÃO É CONSIDERADA SIGNIFICATIVA EM CONDIÇÕES TÍPICAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA POTÁVEL;
- Afirma que o bromato (BrO_3^-) não é formado quando o cloro gasoso é fabricado! Logo, em outras fases não é possível alterar o número de oxidação do elemento químico bromo, de -1 para +5. **Como explicar a presença de bromato nas soluções de hipoclorito?**

→ A imagem do texto a seguir mostra parte da página 6 da referência CANADA (2016), o texto é claro, cita que as principais fontes da contaminação de água com bromato é **a ozonização na presença de brometos e as soluções de hipoclorito**, não ressaltando qual o hipoclorito (sódio ou cálcio) e não indicando a referência que sustenta a afirmação, pois **não existem referências que indicam tal correlação**. Inclusive cita publicação da USEPA não indica o monitoramento dos níveis bromato, pois, a formação de bromato por cloração não é considerada significativa em condições típicas de tratamento de água potável.

Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document
5
Bromate (October 2016)
2012, 2013). The weight of evidence suggests that the ozonation of bromide-containing waters and the use of hypochlorite solutions are the primary sources of exposure to bromate in drinking water.

Fonte: CANADA, 2016.

O peso da evidência **SUGERE** que a ozonização de águas contendo brometo e o uso de soluções de hipoclorito são as principais fontes de exposição ao bromato na água potável.

→ Texto da publicação ressalta, **se um produto for considerado não conforme, as ações podem incluir a retirada da certificação do produto**, a redução do MUL (*The maximum use level* - o nível máximo de uso) do produto, a alteração do processo de fabricação ou a revisão da formulação do produto. Em resumo, **nada mudou na utilização das soluções de hipoclorito de sódio**, nas últimas décadas, logo, o produto é seguro e a contaminação de bromato é irrisória e a referência é de dados que foram coletados em até **12 anos passados da época da publicação** e **os autores afirmam que os dados não representam concentrações reais da água potável**, em resumo, as informações não têm nenhuma validade.

→ A referência CANADA (2016) ressalta que presença de BROMATO (BrO_3^-) em água potável tratada é vincula a sua formação durante a geração de soluções de hipoclorito usadas para desinfetar a água, indica no texto a referência **Bolyard et al. (1992)**. Mas, para nossa surpresa essa publicação se vincula a formação de **“CLORATO”** e não **“BROMATO”**.

Bromate *For Public Consultation*
The presence of bromate in treated drinking water can be related to the reaction between naturally occurring bromide in source water and ozone (Haag and Hoigné, 1983), its formation during the generation of hypochlorite solutions used to disinfect water (Bolyard et al., 1992).
Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document
6
Bolyard, M., Snyder Fair, P. and Hautman, D.P. (1992). Occurrence of chlorate in hypochlorite solutions used for drinking water disinfection. *Environ. Sci. Technol.*, 26(8): 1663–1665.

Fonte: CANADA, 2016.

IV.3.2- A relação da “cloração) com a formação de N-nitrosodimetilamina (NDMA)

Esse item é muito importante, pois torna-se nítido que o(s) marqueteiro(s) da(s) empresa(s) que vendem ozonizador, querem a todo custo vincular uma relação íntima da NDMA e CLORAÇÃO, **em função da tentativa de vincular o NDMA com a CLORAÇÃO, citam/marcam informações NOS TÍTULOS de publicações**, como referência, para induzir principalmente piscineiros, a uma interpretação equivocada, dessa relação íntima, **MAS**, quando o texto é avaliado na íntegra logo descobre-se que existem condições “*sine qua non*” para que ocorra a formação de NDMA no processo de cloração.

Na utilização no processo de desinfecção com derivados clorados, a formação de NDMA ocorre somente na presença de cloraminas e inclusive o monitoramento dos níveis de NDMA é previsto em legislação (BRASIL, 2021) **somente se ocorrer a utilização da cloraminação**. Logo, a forma de evitar a formação de NDMA na água de piscinas é alcançar o break-point, a partir do qual **não existe a presença de cloraminas na água da piscina**.

É importante ressaltar que, a **desinfecção da água com derivados clorados** também pode levar à formação de N-nitrosodimetilamina (NDMA), **desde que a água contenha dimetilamina** e a concentração da N-nitrosodimetilamina (NDMA) está intimamente relacionada à concentração de **cloro, ÍONS AMÔNIA E DIMETILAMINA** (ANDRZEJEWSKI, KASPRZYK-HORDERN, NAWROCKI, 2005). Não se esquecendo da necessidade de oxigênio para compor a estrutura química da N-nitrosodimetilamina (NDMA).

Os pesquisadores ANDRZEJEWSKI, KASPRZYK-HORDERN, NAWROCKI (2008), ZIMMERMANN, WITTENWILER, HOLLENDER (2011) apud SPAHR, CIRPKA, VON GUNTEN, HOFSTETTER (2017) ressaltam que a N-Nitrosodimetilamina (NDMA) e outras N-nitrosaminas **são potentes cancerígenos** que podem ser formados como subprodutos da desinfecção (DBPs) **durante a cloração, cloraminação e ozonização** de água potável e águas residuais.

A referência MUSTAPHA, TIJANI, NDAMITSO, et al. (2021) o mecanismo modificado de formação de N-nitrosodimetilamina (NDMA), sendo necessário a presença da monocloramina e da dimetil amina. Em função dessa condição, a **Portaria GM/MS nº 888 (BRASIL, 2021)** para a N-nitrosodimetilamina (NDMA) ressalta que o monitoramento será **obrigatório apenas onde se pratique a desinfecção por cloraminação**.

A referência WHO (2017) considera a época, que a NDMA “recentemente” foi identificado como um **subproduto da desinfecção da cloraminação** (pela reação de monocloramina com dimetilamina, um componente onipresente das águas afetadas por descargas de águas residuais) e, **em certa medida, cloração**. O NDMA também pode ser formado como um subproduto do tratamento de troca aniônica da água. A **Portaria GM/MS nº 888 (BRASIL, 2021)** para a N-nitrosodimetilamina (NDMA) ressalta que o monitoramento será **obrigatório apenas onde se pratique a desinfecção por cloraminação**.

O NDMA tem sido principalmente encontrado em água potável clorada, onde o nitrogênio na forma de **monocloramina (NH₂Cl)** é **incorporado na estrutura do subproduto NDMA** formado [CHOI, VALENTINE (2002) apud RICHARDSON, 2005]. A cloração também pode formar NDMA quando há precursores de nitrogênio presentes (por exemplo, amônia

natural na fonte de água ou coagulantes contendo nitrogênio, **como quaternários de amônio**, usados no processo de tratamento de água) (MITCH, SHARP, TRUSSELL, et al. (2003); WILCZAK, ASSADI-RAD, LAI, et al. (2003) apud RICHARDSON, 2005].

O NDMA é um subproduto não intencional da cloração de águas residuais e água potável em estações de tratamento que utilizam **CLORAMINAS** (amônia cloração) para desinfecção [BRADLEY, CARR, BAIRD, CHAPPELLE (2005), MITCH, GERECKE, SEDLAK (2003) apud USEPA, 2014; KANAN, 2010; WHO, 2017]. A pesquisa de RUSSELL, BLUTE, VIA, et al. (2012) confirma que o NDMA foi detectado principalmente em sistemas que **usam cloraminas (amônia cloração)**.

Segundo a publicação de WALSE, MITCH (2008) "*Nitrosamine Carcinogens Also Swim in Chlorinated Pools*", ressalta que, o subproduto da desinfecção a N-nitrosodialquilamina (nitrosamina) altamente cancerígena foi quantificada em piscinas cloradas, banheiras de hidromassagem e aquários. A **N-Nitrosodimetilamina** é a nitrosamina mais abundante que foi detectada. A publicação mostrou diferenças claras de concentração entre os tipos de piscina, com concentrações de nitrosaminas em piscinas cobertas e banheiras de hidromassagem superiores às de piscinas externas, em até 500 vezes a concentração de água potável de 0,7 ng/L (0,00007 µg/L), que é associada a um risco de câncer de um em um milhão ao longo da vida, em função da **carga de precursor de nitrito**. A N-nitrosodimetilamina aponta para uma competição entre a **nitração e a nitrosação de aminas em águas recreativas cloradas** (WALSE, MITCH, 2008).

Conforme pesquisa de RICHARDSON (2005) os estudos laboratoriais controlados foram realizados com **quaternário de amônio**, reagindo o **cloreto de polidialildimetilamônio**, ou poli-quaternário-6, que é um homopolímero do cloreto de dialildimetilamônio ou **cloreto dialildimetilamônio polímero (DADMAC)** com cloro e cloraminas em água pura; estudos de planta piloto foram realizados usando o polímero DADMAC que utilizou **cloro, cloraminas e ozônio** e suas combinações e tratamento de água potável em grande escala nas plantas usando DADMAC, a desinfecção com cloro/cloramina e ozônio foram investigadas. Resultados mostraram que **a cloramina** era necessária para formar níveis significativos de NDMA com DADMAC; níveis muito mais baixos foram observados com cloro livre. Os níveis de NDMA observados fortemente dependiam da quantidade de DADMAC utilizada, **a concentração de NDMA no sistema de distribuição diminuiu com a redução das doses de DADMAC**. A duração do tempo de contato do cloro livre antes adição de amônia (para formar cloraminas) também foi um componente importante - o cloro livre com o tempo de contato de 1-4 horas antes da adição de amônia resultou em níveis de NDMA muito mais baixos (RICHARDSON, 2005).

A seguir apresentamos exemplos de publicações que **os títulos foram utilizados para vincular a formação de NDMA com a cloração**, por representante(s) do marketing da empresa(s).

Mas, nos parece que **os responsáveis não leram as publicações**, pois claramente seu conteúdo e/ou título, transforma a afirmação do(s) indivíduo(s) da **relação da NDMA com a cloração**, em mais uma **FAKE-QUÍMICA**.

Todas as publicações indicadas em seus textos mostram de forma clara que, para **formação de NDMA na cloração é necessário a presença de cloraminas**, logicamente, nenhum dos tratamentos alcançou o break-point.

O título em português é tudo que o(s) marqueteiro(s) desejam: “***Carcinógenos de nitrosamina também nadam em piscinas cloradas***”, **para vincular** a formação de NDMA a cloração. Mas, ao ler o abstract na íntegra, encontra-se a informação correta e completa, que, a temperatura, o enclausuramento, **A CARGA DE PRECURSORES DE AMINA e nitrito e O USO DE ESQUEMAS DE DESINFECÇÃO COM DOSES REDUZIDAS DE CLORO** contribuíram para uma variabilidade estatisticamente significativa na ocorrência de NDMA.

Novamente, em resumo, **para formar NDMA com a cloração basta adicionar pouca dosagem do derivado clorado**, formando cloramina e não se deve alcançar o break-point. **Se alcançar o break-point NÃO TEM CLORAMINAS, logo NÃO FORMA NDMA.**

RETURN TO ISSUE | < PREV ARTICLE NEXT >

Nitrosamine Carcinogens Also Swim in Chlorinated Pools

Spencer S. Walse and William A. Mitch*

View Author Information ▾

Cite this: *Environ. Sci. Technol.* 2008, 42, 4, 1032–1037
Publication Date: January 16, 2008 ▾
<https://doi.org/10.1021/es702301p>
Copyright © 2008 American Chemical Society
RIGHTS & PERMISSIONS

Article Views: 1533 | Altmetric: 1 | Citations: 101
LEARN ABOUT THESE METRICS

Share | Add to | Export

Read Online | PDF (193 KB) | Supporting Info (1) »

SUBJECTS: Amines, Anions, ▾

Abstract

Highly carcinogenic *N*-nitrosodialkylamine (nitrosamine) disinfection byproducts were quantified in chlorinated swimming pools, hot tubs, and aquaria. *N*-Nitrosodimethylamine, the most abundant nitrosamine detected, was measured in swimming pools and hot tubs at levels up to 500-fold greater than the drinking water concentration of 0.7 ng/L associated with a one in one million lifetime cancer risk. **Temperature, enclosure, amine and nitrite precursor loading, and the use of disinfection schemes with reduced chlorine doses contributed to statistically significant variability in its occurrence.** *N*-Nitrosodibutylamine and *N*-nitrosopiperidine were also detected but together represented <5% of the total analytical distribution. The presence of *N*-nitrosodimethylamine at levels comparable to *N*-nitrosodimethylamine points to a competition between the nitration and nitrosation of amines in chlorinated recreational waters. Since nitrosamines can cause bladder cancer, the significance of our measurements needs clarification with respect to recent epidemiological results that are suggestive of a link between swimming in chlorinated pools and bladder cancer.

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es702301p>

Fonte: WALSE, MITCH, 2008.

...Temperature, enclosure, amine and nitrite precursor loading, and the use of disinfection schemes with reduced chlorine doses contributed to statistically significant variability in its occurrence...

...A temperatura, o enclausuramento, **A CARGA DE PRECURSORES DE AMINA e nitrito e O USO DE ESQUEMAS DE DESINFECÇÃO COM DOSES REDUZIDAS DE CLORO** contribuíram para uma **VARIABILIDADE ESTATISTICAMENTE SIGNIFICATIVA EM SUA OCORRÊNCIA...**

O título da referência a seguir também é utilizado por Marqueteiro(s) para indicar a relação NDMA com a cloração.

Nesse caso, o próprio título “**Formação aprimorada de N-nitrosamina na água da piscina por irradiação UV de AMINAS SECUNDÁRIAS CLORADAS NA PRESENÇA DE MONOCLORAMINA**”, ou seja, indica que existe a presença de cloraminas na água da piscina, logicamente, não se alcançou o break-point, se comprova que para formação de NDMA pela cloração é necessária a presença de cloraminas. No **ABSTRACT** se ressalta que, **DIMETILAMINA CLORADA (CDMA) e MONOCLORAMINA, DOIS PRECURSORES DE NDMA PRESENTES NA ÁGUA DA PISCINA.**

> Water Res. 2013 Jan 1;47(1):79-90. doi: 10.1016/j.watres.2012.09.034. Epub 2012 Sep 26.

Enhanced N-nitrosamine formation in pool water by UV irradiation of chlorinated secondary amines in the presence of monochloramine

Fabian Soltermann[†], Minju Lee, Silvio Canonica, Urs von Gunten

Affiliations

PMID: 23098367 DOI: 10.1016/j.watres.2012.09.034

Abstract

N-Nitrosamines, in particular N-nitrosodimethylamine (NDMA), are carcinogens, which occur as chlorine disinfection by-products (DBPs) in swimming pools and hot tubs. UV treatment is a commonly used technique in swimming pools for disinfection and DBP attenuation. UV irradiation is known to efficiently degrade N-nitrosamines. However, UV irradiation (at $\lambda = 254$ nm) of chlorinated dimethylamine (CDMA) and monochloramine, two NDMA precursors present in swimming pool water, resulted in a substantial UV-induced NDMA formation (~1-2% molar yield based on initial CDMA concentration) simultaneously to NDMA photolysis. Maximum NDMA concentrations were found at UV doses in the range used for advanced oxidation (350-850 mJ cm⁻²). Very similar behaviour was found for other chlorinated secondary amines, namely diethylamine and morpholine. Effectiveness of UV irradiation for N-nitrosamine abatement depends on initial N-nitrosamine and precursor concentrations and the applied UV dose. N-Nitrosamine formation is hypothesized to occur via the reaction of nitric oxide or peroxynitrite with the secondary aminyl radical, which are products from the photolysis of monochloramine and chlorinated secondary amines, respectively. Experiments with pool water showed that similar trends were observed under pool water conditions. UV treatment (UV dose: ~360 mJ cm⁻²) slightly increased NDMA concentration in pool water instead of the anticipated 50% abatement in the absence of NDMA precursors.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23098367/>

Fonte: SOLTERMANN, LEE, CANONICA, VON GUNTEN, 2013.

However, UV irradiation (at $\lambda = 254$ nm) of **CHLORINATED DIMETHYLAMINE (CDMA) AND MONOCHLORAMINE, TWO NDMA PRECURSORS PRESENT IN SWIMMING POOL WATER**, resulted in a substantial UV-induced NDMA formation (~1-2% molar yield based on initial CDMA concentration) simultaneously to NDMA photolysis.

No entanto, a irradiação UV (em $\lambda = 254$ nm) de **DIMETILAMINA CLORADA (CDMA) E MONOCLORAMINA, DOIS PRECURSORES DE NDMA PRESENTES NA ÁGUA DA PISCINA**, resultou em uma formação substancial de NDMA induzida por UV (~ 1-2% de rendimento molar com base na concentração inicial de CDMA) simultaneamente à fotólise de NDMA.

Outra publicação utilizada para induzir a relação NDMA com CLORAÇÃO é a reportagem de 09/08/2021 apresentada no G1 (2021) com o título “*Pesquisa da UNICAMP revela substâncias prejudiciais à saúde na água da região de Campinas*” (G1, 2021), mas, em nenhum momento cita que o nível encontrado de NDMA estava abaixo do valor preconizado pela legislação pertinente, publicada 04/05/2021, 3 meses antes da reportagem.

A Portaria GM/MS nº 888 (04/05/2021) o valor VMP é de 0,0001 mg/L (0,1 µg/L = 100 ηg/L) (BRASIL, 2021). Também a reportagem em sua narrativa e não esclarece qual os motivos da formação de NDMA.

A reportagem tem como referência os resultados de uma dissertação defendida junto a UNICAMP em 2019 por VIZIOLI (2019), a seguir apresentamos os resultados obtidos pela referida pesquisa.

VIZIOLI, B. C. *Desenvolvimento e validação de método analítico para determinação de nitrosaminas em água de abastecimento público: estudo de caso na Região Metropolitana de Campinas*. Campinas. 114p. Dissertação [Mestrado em Química Analítica] – Universidade Estadual de Campinas. 2019.

No item 1.3.1 da referência VIZIOLI (2019) **já indica a autora que a cloramina ainda é o principal contribuinte para a formação da nitrosamina**, ressaltando duas referências bibliográficas internacionais para embasar a afirmação.

1.3.1 Formação e ocorrência de nitrosaminas em água tratada

As nitrosaminas podem adentrar o sistema de água tratada principalmente através da reação não intencional com desinfetantes. Inicialmente, sua formação era associada estritamente ao uso de cloraminas como desinfetantes. Estudos subsequentes comprovaram sua formação com outros desinfetantes como cloro, dióxido de cloro e ozônio, muito embora a cloramina ainda seja o principal contribuinte para a formação destes compostos.^{41 42}

41. ZHAO, Y. Y.; BOYD, J. M.; WOODBECK, M.; ANDREWS, R. C.; QIN, F.; HRUDEY, S. E.; LI, X. F. Formation of N-nitrosamines from eleven disinfection treatments of seven different surface waters. *Environmental Science & Technology*. v.42. n.13. pp.4857–4862. 2008.

42. KRASNER, S. W.; MITCH, W. A.; MCCURRY, D. L.; HANIGAN, D.; WESTERHOFF, P. Formation, precursors, control, and occurrence of nitrosamines in drinking water: A review. *Water Research*. v.47. pp.4433– 4450. 2013.

Fonte: VIZIOLI, 2019.

A Tabela 27 apresenta a concentração de nitrosaminas (ng.L⁻¹) para amostragem do estudo de caso realizado em 13 cidades da Região Metropolitana de Campinas e fica muito claro que os valores encontrados estão abaixo da determinação legal, a **Portaria GM/MS nº 888 (4/05/2021) o valor VMP é também de 0,0001 mg/L (0,1 µg/L = 100 ηg/L)** (BRASIL, 2021). Os resultados mostram valor **Mínimo** (8,7 ng.L⁻¹), **Médio** (31,0 ng.L⁻¹) e **Máximo** (67,3 ng.L⁻¹) para NDMA (VIZIOLI, 2019).


Cidade	NDMA
Americana	27
Campinas 3 e 4	62
Campinas Capivari	67
Campinas 1 e 2	33
Cosmópolis	19
Hortolândia	33
Indaiatuba	<LD
Itatiba	15
Jaguariúna	46
Monte Mor	17
Paulínia	28
S. Bárbara D'Oeste	<LD
Sumaré	23
Valinhos	24
Vinhedo	8

Tabela 27. Concentração de nitrosaminas (ng.L⁻¹) para amostragem do estudo de caso realizado em 13 cidades da Região Metropolitana de Campinas.

Fonte: Adaptado VIZIOLI, 2019.

Outra publicação que será usada sem nenhuma dúvida, pelos marqueteiros para relacionar **NDMA com CLORAÇÃO** é **“Nitrosamine Carcinogens Also Swim in Chlorinated Pools”** (Carcinógenos de nitrosamina também nadam em piscinas cloradas) publicado por KELLY (2010). Novamente, existe no texto a informação, **pode ser formada NDMA quando o nitrogênio orgânico reage com cloraminas**, que são comumente usadas para tratamento de água, mas no caso de piscinas, **são tipicamente formados quando o cloro livre reage com substâncias orgânicas, como urina e suor**, na presença de nitrito. Em resumo, quando não se alcança o chamado break-point.

NITROSAMINE CARCINOGENS ALSO SWIM IN CHLORINATED POOLS



02/25/2010
 Departments: Chemical and Environmental Engineering

They can be formed when organic nitrogen reacts with chloramines, which are commonly used for water treatment, but in the case of swimming pools, are typically formed when free chlorine reacts with organic substances, such as urine and sweat in the presence of nitrite.

Fonte: KELLY, 2010.

ELES PODEM SER FORMADOS QUANDO O NITROGÊNIO ORGÂNICO REAGE COM CLORAMINAS, que são comumente usadas para tratamento de água, mas **NO CASO DE PISCINAS, SÃO TIPICAMENTE FORMADOS QUANDO O CLORO LIVRE REAGE COM SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS, COMO URINA E SUOR**, na presença de nitrito.

Essa publicação também tem título atraente aos marqueteiros, “*O perigo da piscina: Nitrosamina Carcinógenos*”, não tenho dúvidas, que será usada para relacionar NDMA com CLORAÇÃO e induzir pessoas a uma interpretação equivocada, esquecendo de informar/citar a condição “*sine qua non*” para que ocorra a formação de NDMA no processo de cloração, que é presença de cloraminas, que existem quando não se alcança o break-point.



Fonte: MULLER, 2010.

<https://www.yalescientific.org/2010/10/the-danger-of-the-swimming-pool-nitrosamine-carcinogens/>

*Usando esses dados, Mitch propôs dois caminhos para a formação de NDMA a partir da dimetilamina, um composto encontrado na urina e no suor. Ele observou que a dimetilamina é removida da água potável durante o tratamento, **MAS NÃO É REGULADA NAS PISCINAS, UM FATOR QUE PODE CONTRIBUIR PARA OS NÍVEIS MAIS ALTOS DE NDMA NAS PISCINAS EM COMPARAÇÃO COM A ÁGUA POTÁVEL.***

A próxima referência o próprio título já relaciona a contribuição adicional dos nadadores na formação de nitrosaminas. Esse estudo teve como objetivo investigar as concentrações de N-nitrosaminas na água clorada de piscinas internas e determinar se as entradas corporais de substâncias orgânicas e inorgânicas dos nadadores aumentam as concentrações de NDMA. Nas amostras de água avaliadas, em $\alpha = 0,01$ (nível de significância), indica que 99% da formação de NDMA é vinculada com as cargas orgânicas e inorgânicas dos nadadores, logo, contribuem para as concentrações elevadas de N-nitrosamina.

No tratamento de águas de piscinas, a forma de reduzir as concentrações de matéria orgânica nitrogenada, é alcançar o break-point, pois nessa condição todas as cloraminas serão oxidadas e o ORP em 700 mV.

Research Article | Published: 16 October 2011

Swimmers contribute to additional formation of *N*-nitrosamines in chlorinated pool water

Hekap Kim  & Kichan Han

Toxicology and Environmental Health Sciences **3**, 168–174 (2011) | [Cite this article](#)

the pool water than in the source water samples at $\alpha=0.01$, suggesting that organic and inorganic loads from swimmers might contribute to those elevated *N*-nitrosamine concentrations.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s13530-011-0094-1>

Fonte: KIM, HAN, 2011.

*...na água da piscina do que nas amostras de água da fonte em $\alpha = 0,01$, sugerindo que as cargas orgânicas e inorgânicas dos nadadores podem contribuir para essas concentrações elevadas de *N*-nitrosamina.*

Não se pode de forma nenhuma deixar de ressaltar que, **a vinculação de bromatos e NDMA com ozônio é reconhecida pela IOA - The International Ozone Association**.

A “The International Ozone Association” (IOA) reconhece que bromatos e nitrosodimetilamina (NDMA) são subprodutos da ozonização, inclusive em evento organizado pela IOA é apresentado pesquisa com essa informação.

The International Ozone Association

is pleased to present the

22nd World Congress & Exhibition

28 June – 3 July 2015, Barcelona, Spain



Ozone and Advanced Oxidation
Leading-edge science and technologies

28.3 The synergistic effects of designing ozone with a biologically active filter

I. Zhu, T. Getting, A. Ried, A. Wieland (USA, Germany)

...However, the ozone dosing rates can sometimes be very high increasing both the capital and operating costs **while also possibly forming by-products such as assimilable organic carbon (AOC), bromate, and Nitrosodimethylamine (NDMA)**...

Fonte: ZHU, RIED, WIELAND, 2015.

... No entanto, as taxas de dosagem de ozônio podem às vezes ser muito alto, aumentando os custos de capital e operacionais e, ao mesmo tempo, **possivelmente formando subprodutos, como orgânicos assimiláveis carbono (AOC), bromato e nitrosodimetilamina (NDMA)**. (grifo nosso)

IV.4- A Desinfecção Química com derivados clorados

Para que ocorra “Desinfecção Química”, com derivados clorados é necessário a existência no meio aquoso, de preferência, o **ácido hipocloroso (HClO)**. O íon hipoclorito (ClO^-) não tem a mesma capacidade de desinfecção química do ácido hipocloroso. A seguir apresenta-se algumas referências que mostram que, o íon ClO^- (hipoclorito) tem uma reduzida ação no processo de desinfecção química, conhecimento reconhecido há mais de 40 anos.

“..... **O ácido hipocloroso HClO é o agente mais ativo na desinfecção, e o íon hipoclorito é praticamente inativo**”. (RICHTER, AZEVEDO NETO, 1991; RICHTER, 2009)

“...Tanto o ácido hipocloroso como o íon hipoclorito, denominados de cloro residual livre, são fundamentais para a inibição do crescimento bacteriano. Porém, o **ácido hipocloroso possui uma ação bacteriana mais eficiente do que o OCl^-** , pela sua permeabilidade à membrana celular. Em determinadas condições, o **OCl^- é apenas cerca de 2% tão bactericida como o HOCl**.” (BATALHA, COSTA, 1994)

“... Fair et al. (1948) and Morris (1966) calculated a theoretic curve for relative disinfecting efficiency of HOCl and OCl^- to produce 99% kill of *Escherichia coli* at 2° to 5°C at various pH levels within 30 minutes, and found that **the OCl^- ion possesses approximately 1/80 the germicidal potency HOCl under these conditions**.” (DYCHDALA, 1977, 2001)

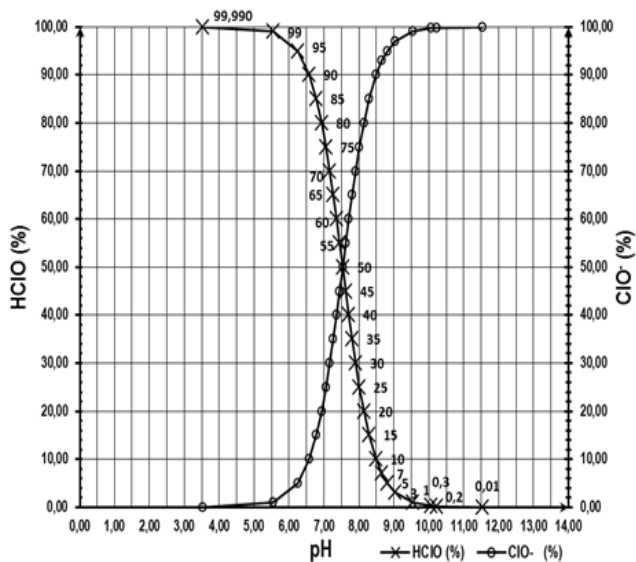
Essas figuras estão nas páginas 238/239 do “Livro Piscina – Água & Tratamento & Química – 2a. Edição”

QUADRO 38- A percentagem de HClO (ácido hipocloroso) e ClO⁻ (hipoclorito) em função do pH da solução.

pH	HClO (%)	ClO ⁻ (%)
3,54	99,990	0,010
5,54	99	1
6,26	95	5
6,58	90	10
6,78	85	15
6,94	80	20
7,06	75	25
7,17	70	30
7,27	65	35
7,36	60	40
7,45	55	45
7,54	50	50
7,62	45	55
7,71	40	60
7,81	35	65
7,91	30	70
8,01	25	75
8,14	20	80
8,29	15	85
8,49	10	90
8,66	7	93
8,82	5	95
9,05	3	97
9,53	1	99
10,06	0,3	99,7
10,24	0,2	99,8
11,54	0,01	99,99

Fonte: MACEDO, 2019.

OBS.: Cálculos considerando a constante de dissociação (Ka) do HClO de $2,9 \times 10^{-8}$ a 25°C
 Fonte: MACEDO, 2000, 2002, 2003, 2003a; 2003b, 2003c, 2004a, 2016, 2017.



Fonte: MACEDO, 2000, 2002, 2003, 2003a; 2003b, 2003c, 2004a, 2016, 2017.

FIGURA 24- Gráfico da relação HClO (ácido hipocloroso) e ClO⁻ (hipoclorito) com pH.

Com base nas figuras, nota-se, que é necessário no mínimo para garantir uma “**desinfecção química**” que exista na água da piscina a quantidade suficiente **na forma de ácido hipocloroso (HClO) para alcançar os 700 mV!** Pode-se afirmar que **o controle do pH é fundamental**, no processo de desinfecção os derivados clorados, devendo ser mantido entre **7,2 e no máximo 7,8** nas águas de piscinas!

IV.5- A presença de cloraminas na água

Quando um derivado clorado é adicionado à água, ocorre em primeiro lugar, a **reação de oxidação da matéria orgânica**, que recebe o nome de “**demanda de cloro**”, satisfeita a demanda carbonácea, **o derivado clorado reage com a amônia, formando as cloraminas**, que são denominadas de “**cloro residual combinado**”. Após a formação das cloraminas, tem-se presença do chamado “**cloro livre**”, que é constituído do **ácido hipocloroso (HClO) e do íon hipoclorito (ClO⁻)**, podendo formar simultaneamente os subprodutos da desinfecção, por exemplo, THM’s (Figura 19) (MACEDO, 2019).

Se desejar informações detalhadas sobre os THM’s indico que utilize o livro Piscina – Água & Tratamento & Química, no seu conteúdo consta uma extensa revisão bibliográfica sobre o tema.

Um novo subproduto de desinfecção foi incluído na Portaria GM/MS 888/2021 (BRASIL, 2021) que é o **NDMA (N-nitrosodimetilamina)**, como não está citado na bibliografia indicada, será apresentado neste item. Encontra-se a dissertação de RODRIGUES (2020) defendida junto à UNICAMP para receber o título de Mestre em Tecnologia, na área de Meio Ambiente, na qual informa que **estudos indicam que o ozônio induz a formação de NDMA**.

Outras publicações tratam do mesmo subproduto, como a publicação “**The Occurrence of N-nitrosodimethylamine (NDMA) in Swimming Pools: An Overview**” (MUSTAPHA, TIJANI, NDAMITSO, et al., 2021), que confirma a presença de um “novo” subproduto em águas de piscinas a N-nitrosodimetilamina (NDMA).

Existe a publicação, na qual ressalta que, a nitrosamina pode existir em piscinas cloradas, a pesquisa de WALSE, MITCH (2008) com o título “**Nitrosamine Carcinogens Also Swim in Chlorinated Pools**”, confirma que a NDMA como uma substância que pode se apresentar em águas de piscinas. A publicação de MULLER (2010) com o título “**The Danger of the Swimming Pool: Nitrosamine Carcinogens**”, ressalta a questão envolvendo a NDMA. A pesquisa KEMPER, WALSE, MITCH (2010) no artigo “**Quaternary amines as nitrosamine precursors: a role for consumer products**”, apresenta um dos precursores da formação da NDMA.

A toxicidade do NDMA fica muito explícita quando observamos os limites máximos permitidos (VMP) pela legislação, a Portaria GM/MS Nº 888/2021 (BRASIL, 2021).

Se comparar a toxicidade dos “THM’s” com “NDMA”, a toxicidade do NDMA chega alcançar 1.000 vezes a toxicidade dos trihalometanos, veja o quadro a seguir.

QUADRO 7- Valores do VMP (Valor Máximo Permitido) para subprodutos da desinfecção segundo Portaria GM/MS Nº 888/2021.

Subproduto	VMP (µg/L)	VMP (mg/L)	VMP (ng/L)
NDMA (N-nitrosodimetilamina)	0,1	0,0001	100
Bromatos (BrO ₃ ⁻)	10	0,01	10.000
Ácidos Haloacéticos Totais (AHA's)	80	0,08	80.000
Trihalometanos Totais (THM's)	100	0,1	100.000

Fonte: BRASIL, 2021.

Na utilização no processo de desinfecção com derivados clorados, a formação de NDMA ocorre somente na presença de cloraminas, inclusive o monitoramento dos níveis de NDMA é previsto em legislação (BRASIL, 2021) **somente se ocorrer a utilização da cloraminação**. Logo, a forma de evitar a formação de NDMA com o uso de derivados clorados é alcançar o break-point, a partir do qual não existe a presença de cloraminas na água da piscina e não ocorrerá a formação de NDMA.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

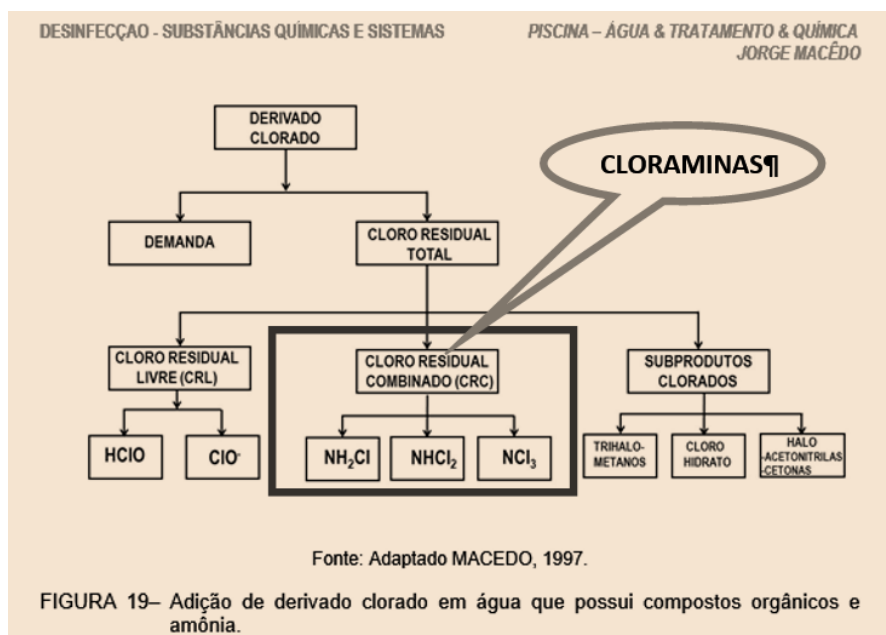
Publicado em: 07/05/2021 | Edição: 05 | Seção: 1 | Página: 127
 Órgão: Ministério da Saúde/Gabinete do Ministro

PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021

TABELA DE PADRÃO DE POTABILIDADE PARA SUBPRODUTOS DA DESINFECÇÃO QUE REPRESENTAM RISCO À SAÚDE(4)			
Parâmetro	CAS(1)	Unidade	VMP(2)
N-nitrosodimetilamina	62-75-9	mg/L	0,0001
TrihalometanosTotal	-	mg/L	0,1

O monitoramento será obrigatório apenas onde se pratique a desinfecção por cloraminação.

Em caso de interesse em informações sobre o NDMA indico a leitura no review de ozônio.



Fonte: MACEDO, 2019.

Em águas de piscinas o sintoma característico de água contendo cloraminas pode ser ouvido dos próprios banhistas - especialmente em piscinas muito utilizadas, quando os banhistas reclamam: "a água está com muito cloro, sinto o cheiro"! Na verdade, existe a falta de derivado clorado (POOL-LIFE, 1999). Nesse caso, devemos adicionar mais derivado clorado à água, até que todas as cloraminas inorgânicas sejam oxidadas e alcançando o

chamado "break-point" (ANDRADE, MACEDO, 1996). A origem dos sais de amônia e os compostos nitrogenados podem existir naturalmente na água, ou ser resultantes da presença de urina e suor (MACEDO, 2019).

O **limite de odor da tricloramina**, com base em pesquisa de 2007 (BOWMAN, 2007), confirmada por publicação em 2016 (BARRIE, 2016), é pelo menos **1000 vezes menor que o ácido hipocloroso**. Em resumo, com relação ao ser humano, é 1.000 vezes mais fácil sentir o odor da tricloramina do que o odor do ácido hipocloroso.

Esse é o motivo do problema que é causado pela **tricloramina**, devido à sua baixa solubilidade em água, a tricloramina não é retida pelo trato respiratório superior e atinge os pulmões, onde pode reagir com o epitélio respiratório.

Como demonstrado em estudos *in vitro*, as cloraminas são oxidantes que penetram nas membranas e reagem rapidamente com os grupos sulfidríla das proteínas no citoesqueleto e na matriz extracelular, causando a ruptura das ligações e aumentando conseqüentemente a permeabilidade epitelial. A **tricloramina**, em contraste com outras cloraminas, é um gás quase completamente insolúvel em água, o qual não consegue penetrar facilmente na superfície ciliada e no fluido que protege o epitélio das vias aéreas, esse gás exerce, portanto, sua ação tóxica principalmente nos pulmões onde as células não são ciliadas e as ligações são mais acessíveis (BERNARD, CARBONNELLE, NICKMILDER, DE BURBURE, 2005).

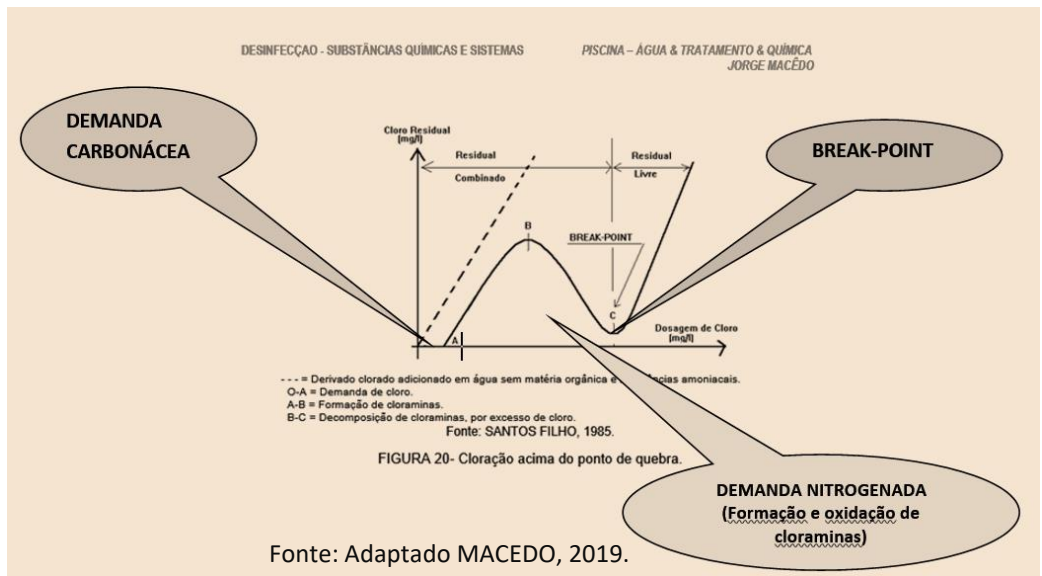
Existem formas de controlar a sua formação, que não é a discussão desse review!!

Surge a pergunta: Como eliminar as cloraminas na água de uma piscina **depois que elas foram formadas?**

A forma mais simples de eliminar as cloraminas depois de formadas na água, é fazer o processo de desinfecção com derivado clorado alcançar o chamado "BREAK-POINT".

A denominada cloração ao "break-point" ocorre sob condições controladas, **adicionando derivado clorado até que a demanda seja satisfeita, OXIDA MATÉRIA ORGÂNICA CARBONÁCEA**, o derivado clorado continua a ser adicionado, até que **OS COMPOSTOS CLORO-NITROGENADOS (CLORAMINAS), TAMBÉM SEJAM OXIDADOS**. Como já citado, esses compostos são os responsáveis por sabor e odor característicos dos derivados clorados (MACEDO, 2019).

O ponto em que o derivado clorado adicionado, se transforma/libera **SOMENTE HClO e ClO⁻**, com a finalidade somente de **desinfecção**, é denominado ponto de quebra ou "break-point" (SANTOS FILHO, 1985; TCHOBANOGLIOUS, BURTON, 1991) (Figura 20).



OBS.: SEM ELIMINAR A DEMANDA DE CLORO (COM A MATÉRIA CARBONÁCEA) E A DEMANDA NITROGENADA (AS CLORAMINAS) → NÃO SE CONSEGUE ALCANÇAR BREAK-POINT!

Surge a pergunta: COMO UM PISCINEIRO VAI SABER QUE ALCANÇOU O BREAK-POINT?

R: É muito simples, basta manter o ORP próximo dos 700 mV ou acima dos 700 mV!

Não existe mais **CLORAMINAS** na água da piscina após o break-point, note no gráfico anterior, **não tem como alcançar o ponto "C" sem passar pelos pontos "A" e "B"**.

Veja a importância para o piscineiro a manutenção do ORP próximo aos 700 mV:

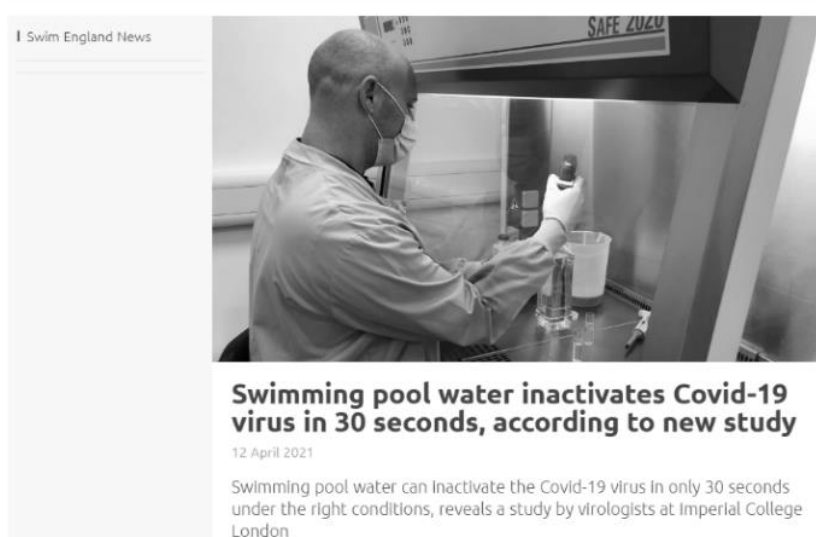
- A garantia ao tratador (piscineiro) que todo o tratamento está correto!
- A medida do ORP com valores acima de 650 mV é uma garantia para a segurança da saúde dos usuários das águas das piscinas e da saúde pública no entorno.
- Garante que não vai existir a presença de TRICLORAMINA na água da piscina e no seu entorno, reduz A PROBABILIDADE de reações alérgicas aos usuários.
- É uma garantia da inativação de vírus no meio aquoso e nos aerossóis que se formam sobre a superfície da água da piscina.

Para o piscineiro é fundamental, entender que, atualmente qualquer processo de desinfecção DEVE TER A FINALIDADE DE INATIVAR VÍRUS!!

IV.6- O nível de CRL indicado no processo de desinfecção com derivados clorados

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).



Fonte: SWIM ENGLAND, 2021.

<https://www.swimming.org/swimengland/swimming-pool-water-inactivates-covid19-virus/>

No Brasil, a **Academia L’equipe**, também publicou a referida pesquisa em seu Facebook



Academia L'equipe - Estabelecimento Credenciado
Metodologia Gustavo Borges está em Academia L'equipe -
Estabelecimento Credenciado Metodologia Gustavo Borges.

13 de abril · Ibitinga, São Paulo · 🌐

Água da piscina inativa vírus Covid-19 em 30 segundos, segundo novo estudo
12 de abril de 2021

Água da piscina pode inativar o vírus Covid-19 em apenas 30 segundos nas condições certas, revela estudo de virologistas do Imperial College London.

Os resultados, que não foram publicados em uma revista revisada por pares, sugerem que o risco de transmissão da Covid-19 na água da piscina é incrivelmente baixo.

A Swim England trabalhou em colaboração com a empresa de natação para bebês Water Babies e a Royal Life Saving Society UK (RLSS UK) para encomendar o estudo e fornecer contexto e materiais para a pesquisa.

À medida que as piscinas cobertas em todo o país reabriram na segunda-feira, 12 de abril, como parte do roteiro do governo para aliviar as restrições de bloqueio, a diretora executiva da Swim England, Jane Nickerson, saudou os resultados como "notícias fantásticas".

O estudo sobre a água da piscina foi realizado pela principal virologista e especialista em vírus respiratórios, Professora Wendy Barclay, juntamente com o pesquisador associado Dr. Jonathan Brown e a técnica de pesquisa Maya Moshe, do Imperial College London, e projeto gerenciado por Alex Blackwell, chefe de piscinas e instalações da Water Babies.

Ele analisou os efeitos da água da piscina no vírus que causa a Covid-19, chamado SARS-CoV-2, para avaliar a quantidade de tempo e contato necessários para desativar o vírus em diferentes níveis de cloro e pH.

'O vírus não sobrevive'

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.

A professora Wendy Barclay, do Imperial College, disse: "Nós realizamos esses experimentos em nossos laboratórios de alta contenção em Londres".

"Nessas condições seguras, somos capazes de medir a capacidade do vírus de infectar células, que é o primeiro passo em sua transmissão".

Fonte: L'EQUIPE, 2021.

<https://www.facebook.com/lequipeacademia/posts/3825342544187059/>

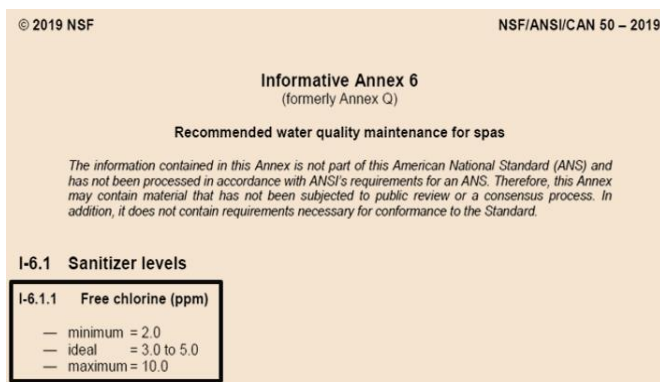
Outra publicação nacional sobre o estudo foi do **"Swim Channel"**, atualmente o maior e principal HUB de conteúdo e serviços da natação do Brasil.



Fonte: FREITAS, 2021.

<https://swimchannel.net/br/estudo-mostra-que-agua-de-piscina-inativa-covid-19/>

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, indica o nível mínimo de 2,0 ppm CRL em spas (pág.259). Na norma **NÃO** se encontra a indicação do **Cloro Residual Livre (CRL) (Free Available Chlorine – FAC)** para **Swimming Pool** (piscinas) pois 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. Somente em 16 de maio de 2021 foi apresentada os resultados de uma pesquisa para publicação sobre o Ct para corona vírus por BROWN, MOSHE, BLACKWELL, BARCLAY (2021).



Nos **PAÍSES EUROPEUS** o menor nível indicado 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). No Reino Unido a PWTAG aumentou o valor para 1,7 mg CRL/L, para uma maior segurança e garantia do processo de desinfecção.



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.

(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 do recomendações para piscinas de junho de 2021 a julho de 2021 de 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 foi detectado após tratamento com água acima de pH 7,4 mesmo quando estava presente pelo menos 1,5 ppm de cloro livre.

<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.**

As publicações do CDC (2016, 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 (FAC) superiores a 2,0 mg HClO/L são necessários para garantia da balneabilidade das águas de piscinas.**

Fonte: IBARLUZEA, MORENO, ZIGORRAGA, et al. (1998) apud CDC, 2016, 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>quality⁴²⁶. 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, 2016, 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. **PREVIU 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)**.

<p>quality⁴²³². 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</p>		
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, 2016, 2018, 2023..

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. **PREVIU 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-CR (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).

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

2018 MAHC ANNEX	5.0 Facility Operation & Maintenance	138
ppm (mg/L), bromine 6.0 ppm (mg/L)]. 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, 2016, 2018, 2023.

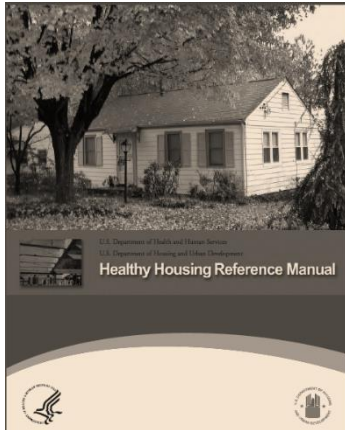
Em geral, RECOMENDA-SE UMA FAIXA DE 2-4 ppm (mg/L) CRL para PISCINAS (3-5 ppm (mg/L) para spas) para ajudar a garantir que o CRL mínimo seja mantido e para fornecer uma margem de SEGURANÇA para BANHISTAS.

2023 MAHC ANNEX	5.0 Aquatic Facility Operation and Maintenance	151
bromine 6.0 ppm [mg/L)]. ⁽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, 2016, 2018, 2023.

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

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).



Fonte: CDC, 2006.

Swimming Pools

14-8 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	Super-chlorinate indicators: High chlorine levels, eye irritation or algae growth.
Bromine	4	5	10	Continuous levels.

Fonte: CDC, 2006.

O novo desafio do processo de desinfecção química é a **ameba de vida livre** *Naegleria Fowleri*.

A *Naegleria fowleri*, causadora da MAP (Meningoencefalite Amebiana Primária), é transmitida através de águas de lagoas, lagos ou piscinas contaminadas, acometendo indivíduos saudáveis, principalmente crianças e jovens adultos. É sensível a algumas condições ambientais, como pH extremo, não sobrevivendo na água do mar [SCHUSTER, VISVESVARA (2004) apud SANTOS, 2022]. O trofozoíto entra no organismo através das fossas nasais, penetrando na mucosa nasal e migrando ao longo do nervo olfativo até atingir o Sistema Nervoso Central (SNC). A MAP é uma infecção fatal do SNC [ROJAS-HERNÁNDEZ, et al. (2004) apud SANTOS, 2022].

A meningoencefalite amebiana primária é uma infecção rara e geralmente fatal do sistema nervoso central (cérebro e medula espinhal) causada por *Naegleria fowleri*, um tipo de ameba de vida livre. As amebas podem penetrar no cérebro pelo nariz quando as pessoas nadam ou através dos aerossóis que ficam sobre a superfície da água.

A *Naegleria fowleri* também pode viver em fontes termais ou na água quente eliminada de fábricas industriais, **piscinas malconservadas com pouco ou nenhuma cloração** e no solo. Ela pode até mesmo crescer em aquecedores de água em temperaturas de até 46 °C e sobrevive por curtos períodos em temperaturas mais elevadas. A *Naegleria* não vive em água salgada.

Uma criança do Texas, nos Estados Unidos, morreu após contrair uma rara ameba “comedora de cérebro” em uma fonte aquática recreativa do condado de Arlington (JACKSON, 2021). A *Naegleria fowleri* é comumente encontrada no solo e em água doce quente, como lagos, rios e fontes termais, de acordo com os Centros de Controle e Prevenção de Doenças (CDC). **Também pode ser encontrado em piscinas malconservadas ou sem cloro** (JACKSON, 2021).

Segundo JACKSON (2021), o teste da qualidade da água inclui a verificação de cloro, que é usado como desinfetante. Uma revisão dos registros determinou que as **leituras de cloração da água não foram documentadas em dois dos três dias em que a criança visitou o parque no final de agosto e início de setembro**. No entanto, a próxima leitura documentada, que ocorreu no dia seguinte à visita da criança, **mostra que o nível de cloração havia caído abaixo do mínimo necessário** e que cloro adicional foi adicionado ao sistema de água.



Fonte recreativa em parque público no Texas foi isolada após caso de infecção
Reprodução/Redes sociais

Fonte: JACKSON, 2021.

Segundo RIESS, YAN, SEALY (2022) Os Centros de Controle e Prevenção de Doenças dos EUA confirmaram que uma criança de Nebraska que morreu após nadar foi infectada com a ameba comedora de cérebro *Naegleria fowleri*. A confirmação do CDC significa que esta é a primeira morte conhecida por *Naegleria fowleri* na história de Nebraska”, de acordo com o Departamento de Saúde e Serviços Humanos do estado.

Segundo ROCHA (2023) o aumento da incidência nos estados do Norte causa preocupação de que a espécie *Naegleria fowleri* esteja se expandindo devido às mudanças climáticas

Autoridades de saúde pública de Ohio, nos Estados Unidos, alertam para os riscos da ameba “comedora de cérebros”. Em um estudo publicado no Ohio Journal of Public Health, especialistas afirmam que a espécie *Naegleria fowleri* representa preocupação especialmente para os estados do Norte do país (ROCHA, 2023).

Na maioria das vezes, *Naegleria fowleri* vive em habitats de água doce alimentando-se de bactérias. No entanto, em casos raros, a ameba pode infectar humanos entrando pelo nariz durante atividades relacionadas à água. Uma vez no nariz, a ameba segue para o cérebro e causa uma infecção cerebral grave chamada meningoencefalite amebiana primária (PAM), que geralmente é fatal, segundo o CDC (ROCHA, 2023).

Em 2023, com título “**Ameba comedora de cérebros provoca mais uma morte nos EUA**” a reportagem de RAZEK (2023) indica que um morador da Geórgia morreu de infecção por *Naegleria fowleri*, uma infecção rara que destrói o tecido cerebral, causando inchaço cerebral e geralmente a morte”, “Antes deste caso recém-confirmado de infecção por *Naegleria fowleri*, houve cinco outros casos relatados na Geórgia desde 1962”. De 1962 a 2021, apenas quatro em cada 154 pessoas nos Estados Unidos sobreviveram a uma infecção por ameba comedora de cérebro, de acordo com os Centros de Controle e Prevenção de Doenças dos EUA. No início do mês de agosto, a Divisão de Saúde Pública e Comportamental de Nevada disse que um menino de 2 anos morreu de uma infecção por ameba comedora de cérebro, provavelmente contraída em uma fonte termal natural.

Um menino de 2 anos, morador do estado americano de Nevada, morreu de infecção por causa de uma ameba comedora de cérebro. Segundo a família, Woodrow Bundy contraiu a infecção enquanto nadava em Ash Springs. A criança foi infectada pela *Naegleria fowleri*, cuja taxa de mortalidade nos EUA supera os 97% (R7 SAÚDE, 2023).



Fonte: R7 SAÚDE, 2023.

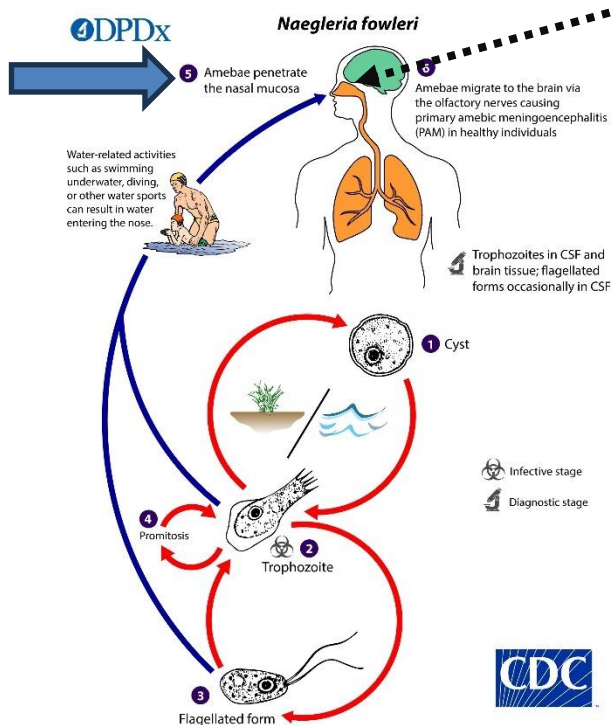
Woodrow contraiu a ameba enquanto nadava

A 'ameba comedora de cérebros': infecção mata menina de 10 anos em piscina de hotel na Colômbia. A criança contraiu o parasita em junho deste ano em uma piscina de hotel, segundo sua família. Dois dias depois de mergulhar, começou a sentir dor de ouvido, febre e vômitos, mas o diagnóstico inicial se confundiu com otite. No início de julho, a menina teve piora drástica nos sintomas. Ela não conseguia se levantar sem ajuda, tinha sensibilidade extrema à luz e teve convulsões. O parasita passa para o cérebro dos indivíduos através da cavidade nasal e começa a destruir as células nervosas da vítima. A probabilidade de morte após a infecção é de 95% (UOL, 2023).



Fonte: UOL, 2023.

A ameba não é transmitida de pessoa para pessoa, nem pela ingestão da água contaminada!!! Ela infecta as pessoas quando a água contaminada **ENTRA NO CORPO PELO NARIZ!!!**



Fonte: CDC, 2022a.

A reportagem afirma que, **Ameba comedora de cérebros: 'Podemos ter casos no Brasil não diagnosticados', diz parasitologista** (YONESHIGUE, 2023).

Embora raros, os casos da infecção com a ameba *Naegleria fowleri* chamam atenção pela sua agressividade. Não à toa, o parasita é conhecido como "ameba comedora de cérebro", uma vez que destrói o tecido do órgão e, em até sete dias do início dos sintomas, leva quase todos os contaminados à morte (YONESHIGUE, 2023).

Nos Estados Unidos, de onde é a vasta maioria dos registros, apenas 4 de 157 pessoas que foram comprovadamente infectadas sobreviveram à ameba durante as últimas seis décadas – uma letalidade de 97,4%, segundo dados dos Centros de Controle e Prevenção de Doenças dos EUA (CDC). A taxa é acima de temidos patógenos, como o ebola (YONESHIGUE, 2023).

Oficialmente, não há casos confirmados que foram ligados à *Naegleria fowleri* no Brasil. Porém, devido ao desconhecimento e ao fato de poucos grupos trabalharem com o parasita no país, é possível que indivíduos tenham sido contaminados, mas não diagnosticados. É o que explica a parasitologista Denise Leal dos Santos, doutora em Microbiologia Agrícola e do Ambiente pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (YONESHIGUE, 2023).

Ela causa uma meningite que pode ser confundida com outra bacteriana ou viral, porque os sintomas são parecidos. Então podemos ter casos subdiagnosticados, ou seja, que tenham sido causados pela *Naegleria fowleri*, mas que não foram identificados. Lá nos Estados Unidos, como é mais comum, se a pessoa teve algum sintoma eles já pesquisam para ver se é a ameba — diz a pesquisadora, que recebeu um prêmio da Sociedade Brasileira de Parasitologia (SBP) por sua tese sobre a *Naegleria fowleri* (YONESHIGUE, 2023).

COMO ELIMINAR A *Naegleria Fowleri* o CT (Ct) desse protozoário é 56 mg/L.min (CDC, 2022; ARBERAS-JIMÉNEZ, SIFAQUI, REYES-BATTLE, et al., 2022).

LOGO é necessário no mínimo 56 mg CRL (HCIO) para eliminá-la no tempo de contato de 1 minuto!!! INDICA-SE 5,6 mg CRL (HCIO) para eliminá-la no tempo de contato de 10 minutos!

IV.7- O **EXCESSO** de cloro residual livre na água da piscina para o **processo de desinfecção química**

Se refere nesse item ao **EXCESSO** de CRL na água para o **PROCESSO DE DESINFECÇÃO QUÍMICA**. Logicamente **não está referindo** ao processo de oxidação utilizando um derivado clorado, uma supercloração.

A indicação do nível máximo de CRL na água expresso pela concentração de mg HClO/L, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) (WHO, 1993, 2004, 2017), na revisão dos valores-guia para água potável em 1993 indicou 5 mg.L⁻¹ para CRT como o valor considerado **NÃO PERIGOSO PARA A SAÚDE**, ressaltando, ainda, que para ocorrer a desinfecção efetiva, em água potável, o residual de cloro livre deverá ser maior que 0,5 mg.L⁻¹, após 30 minutos de contato, a pH<8,0 ([WHO (1993) apud GRAY, 1994]) (MACEDO, 1997). O VMP (Valor Máximo Permitido) de CRL (mg HClO/L) indicado na Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011) e na atual Portaria 888/2021 (BRASIL, 2021) que regulamenta as características químicas da água potável é de 5 mg CRL/L (5 mg HClO/L).

Em rede social (live) foi citado **indicação de 10 ppm de CRL** para o processo de desinfecção de águas de piscinas, esse valor **está muito acima da indicação da OMS (WHO)** desde 1993 e sem nenhuma dúvida **tem consequências a ingestão dessa água**.

Esse excesso de CRL, após a ingestão da água, alcança como primeira parada do princípio ativo o estômago, após passar pela faringe e esôfago. No estômago, onde encontra o suco gástrico, o principal agente da digestão das proteínas no estômago. Ele é formado por ácido clorídrico (HCl) e pepsinogênio, tendo caráter ácido, de **pH 2**. Após essa etapa chega ao intestino, de onde os vasos sanguíneos absorverão o(s) princípio(s) ativo(s), por exemplo de um medicamento (FARMACO UFSC, 2016; BIERNATH, 2018).

Em função do pH 2, a concentração do CRL será representada somente por ácido hipocloroso (HClO) que vai alcançar o intestino e **sem nenhuma dúvida vai debilitar a flora intestinal**. O desequilíbrio da microbiota intestinal pode estar associado a diversas doenças, fatores e sintomas como: diarreia, flatulência, constipação, síndrome do intestino irritável, etc... (BIOME, 2022).

Logo sem uma sustentação científica a indicação de valores de 8 a 10 ppm de CRL é até irresponsável e coloca em risco a saúde dos frequentadores de uma estrutura aquática em função da ingestão da água.

IV.8- Porque alguns piscineiros não conseguem que ORP alcance valores maiores que 650 mV?

Considerando que a água da piscina está com uma turbidez menor que 0,5 UNT, em resumo, está sem matéria orgânica interferindo na qualidade da água.

O piscineiro adiciona uma determinada massa de derivado clorado (cloro) para alcançar um residual de cloro livre, inicialmente esse CRL vai reagir com qualquer matéria orgânica que ainda exista na água da piscina e somente após essa reação o piscineiro conseguirá medir qual o CRL que sobrou na água da piscina **em função da concentração de HClO vinculada ao pH**. É importante ressaltar que, o responsável pelo aumento do ORP é a concentração de HClO (ácido hipocloroso).

QUADRO 38- A percentagem de HClO (ácido hipocloroso) e ClO⁻ (hipoclorito) em função do pH da solução.

pH	HClO (%)	ClO ⁻ (%)
3,54	99,990	0,010
5,54	99	1
6,26	95	5
6,58	90	10
6,78	85	15
6,94	80	20
7,06	75	25
7,17	70	30
7,27	65	35
7,36	60	40
7,45	55	45
7,54	50	50
7,62	45	55
7,71	40	60
7,81	35	65
7,91	30	70
8,01	25	75
8,14	20	80
8,29	15	85
8,49	10	90
8,66	7	93
8,82	5	95
9,05	3	97
9,53	1	99
10,06	0,3	99,7
10,24	0,2	99,8
11,54	0,01	99,99



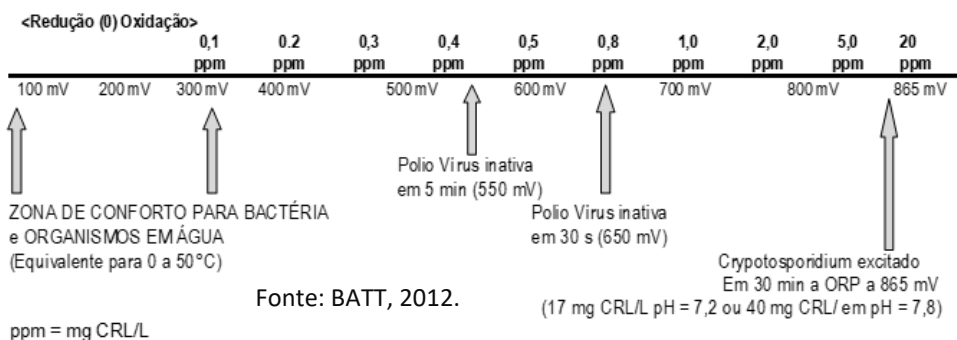
EXEMPLOS DA RELAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CRL VERSUS CONCENTRAÇÃO DE HClO, EM FUNÇÃO DO pH.

pH	mg CRL/L (ppm HClO/ClO ⁻)	mg HClO/L
7,17 ≈ 7,2	2 ppm	1,3 ppm HClO
7,36 ≈ 7,4	2 ppm	1,2 ppm HClO
7,62 ≈ 7,6	2 ppm	0,9 ppm HClO
7,81 ≈ 7,8	2 ppm	0,7 ppm HClO

Em resumo, com 2 ppm de CRL, não significa que exista na água 2 mg HClO, o máximo que se consegue em pH 7,2 é 1,3 ppm HClO, esse valor é menor que 1,5 mg HClO/L, não é eficiente contra o COVID-19.

OBS.: Cálculos considerando a constante de dissociação (Ka) do HClO de $2,9 \times 10^{-8}$ a 25°C.
 Fonte: MACEDO, 2000, 2002, 2003, 2003a, 2003b, 2003c, 2004a, 2016, 2017.

Fonte: MACEDO, 2019.



Os resultados apresentados a seguir para valores de ORP foram obtidos em condições especiais e em uma água destilada sem nenhum contaminante, situação completamente diferente da água de uma piscina.

Química Avançada e seu Impacto na desinfecção
Associação Nacional de Saúde Ambiental // Conferência Virtual EH2O Água Recreacional
18-19 de janeiro de 2016

Advanced Chemistry and Its Impact on Disinfection

National Environmental Health Association's
EH2O Recreational Water Virtual Conference
18-19 January 2016

Roy D. Vore, Ph.D., NSPF®1, CPO® Certification, CPI™
BioLab Inc.
roy.vore@biolabinc.com

Fonte: VORE, 2016.

O que acontece se você mantiver o cloro livre em 2,0 ppm por DPD, mas seu pH for instável?

What happens if you keep the free chlorine at 2.0 ppm by DPD but your pH is unstable?

Free chlorine by DPD	pH	HOCl	OCl ⁻	mV (Chemtrol)
2.0 ppm	6.6	1.77 ppm	0.23 ppm	849 mV
2.0 ppm	6.9	1.58 ppm	0.42 ppm	833 mV
2.0 ppm	7.2	1.31 ppm	0.69 ppm	815 mV
2.0 ppm	7.5	0.97 ppm	1.03 ppm	793 mV
2.0 ppm	7.8	0.64 ppm	1.36 ppm	766 mV
2.0 ppm	8.1	0.39 ppm	1.62 ppm	734 mV
2.0 ppm	8.4	0.21 ppm	1.79 ppm	694 mV

- As pH goes down HOCl and mV increase – and the kill rate increases accordingly
- As pH goes up HOCl and mV decrease – and the kill rate decreases accordingly

Data courtesy of Richard Falk
22

- À medida que o pH DIMINUI, HClO e ORP aumentam e a taxa de morte aumenta.
- À medida que o pH AUMENTA, HClO e ORP diminuem e a taxa de morte diminui.

Fonte: VORE, 2016.

Quer manter o HClO em 1,0 ppm. Como você ajusta suas leituras de DPD?

But ***you*** want to maintain HOCl at 1.0 ppm.
 How do you adjust your DPD readings?

HOCl	pH	Free chlorine by DPD	OCl-	mV
1.0 ppm	6.6	1.13 ppm	0.13 ppm	799 mV
1.0 ppm	6.9	1.26 ppm	0.26 ppm	793 mV
1.0 ppm	7.2	1.53 ppm	0.53 ppm	786 mV
1.0 ppm	7.5	2.05 ppm	1.05 ppm	779 mV
1.0 ppm	7.8	3.10 ppm	2.10 ppm	773 mV
1.0 ppm	8.1	5.20 ppm	4.20 ppm	766 mV
1.0 ppm	8.4	9.37 ppm	8.37 ppm	759 mV

- In this case HOCl concentration is the dominant parameter
- *But* - you cannot directly measure HOCl. You calculate with a complex equation
- *Further* - the equation changes with changes in water chemistry parameters – and they are many

Data courtesy of Richard Falk

23

Fonte: VORE, 2016.

Se adiciona na água **0,5 mg CRL/L** (0,5 ppm HClO/CIO⁻) em pH 7,2 existiria 0,35 mg HClO/L ou, em **pH 7,4 existira 0,3 mg HClO/L**, em ambas as situações não se alcança o valor 650 mV e qualquer contaminação da água consome o CRL.

Novamente, o valor de **0,5 mg CRL/L é indicado**, por exemplo, para **a caixa de água de uma residência**, que **não é utilizada para se banhar e/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!!**

Outro aspecto importante é a **concentração de CRL**, a faixa de valores que deve ser indicada é de **2 – 4 ppm CRL (mg HClO/L)**.

A seguir as referências bibliográficas que sustentam a indicação dos níveis de **Cloro Residual Livre (CRL) (Free Available Chlorine – FAC)**.

⇒ 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].

⇒ 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.

⇒ 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.

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

⇒ A faixa de 2-4 ppm CRL em pH 7,2-7,8 para o Brasil pode ser **confirmada pelo último estudo disponível dos virologistas** do “*Imperial College London*” publicado em 2021. Em função da pandemia de COVID-19, **em PAÍSES EUROPEUS**, o menor nível indicado para águas de piscinas (swimming pool water) é de **1,5 mg CRL/L (1,5 ppm), em pH 7,0-7,2 para redução da infectividade 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).

Logo para redução da capacidade de infecção do COVID-19 é necessário 1,5 ppm CRL em pH de 7,0 – 7,2, 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)** (CDC, 2016, 2018, 2023; BROWN, MOSHE, BLACKWELL, BARCLAY, 2021).

⇒ 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 diminuiu com o aumento do pH [PTWAG (2020b) apud BROWN, MOSHE, BLACKWELL, BARCLAY, 2021]. **Desde a remoção das medidas de confinamento no**

Reino Unido, as 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 3-5mg/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 8 a seguir fornece detalhes para a operação segura da piscina, de spa durante essa pandemia, para uma variedade de desinfetantes PWTAG (2020b).

QUADRO 8- 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.

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

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

Fonte: MELLOU, MPLOUGOURA, MANDILARA, PAPADAKIS, 2022.

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.

A **rede social e documentos de empresa**, no Brasil, já indicam, corretamente, os níveis para o CRL nas águas de quaisquer piscinas.

INTERVALO IDEAL
PARA MANUTENÇÃO
DO CLORO EM UMA
PISCINA AQUECIDA?

PISCINAS
Litro a Litro

nilsonmaiera PERGUNTA E RESPOSTA
Clarice - Belo Horizonte/MG
"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)

A publicação de CAMPOS, SOTO, CIOCCI (2021) também considera como valores típicos de 2 a 4 ppm de CRL.

1º GUIA PRÁTICO

DE TRATAMENTO DE ÁGUA
DE PISCINAS COM OZÔNIO



Panozon
TRATAMENTO DE ÁGUA 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

Novamente, 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 HClO/L (2-4 ppm)** (CDC, 2016, 2018, 2023; BROWN, MOSHE, BLACKWELL, BARCLAY, 2021).

A pesquisa 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, que não alcançam o break-point**, através da 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 devem ser superiores 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.

Manual of Naval Preventive Medicine

Fonte: NAVMED, 2020.

Chapter 4

RECREATIONAL WATER FACILITIES

As empresas que insistem em indicar os valores de 0,4 a 0,7 ppm de CRL, como uma divulgação **de marketing, atuam com 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 influencia 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.

Existem em não levar em consideração pesquisas de BROWN, MOSHE, BLACKWELL, BARCLAY (2021), GREENHALGH, JIMENEZ, PRATHER, et al. (2021), LEDNICKY, LAUZARD, FAN, JUTLA, et al. (2020), VAN DOREMALEN, BUSHMAKER, TAMIN, et al. (2020), DBOUKA, DRIKAKISB (2020) que também afirmam que a principal rota de transmissão de COVID-19 é a via aérea via o aerossol (gotículas) de água.

normal. Airborne transmission is accepted as the primary route of spread of SARS-CoV-2 (Greenhalgh et al., 2021; Lednický et al., 2020; van Doremalen et al., 2020) but many have proposed waterborne transmission particularly through wastewater as a secondary route.

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

A TRANSMISSÃO AÉREA É ACEITA COMO A PRINCIPAL ROTA DE PROPAGAÇÃO do SARS-CoV-2 (Greenhalgh et al., 2021; Lednický et al., 2020; van Doremalen et al., 2020), mas muitos propuseram a transmissão pela água particularmente através de águas residuais como uma via secundária.

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 review sobre ozônio)

g- 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) (CDC, 2016, 2018, 2023; BROWN, MOSHE, BLACKWELL, BARCLAY, 2021).

O número de produtos (fármacos, cosméticos, etc...) utilizados pelo banhista **crece de forma muito rápida e tudo é transportado para dentro da água da piscina**, também cresce a massa consumida pelos contaminantes trazidos pelo banhista do chamado “**cloro dentro da água**” (HClO/CIO⁻), exigindo uma dosagem maior do “cloro fora da água” (derivado clorado).

Na Espanha, a referência “*Asociación Española de Profesionales del sector Piscinas*” ASOFAP (2020), no “*Guía Técnica ASOFAP: Piscinas de Uso Público y Parques Acuáticos*” define o “**cloro que deve sobrar**” e o “**cloro que deve consumir**”, para se **definir qual a dosagem final (a massa) do “cloro fora da água**” que será utilizada por m³ de água da piscina.

A massa de “**cloro que deve sobrar**” sempre na água da piscina, a ser adicionada de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) é definida para **piscinas climatizadas com um mínimo de 2,5 g/m³ de água da piscina (2,5 ppm)**, em **piscinas não climatizadas a indicação é 2,0 g/m³ de água da piscina (2,0 ppm)** (ASOFAP, 2020).

A massa de **cloro que se deve consumir** é definida pelo número de banhistas, sendo que, é indicado a massa de **14 g de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) por banhista**, sem indicar uma referência bibliográfica para a relação (ASOFAP, 2020).

ATENÇÃO: A ASOFAP - “Asociación Española de Profesionales del sector Piscinas” NÃO APRESENTOU QUALQUER CÁLCULO E/OU REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA PARA REFERENCIAR A INDICAÇÃO DOS VALORES.

A ASOFAP deveria propor **fórmula de cálculo diferente** para o hipoclorito de sódio (derivado clorado) líquido e **para os clorados sólidos como Hipoclorito de cálcio, dicloroisocianurato de sódio e ácido tricloroisocianúrico, EM FUNÇÃO DA DIFERENÇA DE TEOR DE PRINCÍPIO ATIVO.**

Exemplo 1: Cálculos com relação proposta por ASOFAP (2020) (Asociación Española de Profesionales del sector Piscinas).

Volume (m³) – piscina não climatizada = 500
Número de banhistas/dia = 200

Quantidade de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) por dia ?

$$\text{ASOFAP} \rightarrow (2 \text{ g} \times 500) + (14 \times 200) = \\ 1.000 \text{ g} + 2800 \text{ g} = 3.800 \text{ g} = \mathbf{3,8 \text{ Kg de derivado clorado/dia}}$$

3,8 Kg cloro fora da água (Derivado Clorado)/ dia

Vamos avaliar qual seria o nível de CRL que sobraria na água, APÓS A DEMANDA SER SATISFEITA, se utilizarmos o derivado clorado, com menor teor de princípio ativo, que é o NaClO líquido, com 10% de matéria ativa.

$$\text{NaClO} - 10\% \rightarrow 100.000 \text{ mg CRL/L} \quad \text{Densidade NaClO: } d = 1,15 \text{ g/cm}^3 \\ 1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL} = 0,001 \text{ L} \\ d = m / v \rightarrow d(\text{média}) = 1,15 \text{ g/cm}^3 = 1,15 \text{ g} (0,001 \text{ Kg}) / \text{cm}^3 (0,001 \text{ L}) \rightarrow d = 1,15 \text{ Kg/L}$$

Qual o volume de NaClO que seria correspondente a 3,8 Kg de NaClO (10%)??

$$1,15 \text{ Kg/L} = 3,8 \text{ (Kg/dia)} / v \text{ (L)} \rightarrow v \text{ (L)} = 3,30 \text{ L de NaClO/dia} = \mathbf{3300 \text{ mL de NaClO/dia}}$$

Calculando o teor de cloro ativo (CRL) correspondente aos 3300 mL de NaClO (10%)

$$100.000 \text{ mg CRL} - 1.000 \text{ mL (1 L)} \\ X \text{ mg CRL} - 3.300 \text{ mL/dia} \quad \rightarrow \mathbf{3.300 \text{ mL de NaClO} \iff \mathbf{330.000 \text{ mg CRL/dia}}$$

Calculando o valor de CRL que existirá na água da piscina para SATISFAZER DEMANDA + DESINFECÇÃO QUÍMICA, foi adicionado **1.000 g + 2.800 g** de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) por dia.

$$\text{mg CRL/L na água} = 330.000 \text{ mg CRL} / 500.000 \text{ L} = \mathbf{6,6 \text{ mg CRL / L} = 6,6 \text{ ppm}}$$

O valor total do CRL será de **6,6 mg CRL / L = 6,6 ppm**.

Não vai existir o **residual de 6,6 mg CRL/L** na água da piscina!! **Não se sabe quanto de CRL sobra para fazer a desinfecção química**, após toda a demanda satisfeita e se não haverá mais consumo do CRL por matéria orgânica (carbonácea e/ou nitrogenada)!

Na publicação da ASOFAP - “Asociación Española de Profesionales del sector Piscinas”, não existe especificação do residual de CRL após satisfazer a demanda, nenhuma explicação ou referência dos valores indicados e se vai existir diferença entre o uso dos diversos derivados clorados (“cloro fora da água”) que possuem concentração de princípios ativos diferentes.

Vamos **SUPOR** que o CRL que sobra do “cloro dentro da água” corresponde a dosagem de 2g de “cloro fora da água)/m³.

$$2 \text{ g “cloro fora da água” NaClO } 10\% \times 500 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ g NaClO } 10\%/500 \text{ m}^3.\text{dia}$$

Qual o volume de NaClO que seria correspondente a 1.000 g de NaClO (10%)??

$$1,15 \text{ g/mL} = 1.000 \text{ g} / v \text{ (mL)} \rightarrow v(L) = 869,56 \text{ mL de NaClO} = \underline{870 \text{ mL de NaClO/dia}}$$

Calculando o teor de cloro ativo (CRL) correspondente aos 870 mL de NaClO (10%) NaClO – 10%

$$100.000 \text{ mg CRL} \text{ --- } 1.000 \text{ mL (1 L)}$$

$$X \text{ mg CRL} \text{ --- } \underline{870 \text{ mL}} \quad \Leftrightarrow \underline{87.000 \text{ mg CRL}} \rightarrow \underline{500 \text{ m}^3 \text{ de água}}$$

Para passar para mg CRL/L basta dividir 500.000 L da piscina

$$87.000 \text{ mg} / 500.000 \text{ L} = \underline{0,174 \text{ mg CRL/L}}$$

Podemos inferir que o valor total do CRL 6,6 mg CRL / L = 6,6 ppm menos o que resta como CRL para o processo de desinfecção indica o que será consumido no processo de oxidação de matéria orgânica (Carbonácea e nitrogenada).

$$\text{CRL utilizado no processo de oxidação} = 6,6 - 0,17 = \underline{6,43 \text{ mg CRL/L}}$$

Entende o autor do review que o valor de CRL de 6,43 mg CRL/L é coerente para a oxidação de matéria orgânica referente a “200 banhistas”, MAS, o valor de 0,17 mg CRL/L é um valor muito baixo, não garante a desinfecção da água para a segurança de banhistas.

A publicação da ASOFAP - “Asociación Española de Profesionales del sector Piscinas” **SUBESTIMA** a dosagem do cloro fora da água para a desinfecção química!!

OBS.: Atualmente a principal massa de “cloro fora da água” que deve consumir é definida pelo número de banhistas, ENTENDE O AUTOR do review, que o valor indicado atualmente, para o Brasil, em função da característica do banhista e das condições climáticas, deveria ser a massa de 20 g de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) por banhista no caso da utilização do hipoclorito de sódio 10%, com fator 15 g de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) a ser multiplicado pelo número de banhistas.

RELAÇÃO PROPOSTA POR MACEDO, 2023.

Quantidade de cloro fora da água (Derivado Clorado) por dia
NaClO 10%

$$[20 \text{ g “cloro fora da água”} \times V_{\text{água da piscina}} \text{ (m}^3)]$$

+

$$[15 \text{ g de “cloro fora da água” (Derivado Clorado)} \times \text{número de banhistas}]$$

Exemplo 2: Cálculos com valores propostos por ASOFAP (2020) (Asociación Española de Profesionales del sector Piscinas).
Volume (m³) – piscina não climatizada = 50
Número de banhistas/dia = 40

Quantidade de cloro fora da água (Derivado Clorado) por dia =

$$(2 \text{ g} \times 50) + (14 \times 40) = 100 \text{ g} + 560 \text{ g} = 660 \text{ g} = 0,66 \text{ Kg}$$

0,56 Kg cloro fora da água (Derivado Clorado)/ dia

Vamos avaliar qual seria o nível de CRL que sobraria na água, **APÓS A DEMANDA SER SATISFEITA**, se utilizarmos o derivado clorado, **com menor teor de princípio ativo**, que é o **NaClO líquido, com 10% de matéria ativa**.

NaClO – 10% → 100.000 mg CRL/L Densidade NaClO: 1,15 g/cm³
1 cm³ = 1 mL = 0,001 L
 $d = m / v \rightarrow d(\text{média}) = 1,15 \text{ g/cm}^3 = 1,15 \text{ g} (0,001 \text{ Kg}) / \text{cm}^3 (0,001 \text{ L}) \rightarrow d = 1,15 \text{ Kg/L}$

Qual o volume de NaClO que seria correspondente a 0,66 Kg de NaClO??

$$d = 1,15 \text{ Kg/L} = 0,66 \text{ Kg} / v (\text{L}) \rightarrow v(\text{L}) = 0,57 \text{ L de NaClO} = 570 \text{ mL de NaClO}$$

Calculando o teor de cloro ativo (CRL) correspondente aos 570 mL de NaClO

$$100.000 \text{ mg CRL} - 1.000 \text{ mL (1 L)}$$
$$X \text{ mg CRL} - 570 \text{ mL} \quad \rightarrow 570 \text{ mL de NaClO} \iff 57.000 \text{ mg CRL}$$

Calculando o valor de CRL que existirá na água da piscina para **SATISFAZER DEMANDA + DESINFECÇÃO QUÍMICA**, foi adicionado **100 g + 560 g de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) por dia**.

$$\text{mg CRL/L na água} = 57.000 \text{ mg CRL} / 50.000 \text{ L} = \underline{\underline{1,14 \text{ mg CRL} / \text{L} = 1,14 \text{ ppm}}}$$

O valor total do CRL será de **1,14 mg CRL / L**.

Não vai existir o **residual de 1,14 mg CRL/L** na água da piscina!! **Não se sabe quanto de CRL sobra para fazer a desinfecção química**, após toda a demanda satisfeita e se não haverá mais consumo do CRL por matéria orgânica (carbonácea e/ou nitrogenada)!

Vamos **SUPOR** que o CRL que sobra de **“cloro dentro da água”** corresponde a **2g de “cloro fora da água)/m³ que foram adicionadas**.

$$2 \text{ g “cloro fora da água” NaClO } 10\% \times 50 \text{ m}^3 = 100 \text{ g NaClO } 10\%/50 \text{ m}^3.\text{dia}$$

Qual o volume de NaClO que seria correspondente a 100 g de NaClO (10%)??

$$1,15 \text{ g/mL} = 100 \text{ g} / v \text{ (mL)} \rightarrow v(L) = 86,95 \text{ mL de NaClO} = \underline{87 \text{ mL de NaClO/dia}}$$

Calculando o teor de cloro ativo (CRL) correspondente aos 87 mL de NaClO (10%)

NaClO – 10%

100.000 mg CRL --- 1.000 mL (1 L)

X mg CRL --- 87 mL <==> 8.700 mg CRL → 50 m³ de água

Para passar para mg CRL/L basta dividir 50.000 L da piscina

$$87.000 \text{ mg} / 500.000 \text{ L} = \underline{0,174 \text{ mg CRL/L}}$$

Podemos inferir que o valor total do CRL 1,14 mg CRL / L menos o que resta como CRL para o processo de desinfecção indica o que será consumido no processo de oxidação de matéria orgânica (Carbonácea e nitrogenada).

$$\text{CRL utilizado no processo de oxidação} = 1,14 - 0,17 = \underline{0,97 \text{ mg CRL/L}}$$

Entende o autor do review que o valor de CRL de 0,97 mg CRL/L é muito baixo para a oxidação de matéria orgânica e 0,17 mg CRL/L é também um valor muito baixo, não garante a desinfecção da água para a segurança de banhistas.

Fica claro que relação de dosagem proposta pela ASOFAP (2020) (*Asociación Española de Profesionales del sector Piscinas*) é insuficiente (subestimada) para garantir a qualidade microbiológica da água de uma piscina de 50 m³ com a frequência de 40 banhistas quando da utilização de NaClO 10%.

Exemplo 3: Cálculos com valores propostos por ASOFAP (2020) (Asociación Española de Profesionales del sector Piscinas).

Volume (m³) – piscina não climatizada = 50

Número de banhistas/dia = 40

Quantidade de cloro fora da água (Derivado Clorado) por dia =

$$(2 \text{ g} \times 50) + (14 \times 40) = 100 \text{ g} + 560 \text{ g} = 660 \text{ g} = 0,66 \text{ Kg}$$

0,66 Kg cloro fora da água (Derivado Clorado)/ dia

Vamos avaliar qual seria o nível de CRL que sobraria na água, **APÓS A DEMANDA SER SATISFEITA**, se utilizarmos o derivado clorado, **com menor teor de princípio ativo**, que é o **DCIS (Dicloroisocianurato de sódio)**, **com 56% de matéria ativa**.

DCIS – 56% → 560.000 mg CRL/Kg

$$\begin{array}{rcl} 560.000 \text{ mg CRL} & \text{-----} & 1 \text{ Kg} \\ X \text{ mg CRL} & \text{-----} & 0,56 \text{ Kg} \end{array} \quad X = 313.600 \text{ mg CRL}$$

CRL após satisfazer a demanda = 313.600 mg CRL / 50.000 L = 6,3 mg CRL / L = 6,3 ppm

NÃO CONFUNDA, que é somente adicionar **6,3 mg CRL/L na piscina** (50 m³/40 banhistas), que vai sobrar o referido residual. É preciso **ELIMINAR PREVIAMENTE A DEMANDA EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE BANHISTAS**.

O residual de **6,3 mg CRL/L**, não será o valor após ter alcançado o break-point, onde toda a demanda foi satisfeita e não haverá consumo do CRL por matéria orgânica (carbonácea e/ou nitrogenada), **o valor de CRL será exclusivamente direcionado ao processo de desinfecção**.

Não vai existir o **residual de 6,3 mg CRL/L** na água da piscina!! **Não se sabe quanto de CRL sobra para fazer a desinfecção química**, após toda a demanda satisfeita e se não haverá mais consumo do CRL por matéria orgânica (carbonácea e/ou nitrogenada)!

Vamos **SUPOR** que o CRL que sobra de **“cloro dentro da água”** corresponde a 2g de **“cloro fora da água)/m³** que foram adicionadas.

$$2 \text{ g “cloro fora da água” DCIS 56\%} \times 50 \text{ m}^3 = 100 \text{ g DCIS 56\%/50 m}^3 \cdot \text{dia}$$

DCIS – 56% → 560.000 mg CRL/Kg

$$\begin{array}{rcl} 560.000 \text{ mg CRL} & \text{-----} & 1 \text{ Kg} \\ X \text{ mg CRL} & \text{-----} & 0,1 \text{ Kg} \end{array} \quad X = 56.000 \text{ mg CRL}$$

Para passar para mg CRL/L basta dividir 56.000 L da piscina

$$56.000 \text{ mg} / 50.000 \text{ L} = = \mathbf{1,12 \text{ mg CRL/L}}$$

Podemos inferir que o valor total do CRL **6,3 mg CRL / L** menos o que resta como CRL para o processo de desinfecção indica o que será consumido no processo de oxidação de matéria orgânica (Carbonácea e nitrogenada).

CRL utilizado no processo de oxidação = 6,3 – 1,12 = 5,18 mg CRL/L

Entende o autor do review que **o valor de CRL de 5,18 mg CRL/L é ESTÁ COERENTE para a oxidação de matéria orgânica e 1,12 mg CRL/L é também um valor COERENTE,** vinculado somente para **a desinfecção da água** para a segurança de banhistas.

Fica claro que relação de dosagem proposta pela **ASOFAP (2020)** (*Asociación Española de Profesionales del sector Piscinas*), para **“cloro fora da água (derivados clorados)”** com maior concentração de ativos, **os resultados são mais coerentes,** a massa indicada é **suficiente para garantir a qualidade microbiológica da água de uma piscina de 50 m³ com a frequência de 40 banhistas quando da utilização de DCIS 56%.**

Não existem dúvidas que a relação proposta por **ASOFAP (2020)** somente **tem coerência nos valores utilizados se for utilizado o cloro granulado (sólido),** com concentrações acima de 40%.

PROPOSTA POR ASOFAP (2020) (*Asociación Española de Profesionales del sector Piscinas*).

Quantidade de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) (SÓLIDO)

[2 g “cloro fora da água” x V_{água da piscina} (m³)]

+

[14 g de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) x número de banhistas]

A poluição equivalente a 1 banhista conduz ao consumo de **7 g de cloro após uma hora** e de **10,5 g de cloro ao fim de 24 horas** [SEUX (1988) apud DE LAAT, BERNE, BRUNET, HUE, 2009].

A referência de BRADFORD (2014) considera que o banhista consome 5,5 g de CRL/h, entende-se, já incluído o residual que deve ser mantido na água da piscina.

International Journal of Aquatic Research and Education

Volume 8 | Number 2

Article 6

5-1-2014

What Bathers Put into a Pool: A Critical Review of Body Fluids and a Body Fluid Analog

Wesley Lamont Bradford

Conclusions

One recipe to mimic the composition of human body fluids (a BFA) and the masses of TOC and reduced nitrogen added by one bather is consistent with both the theoretical and observed median oxidant (chlorine) demand as a function of numbers of bathers—5.5 g FAC per bather (one bather doing normal activities for one hour).

Vamos considerar os mesmos valores de referência já aplicados no Exemplo 1:

Volume (m³) – piscina não climatizada = 500

Número de banhistas/dia = 200

Quantidade de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) por dia?

A indicação de BRADFORD (2014), considera que o banhista consome 5,5 g de CRL/h (5.500 mg de CRL/h), que, já esteja incluído todas as demandas de CRL.

Será considerado no cálculo que banhista fica dentro da água 1h por dia e o máximo de banhistas no dia são 200.

5.500 mg de CRL x 200 banhistas = 1.100.000 mg de CRL consumido/dia

Logo, por dia serão consumidos 1.100.000 mg de CRL/dia para satisfazer o consumo de 5.500 mg CRL/banhista, o que corresponde a 2,2 mg de CRL/L de água da piscina.

1.100.000 mg CRL / L : 500.000 L (volume da piscina) = 2,2 mg CRL/litro de água da piscina

NaClO 10%

100.000 mg CRL ----- 1.000 mL de NaClO

2,2 mg CRL/L ----- X

X = 0,022 mL de NaClO/L

O volume de 0,022 mL de NaClO corresponde a qual massa (m)?

$d_{\text{NaClO}} = 1,15 \text{ g/mL} \rightarrow d = m/v \rightarrow m = d \times v \rightarrow m = 1,15 \text{ (g/mL)} \times 0,022 \text{ mL/L}$

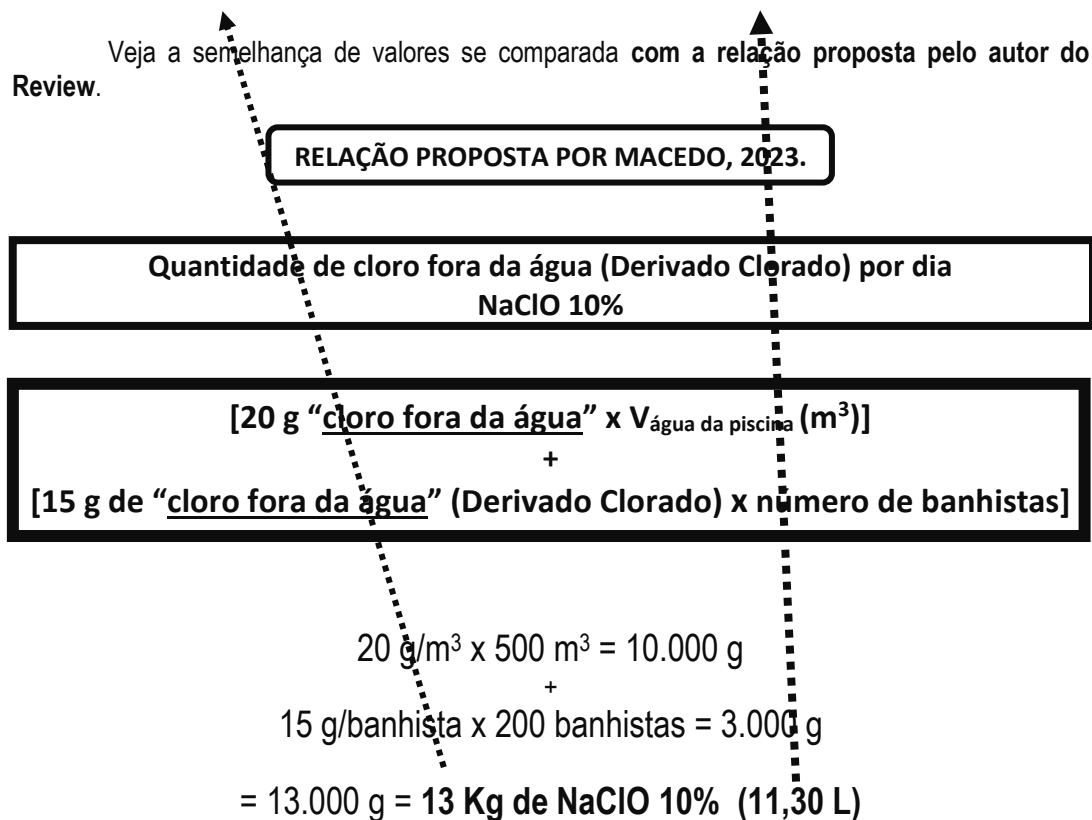
Massa (m) de NaClO g (10%) / dia = 0,0253 NaClO (10%) g/L.dia

Massa (m) de NaClO 10% 0,0253 g/L.dia x 500.000 L = 12.650 g de NaClO 10%/dia

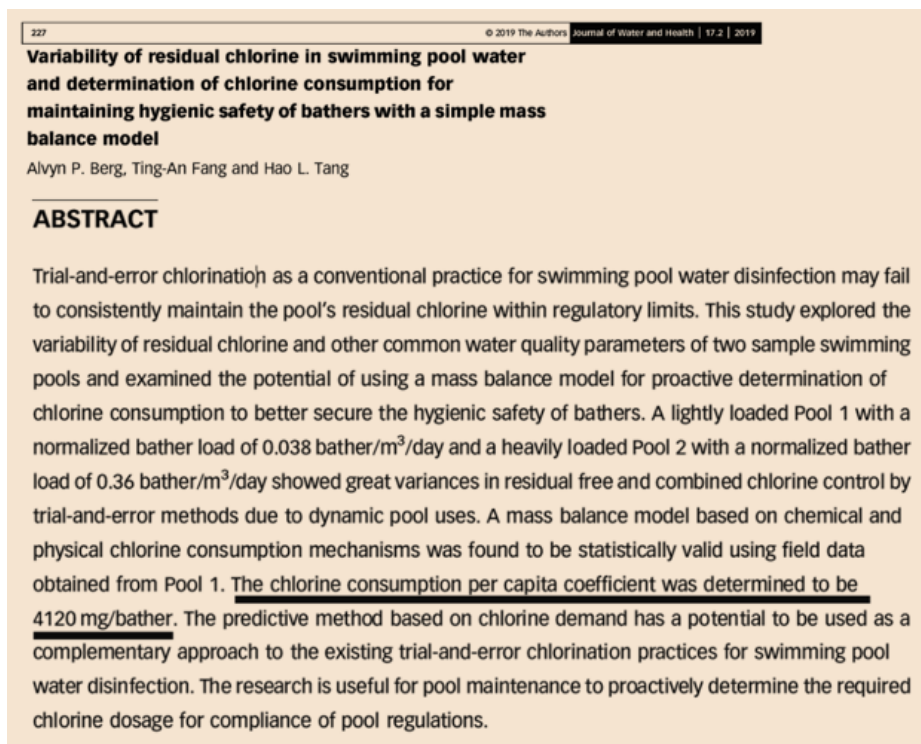
Logo, em um dia de atividades na estrutura aquática com 200 banhistas (nos 500 m³ de água), para satisfazer a “demanda + consumo por banhista”, considerando o consumo de 5,5 mg de CRL/dia (BRADFORD, 2014) do “cloro fora da água” será necessário 12,7 Kg de NaClO (10%) ou 11.000 mL (11 L) por dia.

A ASOFAP (2020) - “*Asociación Española de Profesionales del sector Piscinas*” no “*Guía Técnica ASOFAP: Piscinas de Uso Público y Parques Acuáticos*” indica um total 3,8 Kg de NaClO (10%) por dia (3,3 L de NaClO 10%/dia) nas mesmas condições (volume da piscina 500 m³, 200 banhistas por dia, piscina não climatizada), já a publicação BRADFORD (2014) indica 12,7 Kg de NaClO (10%) por dia (11 L de NaClO 10%/dia).

Veja a semelhança de valores se comparada com a relação proposta pelo autor do Review.



A referência de BERG, FANG, TANG (2019) considera que o banhista consome **4.120 mg de CRL/banhista (4,12 g/banhista), entende-se, já incluído o residual que deve ser mantido na água da piscina.**



Fonte: BERG, FANG, TANG, 2019.

Vamos considerar os mesmos valores de referência já aplicados no **Exemplo 1**:

Volume (m³) – piscina não climatizada = 500

Número de banhistas/dia = 200

Quantidade de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) por dia?

A indicação de BERG, FANG, TANG (2019), considera que o banhista consome **4,12 g de CRL/h (4.120 mg de CRL/h)**, que, **já esteja incluído todas as demandas de CRL.**

Será considerado no cálculo que **banhista fica dentro da água 1h por dia** e o máximo de **banhistas no dia são 200.**

4.120 mg de CRL x 200 banhistas = 824.000 mg de CRL consumido/dia

Logo, por dia serão consumidos 824.000 mg de CRL/dia para satisfazer o consumo de 4.120 mg CRL/banhista, o que corresponde a 1,65 mg de CRL/L de água da piscina.

824.000 mg CRL / L : 500.000 L (volume da piscina) = 1,65 mg CRL/litro de água da piscina

NaClO 10%

$$\begin{array}{l} 100.000 \text{ mg CRL} \quad \text{-----} \quad 1.000 \text{ mL de NaClO} \\ 1,65 \text{ mg CRL/L} \quad \text{-----} \quad X \end{array} \quad X = 0,0165 \text{ mL de NaClO/L}$$

O volume de 0,0165 mL de NaClO corresponde a qual massa (m)?

$$d_{\text{NaClO}} = 1,15 \text{ g/mL} \rightarrow d = m/v \rightarrow m = d \times v \rightarrow m = 1,15 \text{ (g/mL)} \times 0,0165 \text{ mL/L}$$

Massa (m) de NaClO g (10%) / dia = 0,0165 NaClO (10%) g/L.dia

Massa (m) de NaClO 10% 0,0165 g/L.dia x 500.000 L = 8.250 g de NaClO 10%/dia

Logo, em um dia de atividades na estrutura aquática com **200 banhistas** (nos **500 m³ de água**), para satisfazer a “**demanda + consumo por banhista**”, considerando o consumo de **4.120 mg de CRL/dia** (BERG, FANG, TANG, 2019) do “**cloro fora da água**” será necessário **8,25 Kg de NaClO (10%) ou 7.173 mL (7,2 L) por dia**.

OBS.: Atualmente a principal massa de “cloro fora da água” que se deve consumir é definida pelo número de banhistas, **ENTENDE O AUTOR** do review, que o valor indicado atualmente, **para o Brasil**, em função da característica dos banhistas e das condições climáticas, deveria ser **a massa de 20 g de “cloro fora da água”** (Derivado Clorado) por banhista no caso da utilização **do hipoclorito de sódio 10%, com fator 15 g de “cloro fora da água”** (Derivado Clorado) a ser multiplicado pelo número de banhistas.

RELAÇÃO PROPOSTA POR MACEDO, 2023.

Quantidade de cloro fora da água (Derivado Clorado) por dia =

[20 g “cloro fora da água” x V_{água da piscina} (m³)]

+

[15 g de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) x número de banhistas]

O próximo exemplo será calculado com a relação proposta por MACEDO (2023), AUTOR DO REVIEW, para “cloro fora da água” (derivado clorado) SÓLIDO, com concentração de teor de ativos maior que 40%.

Quantidade de cloro fora da água (Derivado Clorado) por dia =

$$\begin{aligned} & [10 \text{ g “cloro fora da água”} \times V_{\text{água da piscina}} \text{ (m}^3\text{)}] \\ & + \\ & [15 \text{ g de “cloro fora da água” (Derivado Clorado)} \times \text{número de banhistas}] \end{aligned}$$

Vamos considerar os mesmos valores de referência já aplicados no Exemplo 1:

Volume (m³) – piscina não climatizada = 500

Número de banhistas/dia = 200

Quantidade de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) por dia?

10 g “cloro fora da água” x 500 (m³) = 5.000 g

15 g de “cloro fora da água” (Derivado Clorado) x 200 = 3.000 g

TOTAL A SER ADICIONADO DE “CLORO FORA DA ÁGUA” = 8.000 g

Vamos avaliar qual seria o nível de CRL que sobraria na água, APÓS A DEMANDA SER SATISFEITA, se utilizarmos o derivado clorado, com menor teor de princípio ativo, que é o DCIS (Dicloroisocianurato de sódio), com 56% de matéria ativa.

DCIS – 40% → 400.000 mg CRL/Kg

400.000 mg CRL -----	1 Kg	
X mg CRL -----	8 Kg	X = 3.200.000 mg CRL

CRL após satisfazer a demanda = 3.200.000 mg CRL / 500.000 L = 6,4 mg CRL / L = 6,4 ppm

NÃO CONFUNDA, que é somente adicionar **6,4 mg CRL/L na piscina (500 m³/200 banhistas)**, que vai sobrar o referido residual na água. É preciso **ELIMINAR PREVIAMENTE A DEMANDA EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE BANHISTAS**.

O residual de 6,4 mg CRL/L, não irá sobrar na água após alcançar o break-point, onde toda a demanda foi satisfeita e não haverá consumo do CRL por matéria orgânica (carbonácea e/ou nitrogenada). O valor de CRL, que sobrar depois de satisfazer a demanda, será exclusivamente direcionado ao processo de desinfecção.

Não vai existir o residual de 6,4 mg CRL/L na água da piscina!! Não se sabe quanto de CRL sobra para fazer a desinfecção química, após toda a demanda satisfeita e se não haverá mais consumo do CRL por matéria orgânica (carbonácea e/ou nitrogenada)!

Vamos SUPOR que o CRL que sobra de “cloro dentro da água” corresponde a 10 g de “cloro fora da água)/m³ que foram adicionados.

10 g “cloro fora da água” DCIS 40% x 500 m³ = 5.000 g DCIS 40%/500 m³.dia

DCIS – 40% → 400.000 mg CRL/Kg

400.000 mg CRL ----- 1 Kg

X mg CRL ----- 5 Kg X = 2.000.000 mg CRL

Para passar para mg CRL/L basta dividir 500.000 L da piscina

$$2.000.000 \text{ mg} / 500.000 \text{ L} = 4 \text{ mg CRL/L}$$

Podemos inferir que o valor total do CRL 6,4 mg CRL / L menos o que resta como CRL para o processo de desinfecção indica o que será consumido no processo de oxidação de matéria orgânica (Carbonácea e nitrogenada).

CRL utilizado no processo de oxidação = 6,4 – 4 = 2,4 mg CRL/L

Entende o autor do review que o valor de CRL de 2,4 mg CRL/L ESTÁ COERENTE para a oxidação de matéria orgânica e 4 mg CRL/L é também um valor COERENTE, vinculado somente para a desinfecção da água para a segurança de banhistas.

RELAÇÕES PROPOSTAS POR MACEDO, 2023.

UTILIZAÇÃO DO “CLORO FORA DA ÁGUA” o NaClO – Hipoclorito de sódio com concentração mínima de 10% de princípio ativo

Quantidade de cloro fora da água (Derivado Clorado) por dia =

$$\begin{aligned} & [20 \text{ g “cloro fora da água”} \times V_{\text{água da piscina}} (\text{m}^3)] \\ & + \\ & [15 \text{ g de “cloro fora da água” (Derivado Clorado)} \times \text{número de banhistas}] \end{aligned}$$

UTILIZAÇÃO DO “CLORO FORA DA ÁGUA” GRANULADO (SÓLIDO) – (Hipoclorito de cálcio ou Dicloroisocianurato de sódio ou Ácido tricloroisocianúrico) com concentração mínima de 40% de princípio ativo.

Quantidade de cloro fora da água (Derivado Clorado) por dia =

$$\begin{aligned} & [10 \text{ g “cloro fora da água”} \times V_{\text{água da piscina}} (\text{m}^3)] \\ & + \\ & [15 \text{ g de “cloro fora da água” (Derivado Clorado)} \times \text{número de banhistas}] \end{aligned}$$

IV.9- PORQUE O CRL ALTERA COM O AUMENTO DA TEMPERATURA?

O HClO (ÁCIDO HIPOCLOROSO NÃO É GÁS!!!)

1- O aumento da temperatura leva a um aumento na liberação de matéria orgânica pelos banhistas. Por exemplo, irão suar e urinar mais, logicamente, os compostos orgânicos são retirados, com mais facilidade, da pele dos banhistas. Logo, o consumo de CRL será maior.

2- O aumento de temperatura aumenta o valor da velocidade cinética das moléculas presentes no meio aquoso, logo, aumenta a possibilidade de choque, ou de encontro, com o HClO.

3- O aumento de temperatura aumenta a constante de ionização das substâncias e altera o seu pKa. Veja por exemplo a constante de ionização do ACY (ácido cianúrico) em função da temperatura.

Temperatura (°C)	pKa ± 95% (Intervalo de confiança)	Ka
5	7,39 ± 0,019	4,0738027 x 10 ⁻⁸
10	7,28 ± 0,014	5,2480746 x 10 ⁻⁸
15	7,17 ± 0,011	6,7608297 x 10 ⁻⁸
20	7,07 ± 0,010	8,5113803 x 10 ⁻⁸
25	6,97 ± 0,012	1,0715193 x 10 ⁻⁷
25 ^a	6,94 ± 0,013 ^a	1,1481536 x 10 ⁻⁷
30	6,87 ± 0,015	1,3489628 x 10 ⁻⁷
35	6,78 ± 0,019	1,6596869 x 10 ⁻⁷

^a - O'BRIEN; MORRIS; BUTLER, 1974. pKa = -log Ka

Fonte: Adaptado WAHMAN, 2018.

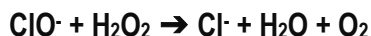
4- Em função do aumento de temperatura mais aerossóis de gotículas de água serão formados. O ÍON HIPOCLORITO (ClO⁻) em função da carga pode ser carregado pelo aerossóis de gotículas de água (molécula polar) e desequilibra a equação a seguir.



Ocorre a mesma condição no mesmo carregamento do íon cloreto (Cl⁻) que é levado pelos aerossóis de água para o entorno dos mares, causando muita corrosão.

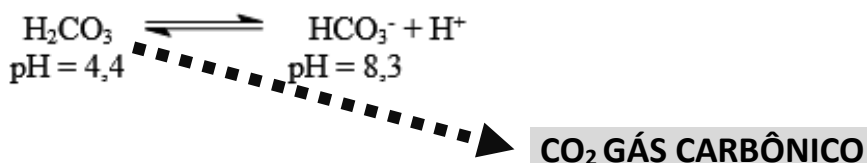
A reação do íon ClO⁻ também ocorre com a luz UV, o que reduz o CRL em consequência reduz o HClO.

Outro exemplo, quando o H₂O₂ (peróxido de hidrogênio) é adicionado em água de piscina que utiliza um derivado clorado para o processo de desinfecção, ocorrer a reação com o íon ClO⁻, o que reduz o CRL em consequência reduz o HClO.



IV.10- PORQUE, NAS MESMAS CONDIÇÕES E COM MESMO TRATAMENTO, O pH DA ÁGUA DA PISCINA AQUECIDA SOBE SE COMPARADA COM UMA PISCINA COM ÁGUA A TEMPERATURA AMBIENTE?

Equilíbrio químico da água de uma piscina com pH de 7,2-7,8.



Quando a água aquece as primeiras substâncias químicas a sair do meio aquoso são os gases.

Logo, passa para a atmosfera o gás carbônico (CO₂), que é o responsável pela característica “acidez” na água da piscina, perdeu gás carbônico, aumentou o pH.

Exemplo, no caso de algas na sua 3ª. etapa do fisiologismo de crescimento consome gás carbônico e o pH da água da piscina sobe.

IV.11- COMO A LUZ UV ATUA SOBRE O CRL REDUZINDO A PRESENÇA DE HClO?

A luz ultravioleta do sol é parcialmente absorvida pela camada de ozônio na atmosfera superior (a estratosfera), isto é, todos os comprimentos de onda abaixo de 290 nm são absorvidos.

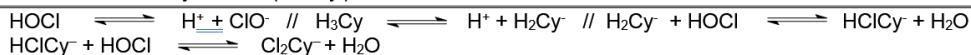
Em contraste, o ÍON DE HIPOCLORITO (ClO⁻), cuja absorção máxima ocorre a 290 nm, absorve luz UV a cerca de 350 nm e, portanto, será decomposta pela luz solar.

O HClO e os clorisocianuratos absorvem principalmente abaixo de 290 nm, sendo relativamente estáveis quanto a decomposição. Logo, o consumo do íon ClO⁻ desequilibra a reação a seguir, na tentativa de equilibrar os constituintes ocorre a redução do HClO.



QUADRO 41- Comprimentos de onda (λ) onde existe o máximo de absorção pelas substâncias geradas na hidrólise de derivados clorados.

Substância química	Comprimentos de onda (λ) de máxima absorção (nm)
Ácido hipocloroso (HClO)	235
Íon hipoclorito (ClO ⁻)	290
Íon Dicloroisocianurato (Cl ₂ Cy)	215
Íon Monochlorisocyanurato (HCICy)	220



Fonte: WOJTOWICZ, 2004; WAHMAN, 2018.

V- A preocupação com o processo inadequado de desinfecção

A apresentação CHALMERS (2022), no evento “*The Future for Pools*” mostra de modo claro a preocupação com a qualidade do processo de desinfecção para a segurança dos frequentadores de estruturas aquáticas.

The Future for Pools
One Day Virtual Conference
Monday 28 March 2022

POOL WATER TREATMENT ADVISORY GROUP

<https://swimming.app.box.com/s/2zvm6x2p6naxysgqkad7jf3w5s4e0692/file/940460913142>

Water features, fountains and infections.

Rachel Chalmers
Director, national Cryptosporidium Reference Unit
Public Health Wales, Swansea

PWTAG conference
28 March 2022

Fonte: CHALMERS, 2022.

The need for good water quality of interactive water features

- A high risk of microbiological contamination and transmission of infection to users.
- Principal risks are: bacteria and viruses, if disinfection is inadequate; parasites, *Giardia* and especially *Cryptosporidium*, if filtration is poor.
- Disinfection should be sufficient to inactivate bacteria and viruses.
Use a higher residual than swimming pools because of the potential for contamination from users and the environment, and loss through spraying – more like spa pool levels, e.g. 3 - 5 mg/L chlorine.
Continuous (preferably automated) disinfection and pH control, supplemented with manual testing.
Routine microbiological sampling from spouts, at least monthly.
- The filtration systems need to be well designed and managed to remove *Cryptosporidium*:
medium-rate sand filtration with coagulation
- UV is a useful addition and is recommended.



A necessidade de boa qualidade da água dos recursos interativos da água

Um alto risco de contaminação microbológica e transmissão de infecção aos usuários

Os principais riscos são: bactérias e vírus, **se a desinfecção for inadequada**

Parasitas, *Giardia* e especialmente *Cryptosporidium*, se a filtração for ruim.

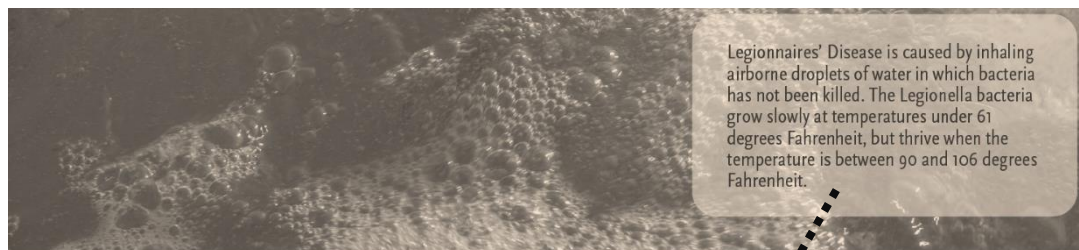
A desinfecção deve ser suficiente para inativar bactérias e vírus.

Use um resíduo mais alto do que piscinas devido ao potencial de contaminação do usuário e do ambiente e perda por pulverização - mais como níveis de piscina de spa, por exemplo, 3-5 mg/L de cloro.

Desinfecção e controle de pH contínuos (de preferência automatizados), complementados com testes manuais.

Os sistemas de filtragem precisam ser bem projetados e gerenciados para remover *Cryptosporidium*: filtração de areia média-rara com coagulação.
UV é uma adição útil e é recomendado.

A publicação do PHTA - Pool & Hot Tub Alliance / Recreational Water Quality Committee na revista AquaMazine (2022) apresenta a preocupação com a bactéria *Legionella*.



DEADLY RWI: LEGIONELLOSIS

The disease, which got its name from an American Legion convention, invades the lungs via tiny airborne droplets of unsanitized water. It has caused a number of disastrous large scale outbreaks

Fonte: PHTA, 2022.

A doença dos legionários é causada pela inalação gotículas de água no ar nas quais as bactérias não foi morta. A bactéria *Legionella* cresce lentamente em temperaturas abaixo de 61°F (16°C), mas prosperam quando a temperatura está entre 90°F (32°C) e 106°F (41°C).

RWI MORTAL: LEGIONELOSE

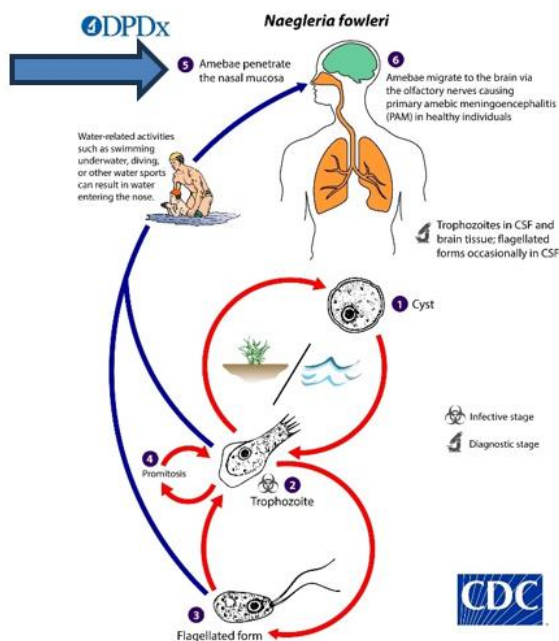
A doença, que recebeu o nome de uma convenção da Legião Americana, invade os pulmões através de pequenas gotículas de água não higienizada no ar. Tem causado uma série de surtos desastrosos em grande escala

Fonte: PHTA, 2022.

O novo desafio do processo de desinfecção química é a ameba de vida livre *Naegleria Fowleri*.

A *Naegleria fowleri*, causadora da MAP (Meningoencefalite Amebiana Primária), é transmitida através de águas de lagoas, lagos ou piscinas contaminadas, acometendo indivíduos saudáveis, principalmente crianças e jovens adultos. É sensível a algumas condições ambientais, como pH extremo, não sobrevivendo na água do mar [SCHUSTER, VISVESVARA (2004) apud SANTOS, 2022]. O trofozoíto entra no organismo através das fossas nasais, penetrando na mucosa nasal e migrando ao longo do nervo olfativo até atingir o Sistema Nervoso Central (SNC). A MAP é uma infecção fatal do SNC [ROJAS-HERNÁNDEZ, et al. (2004) apud SANTOS, 2022].

A ameba não é transmitida de pessoa para pessoa, nem pela ingestão da água contaminada!!! Ela infecta as pessoas quando a água contaminada **ENTRA NO CORPO PELO NARIZ!!!**



Fonte: CDC, 2022a.

A reportagem afirma que, **Ameba comedora de cérebros: 'Podemos ter casos no Brasil não diagnosticados', diz parasitologista** (YONESHIGUE, 2023).

Nos Estados Unidos, de onde é a vasta maioria dos registros, apenas 4 de 157 pessoas que foram comprovadamente infectadas sobreviveram à ameba durante as últimas seis décadas – uma letalidade de 97,4%, segundo dados dos Centros de Controle e Prevenção de Doenças dos EUA (CDC). A taxa é acima de temidos patógenos, como o ebola (YONESHIGUE, 2023). Oficialmente, não há casos confirmados que foram ligados à *Naegleria fowleri* no Brasil. Porém, devido ao desconhecimento e ao fato de poucos grupos trabalharem com o parasita no país, é possível que indivíduos tenham sido contaminados, mas não diagnosticados. É o que explica a parasitologista Denise Leal dos Santos, doutora em Microbiologia Agrícola e do Ambiente pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (YONESHIGUE, 2023).

Ela causa uma meningite que pode ser confundida com outra bacteriana ou viral, porque os sintomas são parecidos. Então podemos ter casos subdiagnosticados, ou seja, que tenham sido causados pela *Naegleria fowleri*, mas que não foram identificados. Lá nos Estados Unidos, como é mais comum, se a pessoa teve algum sintoma eles já pesquisam para ver se é a ameba — diz a pesquisadora, que recebeu um prêmio da Sociedade Brasileira de Parasitologia (SBP) por sua tese sobre a *Naegleria fowleri* (YONESHIGUE, 2023).

COMO ELIMINAR A *Naegleria Fowleri* o CT (Ct) desse protozoário é 56 mg/L.min (CDC, 2022; ARBERAS-JIMÉNEZ, SIFAQUI, REYES-BATTLE, et al., 2022).

LOGO são necessários no mínimo 5,6 mg CRL (HCIO) para eliminá-la no tempo de contato de 10 minutos!!!

VI. Quais são os agentes de descloração(Dechlorinating Agents) ?

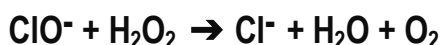
I) O PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO (H₂O₂) é indicado como “DECLORADOR” na Norma. NSF/ANSI/CAN 50 (NSF/ANSI/CAN, 2019).

© 2019 NSF NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

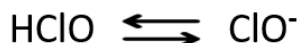
Table N-12.1
Approved standardized evaluation levels

Chemical	Synonyms	Strength	CAS#	Standardized evaluation level (mg/L)	Standardized evaluation (Lb/10,000 gal)
dechlorinator chemicals ¹ ←					
calcium thiosulfate		100%	10124-41-1	90	7.5 lb
hydrogen peroxide ←		35%	772-84-1	60	1.5 gal of 35%
sodium thiosulfate		100%	7772-98-7	100	8.3 lb
sodium sulfite		100%	7757-83-7	70	5.8 lb
sodium bisulfite		100%	7631-90-5	60	5 lb
sodium metabisulfite		100%	7681-57-4	60	5 lb

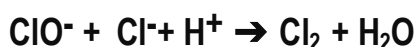
Fonte: NSF/ANSI/CAN, 2019.



Essa reação leva a um desequilíbrio da equação a seguir, o consumo de ClO⁻ provoca um deslocamento da reação para a direita, na tentativa de voltar a um equilíbrio de concentração, o HClO se decompõe para ClO⁻, levando a redução da concentração do HClO.



Em função do pH ácido da solução de peróxido de hidrogênio (valores de pH de 2 a 4, 20°C), também a água da piscina tem uma redução no pH e o íon hipoclorito reage com o íon cloreto formando gás cloro (REZENDE, LOPES, RODRIGUES, GUTZ, 2008; MACEDO, 2019).



A estequiometria da reação química $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ indica que **0,48 mg de peróxido de hidrogênio é necessário para remover 1 mg CRL como Cl₂** [WHITE (1986) apud WORLEY, 2000].

$$\text{H}_2\text{O}_2 - \text{MM} = 1 \times 2 + 16 \times 2 = 34 \text{ g/mol}$$

$$\text{Cl}_2 - \text{MM} = 35,453 \times 2 = 70,9 \text{ g/mol}$$

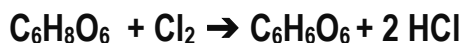
$$\frac{34,0 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ mmol H}_2\text{O}_2} \times \frac{1 \text{ mmol H}_2\text{O}_2}{1 \text{ mmol OCl}^{-1}} \times \frac{1 \text{ mmol OCl}^{-1}}{1 \text{ mmol Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mmol Cl}_2}{70,9 \text{ mg Cl}_2} = \frac{34,0 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{70,9 \text{ mg Cl}_2}$$

$$= 0,48 \text{ massa/massa H}_2\text{O}_2 \text{ como Cl}_2$$

Fonte: WHITE (1986) apud WORLEY, 2000.

II) ÁCIDO ASCÓRBICO. O ácido L-ascórbico, também conhecido como vitamina C, é um agente redutor natural mais frequentemente usado por profissionais médicos para remover cloro da água usada na diálise renal.

Foi demonstrado que ácido ascórbico reduz efetivamente o cloro gás a ácido clorídrico, ao mesmo tempo que produz **desidroascorbato** não tóxico, de acordo com a seguinte equação [WARNER, SLAYTON (1998) apud WORLEY, 2000]:



$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ – MM = $12,011 \times 6 + 1,00 \times 8 + 15,99 \times 6 = 72,066 + 8 + 95,94 = 176,01$ g/mol

Cl_2 – MM = $35,453 \times 2 = 70,9$ g/mol

A análise estequiométrica da equação acima mostra que **2,48 mg de ácido ascórbico** são necessários para reduzir **1 mg de CRL como Cl_2** [WHITE (1986) apud WORLEY, 2000].

$$\frac{176,01 \text{ mg } \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6}{1 \text{ mmol } \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6} \times \frac{1 \text{ mmol } \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6}{1 \text{ mmol } \text{Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mmol } \text{Cl}_2}{70,9 \text{ mg } \text{Cl}_2} = \frac{176,01 \text{ mg } \text{H}_2\text{O}_2}{70,9 \text{ mg } \text{Cl}_2}$$

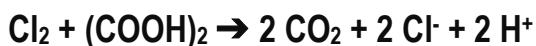
= 2,48 massa/massa $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ como Cl_2

Fonte: WHITE (1986) apud WORLEY, 2000.

O ácido ascórbico também reduz cloraminas a cloreto de amônio [WISEMAN, (1997) apud WORLEY, 2000] ou ácido clorídrico e amônia [WHITE (1999) apud WORLEY, 2000], dependendo do pH da solução. Se cloraminas estiverem presentes, a produção de amônia pode interferir nas avaliações de odores. A segurança do ácido ascórbico combinada com seu efeito insignificante no pH torna a vitamina C um agente desclorante ideal para uso durante este estudo.

III) ÁCIDO OXÁLICO. Por anos, o ácido oxálico tem sido conhecido como um agente redutor geral, prestando a muitas aplicações analíticas e industriais. Ele tem sido usado nas indústrias de impressão e tingimento, para branqueamento de palha e couro, e para remoção de tinta e ferrugem. O ácido oxálico também tem sido usado pela indústria para processamento de celulose e papel, em cerâmica e pigmentos, como um limpador de metais, em fotografia e na fabricação de borracha [MERCK (1983) apud WORLEY, 2000]. Os pesquisadores GORDON, SLOOTMAEKERS, TACHIYASHIKI, WOOD III (1990) apud WORLEY (2000) usaram ácido oxálico para eliminar a interferência do cloro durante medições de dióxido de cloro. O ácido oxálico reduz o cloro a íon cloreto, produzindo dióxido de carbono e ácido clorídrico de acordo com a seguinte equação [KINGSTON 1999 apud WORLEY, 2000].

O ácido oxálico é um sólido incolor e inodoro que é cáustico para a pele, olhos, nariz e garganta humanos [OSHA (1999) apud WORLEY, 2000]. Se ingerido, pode causar danos gástricos e renais graves [MERCK (1983) apud WORLEY, 2000]. Embora esse ácido seja inodoro e eficaz na redução do cloro, a toxicidade associada ao ácido oxálico o torna menos desejável do que outros agentes desclorantes.



$$\begin{aligned} (\text{COOH})_2 - \text{MM} &= (12 + 16 \times 2 + 1) \times 2 = 45 \times 2 = 90 \text{ g/mol} \\ \text{Cl}_2 - \text{MM} &= 35,453 \times 2 = 70,9 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

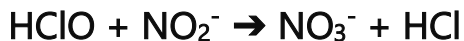
A análise estequiométrica da equação acima mostra que **1,27 mg de ácido oxálico** são necessários para reduzir **1 mg de CRL como Cl₂** [WHITE (1986) apud WORLEY, 2000].

$$\frac{90,0 \text{ mg } (\text{COOH})_2}{1 \text{ mmol } (\text{COOH})_2} \times \frac{1 \text{ mmol } (\text{COOH})_2}{1 \text{ mmol } \text{Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mmol } \text{Cl}_2}{70,9 \text{ mg } \text{Cl}_2} = \frac{90,0 \text{ mg } (\text{COOH})_2}{70,9 \text{ mg } \text{Cl}_2}$$

= 1,27 massa/massa (COOH)₂ como Cl₂

Fonte: WHITE (1986) apud WORLEY, 2000.

IV) NITRITO DE SÓDIO. O íon nitrito (NO₂⁻), outro agente redutor universal bem conhecido, reduz o CRL a ácido clorídrico enquanto é oxidado a íon nitrato (NO₃⁻) de acordo com a equação seguinte [PONTIUS (1990) apud WORLEY, 2000]:



$$\begin{aligned} \text{MM NaNO}_2 &= 23 \times 1 + 14 \times 1 + 16 \times 2 = 23 + 14 + 32 = 69 \text{ mol/g} \\ \text{Cl}_2 - \text{MM} &= 35,453 \times 2 = 70,9 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

A análise estequiométrica da equação mostra que **0,97 mg de nitrito de sódio** são necessários para reduzir **1 mg de CRL como Cl₂** [WHITE (1986) apud WORLEY, 2000].

$$\frac{69,0 \text{ mg NaNO}_2}{1 \text{ mmol NaNO}_2} \times \frac{1 \text{ mmol NaNO}_2}{1 \text{ mmol HClO}} \times \frac{1 \text{ mmol HClO}}{1 \text{ mmol Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mmol Cl}_2}{70,9 \text{ mg Cl}_2} = \frac{69,0 \text{ mg NaNO}_2}{70,9 \text{ mg Cl}_2}$$

= 0,97 massa/massa NaNO₂ como Cl₂

Fonte: WHITE (1986) apud WORLEY, 2000.

Como o excesso de íons nitrito é tóxico, o nitrito de sódio não tem sido usado para descloração em suprimentos de água potável.

V) TIOSSULFATO DE SÓDIO. Ao contrário de alguns compostos de enxofre, o tiosulfato de sódio é um pó inodoro [MERCK (1983) apud WORLEY, 2000]. O tiosulfato de sódio reduz o cloro por uma reação semelhante àquelas que ocorrem com outros compostos de enxofre, mas tem sido usado apenas experimentalmente como um agente desclorante de águas residuais. O tiosulfato de sódio tem sido amplamente usado, no entanto, na indústria de celulose e papel e como um agente desclorante em escala de bancada [WHITE (1999) apud WORLEY, 2000].

Enquanto a reação do tiosulfato com o cloro produz bissulfato, o excesso de

tiosulfato na presença de cloreto produzirá enxofre com cheiro de ovo podre [MERCK (1983) apud WORLEY, 2000].



O dióxido de enxofre pode então reduzir ainda mais o cloro, produzindo ácido sulfúrico [CONNELL (1996) apud WORLEY, 2000].

Infelizmente, a redução de cloro com tiosulfato tem pH alto e reage de forma gradual [WHITE (1999) apud WORLEY, 2000]. De fato, **a equação a seguir é estequiométrica somente em pH 2** [WHITE (1999) apud WORLEY, 2000; CALLACHAN, 2021].



Este processo implica que a dosagem exata de tiosulfato é necessária para evitar odores indesejados de ovo podre. Portanto, **exatamente 0,56 mg de tiosulfato de sódio são necessários para reduzir 1 mg de CRL (como Cl₂)**.

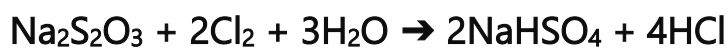
$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 - \text{MM} &= 23 \times 2 + 32 \times 2 + 16 \times 3 = 46 + 64 + 48 = 158 \text{ g/mol} \\ \text{Cl}_2 - \text{MM} &= 35,453 \times 2 = 70,9 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\frac{158 \text{ mg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{4 \text{ mmol Cl}_2} \times \frac{4 \text{ mmol Cl}_2}{4 \times 70,9 \text{ mg Cl}_2} = \frac{158 \text{ mg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{283,6 \text{ mg Cl}_2}$$

$$= 0,56 \text{ massa/massa Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ como Cl}_2$$

Fonte: WHITE (1986) apud WORLEY, 2000, TCHOBANOGLOUS, BURTON, STENSEL, 2003; ASANO, T.; BURTON, LEVERENZ, TSUCHIHASHI, TCHOBANOGLOUS, 2007.

Portanto, **exatamente 1,11 mg de tiosulfato de sódio são necessários para reduzir 1 mg de CRL (como Cl₂)**.



Fonte: BLACK AND VEATCH CORPORATION (2010) apud CALLACHAN, 2021.

$$\frac{158 \text{ mg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{2 \text{ mmol Cl}_2} \times \frac{2 \text{ mmol Cl}_2}{2 \times 70,9 \text{ mg Cl}_2} = \frac{158 \text{ mg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{141,8 \text{ mg Cl}_2}$$

$$= 1,11 \text{ massa/massa Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ como Cl}_2$$

Fonte: BLACK AND VEATCH CORPORATION (2010) apud CALLACHAN, 2021; TCHOBANOGLOUS, BURTON, STENSEL, 2003; BURTON, LEVERENZ, TSUCHIHASHI, TCHOBANOGLOUS, 2007.

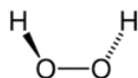


Portanto, **exatamente 3,01 mg de tiosulfato de sódio são necessários para reduzir 1 mg de CRL (como HClO).**

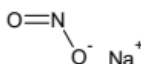
$$\frac{158 \text{ mg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{2 \text{ mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ mmol HClO}} \times \frac{1 \text{ mmol HClO}}{52,46 \text{ mg HClO}} = \frac{158 \text{ mg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{52,46 \text{ mg HClO}}$$

= 3,01 massa/massa Na₂S₂O₃ como HClO

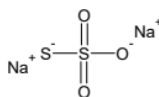
Fonte: Fonte: SARI, RHAMADANI, AMANAH, NUGROHO, 2022.



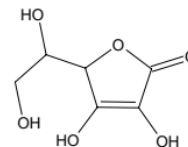
Peróxido de Hidrogênio



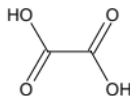
Sodium Nitrite



Sodium Thiosulfate



L-ascorbic Acid



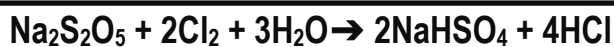
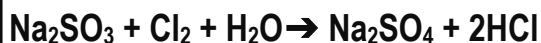
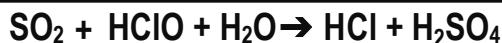
Oxalic Acid

Valores típicos para decoloração requerida por CRL (expresso em mg Cl₂/L).

Alguns agentes de descoloração (AD)			mg AD / CRL (mg Cl ₂ /L)	
Nome	Fórmula	Massa molecular (g/mol)	Quantidade estequiométrica (mg)	Faixa de uso para 1 mg CRL (como Cl ₂)
Dióxido de Enxofre	SO ₂	64,09	0,903	1,0-1,2
Sulfito de sódio	Na ₂ SO ₃	126,04	1,775	1,8-2,0
Bisulfito de sódio	NaHSO ₃	104,06	1,465	1,5-1,7
Metabisulfito de sódio	Na ₂ S ₂ O ₅	190,10	1,338	1,4-1,6
Tiosulfato de sódio	Na ₂ S ₂ O ₃	158,11	0,556	0,6-0,9

Fonte: TCHOBANOGLIOUS, BURTON, STENSEL, 2003; BURTON, LEVERENZ, TSUCHIHASHI, TCHOBANOGLIOUS, 2007.

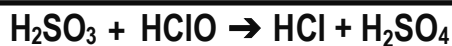
Outras reações químicas com decoloradores:



VI) DIÓXIDO DE ENXOFRE. As reações envolvidas na descloração utilizando dióxido de enxofre são mostradas a seguir. A primeira reação é criar um fluxo aquoso de ácido sulfuroso dissolvendo gás de dióxido de enxofre em água:



O ácido sulfuroso produzido reage então com CRL da seguinte forma:



H_2SO_3 – MM = $1 \times 2 + 32 \times 1 + 16 \times 3 = 2 + 32 + 48 = 82$ g/mol

Cl_2 – MM = $35,453 \times 2 = 70,9$ g/mol

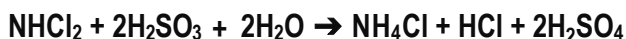
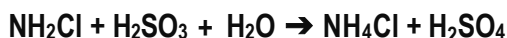
Portanto, **exatamente 1,16 mg de ácido sulfuroso são necessários para reduzir 1 mg de CRL (como Cl_2).**

$$\frac{82,0 \text{ mg } \text{H}_2\text{SO}_3}{1 \text{ mmol } \text{H}_2\text{SO}_3} \times \frac{1 \text{ mmol } \text{H}_2\text{SO}_3}{1 \text{ mmol } \text{HClO}} \times \frac{1 \text{ mmol } \text{HClO}}{1 \text{ mmol } \text{Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mmol } \text{Cl}_2}{70,9 \text{ mg } \text{Cl}_2} = \frac{82,0 \text{ mg } \text{H}_2\text{SO}_3}{70,9 \text{ mg } \text{Cl}_2}$$

$$= 1,16 \text{ massa/massa } \text{H}_2\text{SO}_3 \text{ como } \text{Cl}_2$$

Fonte: BLACK AND VEATCH CORPORATION (2010) apud CALLACHAN, 2021; TCHOBANOGLOUS, BURTON, STENSEL, 2003.

O ácido sulfuroso também reage com as cloraminas (Cloro Residual Combinado – CRC).



Fonte: BLACK AND VEATCH CORPORATION (2010) apud CALLACHAN, 2021.

VII) BISULFITO DE SÓDIO. Os compostos de sulfito são sempre usados como soluções aquosas, principalmente em instalações onde o dióxido de enxofre não é prático ou onde o armazenamento de gás de dióxido de enxofre é considerado um risco inaceitável. As soluções aquosas de sulfito são aplicadas ao processo usando bombas dosadoras, geralmente bombas de diafragma acionadas por motor de passo digital. O controle de dosagem e o monitoramento do processo desses sistemas de dosagem são muito mais complexos e exigem mais instrumentação do que a usada para sistemas de dosagem de dióxido de enxofre.



NaHSO_3 – MM = $1 \times 23 + 1 \times 1 + 32 \times 1 + 16 \times 3 = 23 + 1 + 32 + 48 = 104 \text{ g/mol}$
 Cl_2 – MM = $35,453 \times 2 = 70,9 \text{ g/mol}$

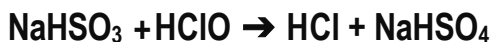
Portanto, exatamente **1,46 mg de bisulfito de sódio** são necessários para reduzir **1 mg de CRL (como Cl_2)**.

$$\frac{104 \text{ mg NaHSO}_3}{1 \text{ mmol NaHSO}_3} \times \frac{1 \text{ mmol NaHSO}_3}{1 \text{ mmol Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mmol Cl}_2}{70,9 \text{ mg Cl}_2} = \frac{104 \text{ mg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{70,9 \text{ mg Cl}_2}$$

= **1,46 massa/massa NaHSO_3 como Cl_2**

Fonte: BLACK AND VEATCH CORPORATION (2010) apud CALLACHAN, 2021; TCHOBANOGLOUS, BURTON, STENSEL, 2003; .

- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ (**SODIUM METABISULFITE**) + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaHSO}_3$ (sodium bisulfite)
- $\text{NaHSO}_3 + \text{HOCl} \rightarrow \text{NaHSO}_4$ (sodium bisulfate) + HCl (hydrochloric acid)
- $\text{NaHSO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHSO}_4 + 2 \text{HCl}$



HClO – MM = $1 \times 1 + 35,453 \times 1 + 16 \times 1 = 1 + 35,45 + 16 = 52,45 \text{ g/mol}$

$$\frac{104 \text{ mg NaHSO}_3}{1 \text{ mmol NaHSO}_3} \times \frac{1 \text{ mmol NaHSO}_3}{1 \text{ mmol HClO}} \times \frac{1 \text{ mmol HClO}}{52,45 \text{ mg HClO}} = \frac{104 \text{ mg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{52,45 \text{ mg HClO}}$$

Fonte: DUPONT, 2022; ENVIRONEX, 2018.

= **1,98 massa/massa $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ como HClO**

VIII) LUZ ULTRAVIOLETA. Muitas concessionárias de águas residuais praticam a descloração para remover o excesso de cloro do efluente antes que ele seja descarregado em suprimentos naturais de água. Lagoas de retenção são um desses métodos de descloração, onde o cloro é degradado ao longo do tempo pela luz solar natural. Esse fenômeno também é observado em piscinas, pois o cloro livre residual é "queimado" ao longo de um dia ensolarado. Embora as taxas de decomposição sejam altamente dependentes do clima e do tempo, a destruição do cloro pela luz UV foi estimada em uma taxa de 0,75-1,25 mg CRL/L por hora entre 10h e 14h, latitude 35°N, de junho a agosto [WHITE (1986) apud WORLEY, 2000]. Essa estimativa pode variar consideravelmente, no entanto, e exigiria avaliações local por local para determinar o tempo de contato apropriado.

VII. Qual a explicação Química para a instabilidade do peróxido de hidrogênio que leva a sua rápida decomposição em água e oxigênio?

Um fator fundamental para essa fraca ação oxidante e instabilidade da forma molecular (H_2O_2) e o **comprimento máximo de absorção de luz pelo H_2O_2** . A absorção máxima do peróxido de hidrogênio é por volta de **220 nm** (FRANÇA, 2011). Pela avaliação do espectro da absorbância do CRL (ácido hipocloroso ($HClO$) + ClO^-), nota-se que a absorção máxima é no comprimento de onda de **235 a 292 nm** (PESKIN, MIDWINTER, HARWOOD, WINTERBOURN, 2005; FERNANDES, 2017).

usam lâmpadas de 254 nm, mas como a absorção máxima do peróxido de hidrogênio é por volta de 220 nm, seria mais conveniente o uso de lâmpadas de Xe/Hg, que são mais caras, mas que emitem na faixa 210 - 240 nm.

Fonte: FRANÇA, 2011.

QUADRO 41- Comprimentos de onda (λ) onde existe o máximo de absorção pelas substâncias geradas na hidrólise de derivados clorados.

Substância química	Comprimentos de onda (λ) de máxima absorção (ηm)
Ácido hipocloroso ($HClO$)	235
Íon hipoclorito (ClO^-)	290
Íon Dicloroisocianurato (Cl_2Cy)	215
Íon Monochlorisocyanurato ($HClCy$)	220

$HOCl \rightleftharpoons H^+ + ClO^- // H_3Cy \rightleftharpoons H^+ + H_2Cy^- // H_2Cy^- + HOCl \rightleftharpoons HClCy + H_2O$
 $HClCy^- + HOCl \rightleftharpoons Cl_2Cy^- + H_2O$

Fonte: WOJTOWICZ (2004), WAHMAN (2018) apud MACEDO, 2019.

Como já citado, quanto maior for o comprimento de onda do fóton (luz), menor a sua energia, em resumo, como o **$HClO$ absorve em maior comprimento de onda (nm)**, recebe menos energia na sua molécula. O **$HClO$ é mais estável** que H_2O_2 em sua forma molecular, pois a absorção de luz do H_2O_2 na faixa de **220 nm**, é mais energética, o que torna a molécula mais instável (PESKIN, MIDWINTER, HARWOOD, WINTERBOURN, 2005; FERNANDES, 2017).

APESAR DE POSSUIR **O H_2O_2 O ORP DE 1,76 mV** MAIOR QUE O ORP DO **$HClO$ ORP DE 1,48 mV**, o **H_2O_2 não consegue fazer uma superoxidação**, em função da sua instabilidade!!

O peróxido de hidrogênio tende fortemente ao se decompor em água e oxigênio, desenvolvendo uma grande quantidade de calor (196,2 KJ) de acordo com equação a seguir (HAGER, 2022): $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2 + 196,2 KJ$.

Outro fator fundamental, oxigênio é um ametal e possui a tendência de ganhar elétrons. Por apresentar seis elétrons na camada de valência, pela Regra do Octeto, o oxigênio precisa receber dois elétrons para tornar-se estável. Logo, um átomo de oxigênio precisa realizar duas ligações químicas. O Nox do elemento oxigênio [O], **na maioria dos seus compostos é -2**, podendo também assumir **o Nox 0 (zero) quando na forma de molécula O_2** . Logo, as formas mais estáveis do oxigênio possuem Nox igual a -2 e 0.

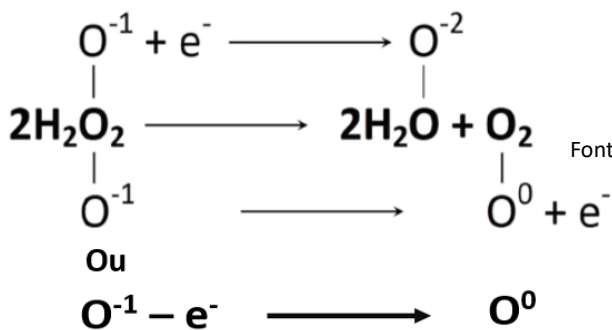
DECOMPOSITION OF HYDROGEN PERODIXE - KINETICS AND REVIEW OF CHOSEN CATALYSTS

Decomposition of hydrogen peroxide

Hydrogen peroxide is a very unique substance due to its molecular structure. It consists atoms of oxygen in oxidation state of -1 unlike many substances, where oxygen occurs in oxidation state of 0 or -2. This means that this substance can be used as both an oxidizing and a reducing agent, depending of pH of its solution. Due to those properties, particles of hydrogen peroxide can decompose via reaction of disproportionation as shown on Pic.1 [9].

Fonte: RARATA, SUMACZ (2009) apud PĘDZIWIATR, MIKOŁAJCZYK, ZAWADZK, 2018.

- O peróxido de hidrogênio é **UMA SUBSTÂNCIA ÚNICA** devido à sua estrutura molecular.
- Consiste em átomos de oxigênio **em estado de oxidação de -1**, ao contrário de muitas substâncias, onde o oxigênio ocorre no estado de oxidação de 0 ou -2.
- Isso significa que essa substância pode ser utilizada tanto como agente oxidante quanto redutor, dependendo do pH de sua solução. Devido a essas propriedades, partículas de peróxido de hidrogênio podem se decompor por meio de reação de desprotonação.



Fonte: PĘDZIWIATR, MIKOŁAJCZYK, ZAWADZKI, MIKOŁAJCZYK, et al., 2018.

Logo, o oxigênio que constitui o peróxido de hidrogênio com número de oxidação -1, em função de não ser a forma mais estável do oxigênio, procura sua estabilidade alterando o número de oxidação para 0 (zero) e -2, que leva a decomposição da molécula do peróxido de hidrogênio.

Can hydrogen peroxide be used in swimming pools?

Author: Valentine Borer | Last update: Tuesday, June 7, 2022

Fonte: BORER, 2022.

How long does peroxide last in water?

Quanto tempo dura o peróxido na água?

Hydrogen peroxide and peroxyacetic acid are highly soluble in water, and hydrogen peroxide is too unstable in water to determine an absolute half-life. Peroxyacetic acid has half-lives of 48 hours at pH 4 and 7, and 3.6 hours at pH 9.

O peróxido de hidrogênio e o ácido peroxiacético são altamente solúveis em água, e O PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO É MUITO INSTÁVEL EM ÁGUA PARA DETERMINAR UMA MEIA-VIDA ABSOLUTA. O ácido peroxiacético tem meia-vida de 48 horas em pH 4 e 7 e 3,6 horas em pH 9.

RFP-4599
 April 14, 1993

HYDROGEN PEROXIDE SAFETY ISSUES

W. V. Conner

RFP-4599
 UC-707 HEALTH AND SAFETY
 DOE/OSTI-4500 (Rev. 75)

Os produtos de decomposição são água, oxigênio e calor (22,72 kcal/g.mol de H₂O₂). A taxa de decomposição do peróxido de hidrogênio aumenta por um fator de dois para cada aumento de 10°C na temperatura (CONNER, 1993), em resumo cresce 200% . A taxa de decomposição também é aumentada pela adição de certas impurezas em soluções de peróxido de hidrogênio ou pelo contato destas soluções com agentes catalíticos insolúveis (CONNER, 1993).

Taxa de decomposição do peróxido de hidrogênio – Efeito do HNO₃.

Half-Live Time (sec) [Tempo de meia vida (s)]	
HNO ₃ Conc. (M)	NO Cu or Fe [Sem a presença de Cu ou Fe]
1,7	48,125
2,9	11,569
4,1	2,817

Obs.: 3,4 M H₂O₂ = 3,4 x 34 = 115,6 g H₂O₂ /L = 115.600 mg H₂O₂/L

Fonte: Adaptado CONNER, 1993.

Os peróxidos são compostos que apresentam uma ligação simples oxigênio-oxigênio: um exemplo típico é o peróxido de hidrogênio H₂O₂. **Outro fator fundamental** para instabilidade é a energia de ligação do O-O, cerca de 140 kJ/mol; e **o comprimento da ligação O-O (cerca de 150 pm) (1 picometro = 10⁻¹² m), que é ligeiramente maior do que ligações semelhantes**, como no O₃ é 128 pm e em O₂ é 121 pm. **Em outras palavras, a ligação O-O no peróxido de hidrogênio é longa e fraca.** Logo, não deveria ser surpresa a reatividade do peróxido de hidrogênio. **Na verdade, o H₂O₂ é inerentemente instável**, pois é facilmente decomposto em água e oxigênio pela luz, por compostos orgânicos e íons metálicos: 2H₂O_{2(l)} → 2H₂O_(l) + O_{2(g)}, o ΔH° = -196 kJ/mol. **Em outras palavras, H₂O₂ é termodinamicamente instável**; além disso, a taxa de sua decomposição é fortemente afetada pela concentração da solução, temperatura e pH. Todos esses fatores influenciam a taxa de decomposição do H₂O₂, pois **“quanto mais, mais rápido”**. Em outras palavras, uma solução de H₂O₂ diluída e mantida fria é a mais estável (FRAU, 2024).

Referências bibliográficas

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16098: Aparelho para Melhoria da Qualidade da Água para Consumo Humano – Requisitos e métodos de ensaio.** São Paulo: ABNT. 40p. 23 de Setembro 2012.

ACC - American Chemistry Council. **The Benefits of Chlorine Chemistry in Water Treatment.** Washington, DC: Chlorine Chemistry Division of the American Chemistry Council. 13p. 2008.

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.

ALMEIDA, M. A.; SANTOS, A. C. A.; MIRANDA, B. S.; PITOMBO, L.; et al. Swimming pools disinfection by chlorine-based products in a simulated environment. **Brazilian Journal of Development.** v.7. n.5. pp.50847-50863. May, 2021.

ALTA PERFORMANCE 3 EM 1. FISPQ - **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - M20 Sanitizante Maresias.** Data: 16/08/18. Disponível em: <<https://maresias.ind.br/wp-content/uploads/2020/12/142-3-em-1-Alta-Performance.pdf>>. Acesso em 03 de abril de 2022.

AMBIENTE BRASIL. **Balneabilidade.** Disponível em: <https://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_salgada/balneabilidade.html>. Acesso em 15 julho de 2022.

ANDRADE, N. J.; MACÊDO, J. A. B. **Higienização na Indústria de Alimentos.** São Paulo: Livraria Varela Ltda. 182p. 1996.

ANDRZEJEWSKI, P.; KASPRZYK-HORDERN, B.; NAWROCKI, J. The hazard of Nnitrosodimethylamine (NDMA) formation during water disinfection with strong oxidants. **Desalination.** v.176. n.1–3. pp.37–45. June 2005.

ANDRZEJEWSKI, P.; KASPRZYK-HORDERN, B.; NAWROCKI, J. N-nitrosodimethylamine (NDMA) formation during ozonation of dimethylamine-containing Waters. **Water Research.** v.42. n.4-5. pp.863-870. February 2008.

ANVISA. **Resistência microbiana / Gram-positivos - resistência aos antimicrobianos / Enterococcus spp.** 2007. Disponível em: <https://www.anvisa.gov.br/servicosade/controlere/rede_rm/cursos/rm_controlere/opas_web/modulo3/gramp_ent_ero.htm>. Acesso em: 06 de maio de 2022.

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.

ARBERAS-JIMÉNEZ, I.; SIFAOU, I.; REYES-BATLLE, M.; et al. Ultraviolet – Chlorine combined treatment efficiency to eliminate *Naegleria fowleri* in artificial surf lagoons. **Heliyon.** v.8. e11625. 10 November 2022.

ASANO, T.; BURTON, F. L.; LEVERENZ, H.; TSUCHIHASHI, R.; TCHOBANOGLIOUS, G. **Water Reuse – Issues, Technologies, and Applications**. New York: McGraw-Hill. 1570p. 2007.

ASKINS, A. **Cyanuric Acid in Commercial Swimming Pools and its Effects on Chlorine’s “Staying Power” And Oxidation Reduction Potentials**. 30p. Raleigh, North Carolina. Degree [Master of Environmental Assessment] - North Carolina State University. 2013.

ASOFAP. **Guía Técnica - Piscinas de Uso Público y Parques Acuáticos**. Madrid: ASOFAP -Asociación Española de Profesionales del sector Piscinas. 207p. Marzo 2020.

APSP. **Cyanuric Acid**. Washington, D.C.: Association of Pool and Spa Professional. 7p. 2014.

AUSTRALIAN GOVERNMENT. **Demonstrating efficacy of pool and spa sanitisers**. Disponível em: <<https://apvma.gov.au/node/1039>>. Acesso em 30 de agosto de 2014.

AUSTRALIAN GOVERNMENT. **APVMA Guide for demonstrating efficacy of pool and spa sanitisers**. Kingston: Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority. 10p. 2007.

AVERY, L.; JARVIS, P.; MACADAM, J. **Review of literature to determine the uses for ozone in the treatment of water and wastewater**. Cranfield / Scotland / UK: Scotland's Centre of Expertise for Waters. CREW / James Hutton Institute / Scottish Higher Education Institutes / Cranfield University. 74p. 11/02/2013.

BARRIE, D. Ammonia & Nitrification Issues in Drinking Water. **IN: Water Works Operators Meeting**. AWWA Region 1/ IRWA - Iowa Rural Water Association. March 2, 2016.

BASTOS, J. **Swimming Pool and Care - Water Temperature and Chemical Products**. sd. Disponível em: <<https://www.jbastoswimmingcoach.com/copia-es-cuidados-con-la-piscina>>. Acesso em 03 de novembro de 2020.

BATALHA, B. L.; COSTA, T. C. R. **Água, Saúde e Desinfecção**. Manual 13. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 59p., 1994.

BATISTA, B. G.; FUCKS, M. B. avaliação microbiológica da água do Arroio Pessegueirinho, Santa Rosa-RS. **Ciência Equatorial**. v.2. n.1. 9p. 1º Semestre 2012.

BATT, T. **ORP control in public pools/spas**. July 2012. Disponível em: <<https://www.ehansw.org.au/documents/item/700>>. Acesso em 12 de maio de 2021.

BERG, A. P.; FANG, T-A.; TANG, H. L. Variability of residual chlorine in swimming pool water and determination of chlorine consumption for maintaining hygienic safety of bathers with a simple mass balance model. **Journal of Water and Health**. v.17. n.2. pp.227–236. 2019.

BERNARD, A.; CARBONNELLE, S.; NICKMILDER, M.; DE BURBURE, C. Noninvasive biomarkers of pulmonary damage and inflammation: application to children exposed to ozone and trichloramine. **Toxicology and Applied Pharmacology**. v.206. pp.85-190. 2005.

BERENGUEL, A. **Polícia abre inquérito para investigar morte de aluno de academia de natação em Campinas**. 03/12/2018. Disponível em: <<https://portalcbncampinas.com.br/2018/12/policia-abre-inquerito-para-investigar-morte-de-aluno-de-academia-de-natacao-em-campinas/>>. Acesso em 03 de novembro de 2020.

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.

BETTEGA, J. M. P. R. et al. Métodos analíticos no controle microbiológico de água para consumo humano. **Ciência e Agrotecnologia**. v.30. n.5. pp.950-954. 2006.

BIERNATH, A. **O caminho que os remédios percorrem dentro de você**. 10 janeiro 2018. Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/medicina/como-remedios-funcionam-no-corpo/>>. Acesso em 18 de novembro de 2022.

BIOME. **Explore e cuide do seu MICROBIOMA INTESTINAL**. Disponível em: <<https://www.biomehub.com/probiome>>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

BIOSYNTH. **Safety Data Sheet Release 1.1 - Polixetonium chloride – CAS - 31512-74-0**. Revision Date of issue 1.1 - 02/10/2021. Disponível em: <https://www.biosynth.com/Files/MSDS/FP/59/MSDS_FP59606_4000_EN.pdf>. Acesso em 02 de abril de 2022.

BLACK AND VEATCH CORPORATION. **Dechlorination - Chapter 11**. IN: White's Handbook of Chlorination and alternative disinfectants. 5th ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. pp.572 – 593. 2010.

BLATCHLEY III, E. R.; FALK, R.; KUECHLER, T., et al. **Cyanuric Acid**. CMAHC - Council for the Model Aquatic Health Code / Ad Hoc Committee Report. January 30, 2018. Disponível em: <<https://www.naccho.org/uploads/downloadable-resources/January-2018-MAHC-Webinar.pdf>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2018.

BOBADILLA, M. C.; GONZÁLEZ, E. P. V.; LORZA, R. L.; GÓMEZ, F. S. Effecting Partial Elimination of Isocyanuric Acid from Swimming Pool Water Systems. **Water**. v.11. n.712. 2019.

BORER, V. **Can hydrogen peroxide be used in swimming pools?** June 7, 2022. Disponível em: <<https://greenyplace.com/can-hydrogen-peroxide-be-used-in-swimming-pools/>>. Acesso em: 15 de junho 2024.

BORGMANN-STRAHSEN, R. Comparative assessment of different biocides in swimming pool water. **International Biodeterioration & Biodegradation**.v.51. n.4. pp.291-297. 2003.

BOWMAN, G.; MEALY, R. **The Fundamentals of Chlorine Chemistry and Disinfection**. December 2007. Disponível em: < <https://dnr.wi.gov/topic/labcert/documents/training/CL2Chemistry.pdf>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2022.

BRADFORD, W. L. What Bathers Put into a Pool: A Critical Review of Body Fluids and a Body Fluid Analog. **International Journal of Aquatic Research and Education**. v.8. n.2. Article 6. 2014.

BRADLEY, P. M.; CARR, S. A.; BAIRD, R. B.; CHAPPELLE, F. H. Biodegradation of Nnitrosodimethylamine in Soil from a Water Reclamation Facility. **Bioremediation Journal**. v.9. pp.115-120. 2005.

BRASIL. Resolução RDC da ANVISA nº 275, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico de características microbiológicas para água mineral natural e água natural. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil]. Brasília. 23 de setembro de 2005. Secção 1.

BRASIL. Resolução RDC da ANVISA/MS 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. Secção 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 n. 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]. N.244. 22 de dezembro de 2010. Seção 1.

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. 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 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. Lei nº 9.610, 19 de fevereiro de 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil], Brasília. 20 fevereiro 1998. Seção 1.

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.

BUCKMAN. **Algae Out. Fun In.** 2020. Buckman Laboratories International, Inc. Disponível em: <https://www.buckman.com/wp-content/uploads/2018/04/E543EUR-H_APCA_folded.pdf>. Acesso em: 28 de abril de 2021.

BUCKMAN. **WSCP - Agua de refrigeración recirculante.** Memphis: Buckman Laboratories International, Inc. 2p. 2017. Disponível em: <https://www.buckman.com/wp-content/uploads/2018/04/E483ESP-H_WSCP_SS.pdf>. Acesso em 22 de junho de 2021.

BUCKMAN. **WSCP - Recirculating Cooling Water.** 2p. 2018. Buckman Laboratories International, Inc. Disponível em: <https://www.buckman.com/wp-content/uploads/2018/04/E483H-WSCP_SS.pdf>. Acesso em: 22 de junho de 2021.

CALABRIA, G. D.; BORSATTO, F.; SHINZATO, M. C. Impregnation of natural clinoptilolite with zinc. **IN: Zeolite 2014 – 9th International Conference on the Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites.** Belgrade / Serbia. pp.35-36. 8 - 13 June 2014.

CALABRIA, G. D. **Obtenção de leito filtrante à base de zeólita e vermiculita com propriedade bactericida.** Diadema. 80p. Dissertação [Ciência e Tecnologia da Sustentabilidade] – Universidade Federal de São Paulo. 2017.

CALLACHAN, G. **Chemical Dosing for Dechlorination.** 18 de agosto de 2021. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/chemical-dosing-dechlorination-gary-callachan/>>. Acesso em 15 de maio de 2024.

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.

CANADA. **Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document – Bromate.** Ottawa: Health Canada. 72p. October 2016.

CANADA. **Bromate in Drinking Water consultation document.** Ottawa: Health Canada. 142p. 2015-11-27. Disponível em: <<https://www.canada.ca/en/health-canada/programs/bromate-drinking-water/bromate-drinking-water.html#a71>>. Acesso em 27 de outubro de 2022.

CARVALHO, C. **Morre aluno intoxicado com cloro em academia de natação de Campinas.** 01/12/2018. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/brasil/morre-aluno-intoxicado-com-cloro-em-academia-de-natacao-de-campinas-23274402>>. Acesso em 02 de novembro de 2020.

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 2016.

CDC. **Annex to the 2018 Model Aquatic Health Code, 3RD Edition / Scientific and Best Practices Rationale.** Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services // CDC - Centers for Disease Control and Prevention. 256p. 07/18/2018.

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. **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.

CDC. **Naegleria fowler — Primary Amebic Meningoencephalitis (PAM) — Amebic Encephalitis.** October 18, 2022. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/parasites/naegleria/pathogen.html>>. Acesso em: 20 de novembro de 2022a.

CHALMERS, R. **Water features, fountains, and infections.** PWTAG Virtual Conference 2022. 28 March 2022. Disponível: <<https://swimming.app.box.com/s/2zvm6x2p6naxysgqkad7jf3w5s4e0692/file/940460913142>> Acesso em 06 de dezembro de 2022.

CHEMICALBOOK. **Chemical Safety Data Sheet MSDS / SDS - Polixetonium chloride – CAS - 31512-74-0.** Revision Date: 2023-09-02. Disponível em: <<https://www.chemicalbook.com/msds/polixetonium-chloride.htm>>. Acesso em 02 de abril de 2024.

CHEMOS. **SDS - Safety Data Sheet Polixetonium chloride – CAS - 31512-74-0.** Date of compilation: 2021-05-28. Disponível em: <https://www.chemos.de/import/data/msds/GB_en/31512-74-0-A0184859-GB-en.pdf>. Acesso em 02 de abril 2022.

CHEMOS. **SDS - Safety Data Sheet - N,N-Dimethyl-2-hydroxypropylammoniumchlorid-Polymer, 60 wt-% solution in water – CAS - 25988-97-0**. Date of compilation: 2023-01-25. Disponível em: <https://www.chemos.de/import/data/msds/GB_en/25988-97-0-A0213344-GB-en.pdf>. Acesso em 15 março 2023.

CHOI, J. H; VALENTINE, R. L. Formation of *N*-nitrosodimethylamine (NDMA) from reaction of monochloramine: a new disinfection by-product, **Water Research**. v.36. n.4. pp.817-824. 2002.

CHOI, J.; VALENTINE, R. L. *N*-Nitrosodimethylamine Formation by Free-Chlorine-Enhanced Nitrosation of Dimethylamine. **Environmental Science and Technology**. v.37. pp.4871-4876. 2003.

CHRISTMAN, R. F.; GHASSEMI, M. Chemical nature of organic color in water, **Journal American Water Works Association – AWWA**. v.58. n.6. p.723. Jun. 1966.

CHRISTMAN, K. **Chlorine**. 1998. Disponível em: <<https://www.eird.org/estrategias/pdf/eng/doc14584/doc14584.pdf>>. Acesso em 14 de junho de 2001.

CHRISTMAN, K. The history of chlorine. **Waterworld**. v.14. pp.66-67. 1998a.

CONNER. W. V. **Hydrogen Peroxide Safety Issues**. Springfield: National Technical Information Services, U.S. Department of Commerce. 13p. April 14, 1993.

DBOUKA, T.; DRIKAKISB, D. Weather impact on airborne coronavirus survival. **Physics of Fluids**. v.32. pp.093312-1-093312-13. 22 September 2020.

DE LAAT, J.; FENG, W.; FREYFER, D. A.; DOSSIER-BERNE, F. Concentration levels of urea in swimming pool water and reactivity of chlorine with urea. **Water Research**. v.45. n.3. pp.1139–1146. 2011.

DELGADO, C. A. **Os perigos das piscinas cobertas e aquecidas**. 13 de julho de 2013. Disponível em: <<https://www.facebook.com/176546609112810/posts/os-perigos-das-piscinas-cobertas-e-aquecidas/386515888115880/>>. Acesso em 03 de novembro de 2020.

DELL, L. A. **Yield of Bromate from Ozonated Wastewater and the Potential for Biological Reduction of Bromate in Wastewater in Sweden**. Lund/Sweden. 36p. **Lund University** [Master Thesis - Water and Environmental Engineering]. May 2020.

DIGITALWATER. **Cuidados e consumo de cloro na Água**. sd. Disponível em: <<https://www.digitalwater.com.br/importancia-cuidados-consumo-cloro-na-agua/>>. Acesso 05 de maio de 2022.

DOVIDAUSKAS, S.; OKADA, I. A.; IHA, M. H.; CAVALLINI, A. G.; et al. Parâmetros físico-químicos incomuns em água de abastecimento público de um município da região nordeste do Estado de São Paulo (Brasil). **Vigilância Sanitária em Debate**. v.5. n.1. pp.106-115. 2017.

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

DYCHDALA, G. R. **Chlorine and chlorine compounds**. In: BLOCH, S. S. (Ed.) **Disinfection, sterilization and preservation**, 5.ed. Philadelphia: Lea & Febigerp. pp-135-157. 2001.

DUPONT. **Water Chemistry and Pretreatment - Biological Fouling Prevention**. 5p. February 2022. Disponível em: <<https://www.dupont.com/content/dam/dupont/amer/us/en/water-solutions/public/documents/en/RO-NF-FilmTec-Chlorination-Dechlorination-Manual-Exc-45-D01569-en.pdf>>. Acesso em 15 de junho de 2024.

ECHA. **Hydrogen peroxide**. Sd. Helsink: European Chemicals Agency. Disponível em: <<https://echa.europa.eu/pt/registration-dossier/-/registered-dossier/15701/7/3/1>>. Acesso em 25 de junho de 2022.

ECHA. **Transitional Guidance on Efficacy Assessment for Product Types 1-5, Disinfectants Draft**. Helsink: European Chemicals Agency. June 2015.

ENVIRONEX. **Sodium Metabisulfite (SMBS) Solutions - Technical Bulletin**. 4p. 06/08/2018. Disponível em: <<https://environex.net.au/wp-content/uploads/2016/04/SodiumMetabisulfiteSolution.pdf>>. Acesso em 15 de junho de 2024.

EUROPEAN COMMISSION. **Regulation (EU) No 528/2012 concerning the making available on the market and use of biocidal products // PRODUCT ASSESSMENT REPORT OF A BIOCIDAL PRODUCT (FAMILY) FOR NATIONAL AUTHORISATION APPLICATIONS / BELOX**. Slovenia. 155p. February 2020.

EXTRA.GLOBO. **Morre aluno intoxicado com cloro em academia de natação de Campinas**. 01/12/2018. Disponível em: <<https://extra.globo.com/noticias/morre-aluno-intoxicado-com-cloro-em-academia-de-natacao-de-campinas-23274487.html>>. Acesso em 02 de novembro de 2020.

FARMACO UFSC. **Por onde andam os medicamentos em nosso corpo?** 29/08/2016. Disponível em: <<https://farmaco.ufsc.br/2016/08/29/por-onde-andam-os-medicamentos-em-nosso-corpo/#:~:text=Chegando%20ao%20intestino%2C%20a%20maioria,para%20o%20resto%20do%20corpo>>. Acesso em 17 de novembro de 2022.

FENNER, D. C. **Antimicrobial activity of electrolyzed oxidizing water using standard in-vitro test procedures for the evaluation of chemical disinfectants**. Zurich. 23p. Doktorwürde [Doktorwürde Veterinärbakteriologie] - University of Zurich. 2005.

FERNANDES, A. J. F. C. **Síntese e estudo de taurina cloramina e compostos correlatos como potenciais antissépticos**. Bauru. 67p. Trabalho de Conclusão de Curso [Licenciatura em Química] - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 2017.

FRANÇA, M. D. **Degradação de paracetamol empregando Tecnologia oxidative avançada baseada em fotocatalise heterogênea usando irradiação artificial e solar**. Uberlândia. 122p. Dissertação [Mestrado em Química] - Universidade Federal de Uberlândia. 2011.

FRAU, A. **Why does hydrogen peroxide decompose into water and oxygen?** Disponível em: <https://www.quora.com/Why-does-hydrogen-peroxide-decompose-into-water-and-oxygen/answer/Antonello-Frau?ch=10&oid=197774573&share=e098b24a&srld=306i6B&target_type=answer>. 2020. Acesso em 01 de julho de 2024.

FREESE, S. D.; NOZAIC, D. J. Chlorine: Is it really so bad and what are the alternatives? (Special edition). **Water South Africa**. v.30, n.5, 24p., 2004.

FREITAS, G. **Estudo mostra que água de piscina inativa COVID-19**. 14 de abril de 2021. Disponível em: <<https://swimchannel.net/br/estudo-mostra-que-agua-de-piscina-inativa-covid-19/>>. Acesso em 07 de maio de 2022.

G1. **Alunos sofrem intoxicação por cloro em piscina de escola federal em Fortaleza**. 02/05/2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/alunos-sofrem-intoxicacao-por-cloro-em-piscina-do-ifce-em-fortaleza.ghtml>>. Acesso em 06 de maio de 2022.

G1. **Pesquisa da Unicamp revela substâncias prejudiciais à saúde na água da região de Campinas.** 09/08/2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2021/08/09/pesquisa-da-unicamp-revela-substancias-prejudiciais-a-saude-na-agua-da-regiao-de-campinas.ghtml>>. Acesso em 12 de março de 2023.

GONÇALVES, M. E.P.; CAMÕES, M. F.; PAIVA, J. M.; BENOLIEL, M.J.; CARNEIRO, R. N. Validação do método de determinação simultânea dos íons brometo e bromato por cromatografia iônica em águas de consumo humano. **Química Nova**. v.27. n.3. pp.:503-507. 2004.

GORDON G.; SLOOTMAEKERS B.; TACHIYASHIKI, S.; WOOD III, D. W. Minimizing Chlorite Ion and Chlorate Ion in Water Treated with Chlorine Dioxide. **Journal AWWA**. v.82. n.4. pp.160-165. Apr 1990.

GRADIN, A. J.; ANJOS, M. **Guia de Microbiologia – 1a. edição.** São Paulo: ABDI/ABIHPEC/SEBRAE. 109p. 2015.

GRAY, N. F. **Calidad del agua potable.** Zaragoza: Acribia, 365p. 1994.

GREENHALGH, T.; JIMENEZ, J. L.; PRATHER, K. A.; TUFEKCI, Z.; FISMAN, D.; SCHOOLEY, R. Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2. **Lancet**. n.39. pp. 1603–1605. 2021.

GREAT LAKES. **Recommended standards for swimming pool design and operation: policies for the review and approval of plans and specifications for public pools: a report of committee of the Great Lakes-Upper Mississippi River Board of State and Provincial Public Health and Environmental Managers.** Albany / N.Y.: Health Education Services. 50p. 1996.

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.

GRUBER, J.; LI, R. W. C.; SANTOS, A. S. A importância da cloração da água. **Revista da Piscina**, n.56, p.15-19, 2001.

HAAG, W. R.; HOIGNÉ, J. Ozonation of bromide-containing waters: kinetics of formation of hypobromous acid and bromate. **Environmental Science and Technology**. v.17. pp.261-267. 1983.

HAGER. **HYPERKAT – Hydrogen Peroxide Catalysts / Catalytic Decomposition of Hydrogen Peroxide Catalysts (H₂O₂) in Air Flows.** Disponível em: <<http://hager-engineering.com/>>. Acesso em 04 de julho de 2022.

HPSC. **National Guidelines for the Control of Legionellosis in Ireland, 2009.** Dublin: Health Protection Surveillance Centre -HPSC. 122p. July 2009.

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.

IOA. **Guidance Manuals And Documents.** Copyright 2021 - The International Ozone Association. Disponível em: <https://www.ioa-pag.org/guidance>. Acesso em 8 de abril de 2021.

JACKSON, A. **Criança morre após contrair ‘ameba comedora de cérebro’ em fonte recreativa nos EUA.** 29/09/2021. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/crianca-morre-apos-contrair-ameba-comedora-de-cerebro-em-fonte-recreativa-nos-eua/>>. Acesso em 20 de janeiro de 2022.

JARVIS, P.; SMITH, R.; PARSONS, S. A. Modeling Bromate Formation During Ozonation. **Ozone: Science & Engineering / The Journal of the International Ozone Association**. v.29. i.6. pp.429-442. 2007.

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.

KANAN, A. A. **Occurrence and formation of disinfection by-products in indoor swimming pools water**. Clemson. 256p. Doctor of Philosophy [Environmental Engineering and Earth sciences] - Clemson University. May 2010.

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.

KELLY, C. **Nitrosamine Carcinogens Also Swim in Chlorinated Pools**. 25/02/2010. Disponível em: <<https://seas.yale.edu/news-events/news/nitrosamine-carcinogens-also-swim-chlorinated-pools>>. Acesso em 12 de fevereiro de 2023.

KEMPER, J. M.; WALSE, S. S.; MITCH, W. A. Quaternary amines as nitrosamine precursors: a role for consumer products. **Environmental Science and Technology**. v.44. n.4. pp.1224-1231. 2010.

KIM, H.; HAN, K. Swimmers contribute to additional formation of N-nitrosamines in chlorinated pool water. **Toxicology and Environmental Health Sciences**. v.3. pp.168–174. 16 october 2011.

KRASNER, S. W.; MITCH, W. A.; MCCURRY, D. L.; HANIGAN, D.; WESTERHOFF, P. Formation, precursors, control, and occurrence of nitrosamines in drinking water: A review. **Water Research**. v.47. pp.4433– 4450. 2013.

LEME, F. P. **Engenharia do Saneamento Ambiental**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 358p., 1980.

LEDNICKY, J. A.; LAUZARD, M.; FAN, Z. H.; JUTLA, A.; et al. Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients. **The Journal Of Infectious Diseases**. n.100. pp.476–482. 2020.

L'EQUIPE. **Água da piscina inativa vírus Covid-19 em 30 segundos, segundo novo estudo**. Ibitinga/SP: Academia L'equipe. 12 de abril de 2021

LIFE MAGAZINE. **The Life Millennium: The 100 Most Important Events and People of the Past 1000 Years**. Friedman R (ed.). New York: Time-Life Books. 1998.

LUCCA, L. **Controle de qualidade do Hipoclorito de Sódio no Processo de Produção**. Florianópolis. 40p. Trabalho de Conclusão de Curso [Bacharelado em Química] - Universidade Federal de Santa Catarina. 2006.

M20 SANITIZANTE MARESIAS. **FISPQ - Ficha de Informações de Segurança De Produtos Químicos - M20 Sanitizante Maresias**. Data: 16/08/18. Disponível em: <<https://maresias.ind.br/wp-content/uploads/2020/12/113-M20-Sanitizante-Maresias.pdf>>. Acesso em 03 de abril de 2022.

MACEDO, J. A. B. **ÁGUASÁGUAS (Canal do Youtube)**. DESINFECCAO PROCESSOS ALTERNATIVOS OZONIO. 28 de fevereiro de 2021. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=1RzCwKjdSzc&t=5s>>. Acesso em 23 de agosto de 2022.

MACEDO, J. A. B. **Determinação de Trihalometanos em Águas de Abastecimento Público e de Indústria de Alimentos**, MG. 90p. Tese [Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos]. Universidade Federal de Viçosa. 1997.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas. 4ª. Edição**. Belo Horizonte: CRQMG. 944p. 2016.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas. 3ª. Edição**. Belo Horizonte: CRQ-MG. 1052p. 2007.

MACEDO, J. A. B. **Piscina – Água & Tratamento & Química. 2ª. Edição**. Belo Horizonte: CRQ-MG. 775p. 2019.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas. 2ª Edição**. Belo Horizonte: CRQ-MG. 997p. 2004.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas. 1ª. Edição**. Belo Horizonte: ORTFOFARMA. 505p. 2000.

MACEDO, J. A. B. **Piscina – Água & Tratamento & Química**. Belo Horizonte: CRQ-MG. 180p. 2003.

MACEDO, J. A. B. **O uso de derivados clorados orgânicos na desinfecção de água para abastecimento público - Estudos de Casos "in locus" por Companhias de Saneamento**. Fortaleza: CAGECE. 18 de maio de 2012. Disponível em: <https://www.aguaseaguas.com/_files/ugd/b3ec10_336480edc69941038ac6e9eec605a3cf.pdf>. Acesso em 24 de janeiro de 2018.

MACEDO, J. A. B. **Água de Lastro & Mexilhão dourado & Inscrustações X Hidrelétricas (A História)**. Belo Horizonte: CRQ-MG. 323p. 2020.

MAGAZINOVIC, R. S.; NICHOLSON, B. C.; MULCAHY, D. E.; DAVEY, D. E. Bromide levels in natural waters: its relationship to levels of both chloride and total dissolved solids and the implications for water treatment. **Chemosphere**. v.57. n.4. pp.329-335. Oct 2004.

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. A.879. 10p. May 2018.

MARESIAS_PISCINASAUDAVEL. **Qual a diferença entre algicidas e sanitizante**. Sorocaba. 30 de junho de 2021. Instagram: @maresias_piscinasaudavel. Disponível em: https://www.instagram.com/p/CQvf__shhL/. Acesso em: 23 de janeiro de 2022.

MARESIAS_PISCINASAUDAVEL. **Feedback Tratamento Saudável**. Sorocaba. 26 de agosto de 2022. Instagram: @maresias_piscinasaudavel. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/Chuu4tnjmk/>. Acesso em: 23 de novembro de 2022.

MARINE SCIENCE. Seawater Composition. Revised 8 October 2008. Disponível em: <<https://www.marinebio.net/marinescience/02ocean/swcomposition.htm>>. Acesso em 23 de agosto de 2022.

MELLOU, K.; MPLOUGOURA, 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.

MITCH, W. A.; GERECKE, A. C.; SEDLAK, D. L. A N-Nitrosodimethylamine (NDMA) Precursor Analysis for Chlorination of Water and Wastewater. **Water Research**. v.37. pp.3733-3741. 2003.

MT PLUS ECO. **FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS (FISPQ) - MT PLUS ECO®**. 15p. Data da Última Revisão: 20/03/2018.

MULLER, B. **The Danger of the Swimming Pool: Nitrosamine Carcinogens**. October 1, 2010. Disponível em: <<https://www.yalescientific.org/author/brentmuller/>>. Acesso em 15 de fevereiro de 2022.

MUSTAPHA, S.; TIJANI, J. O.; NDAMITSO, M. M.; et al. The Occurrence of N-nitrosodimethylamine (NDMA) in Swimming Pools: An Overview. **Environmental Health Insights**. v.15. pp.1–12. 2021.

NAKAMURA, A. A.; PINTO, H. B. F.; DIAS, J. M. M.; MARTINS JÚNIOR, L.; LAGOA, S. M. **Práticas Sanitárias nas Piscinas dos Centros Educacionais Unificados – CEUs**. São Paulo: Secretaria Municipal de Saúde/Coordenação de Vigilância em Saúde. 118p. 2009. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/saude/vigilancia_em_saude/arquivos/Doencas_Tra_nsmiitidas_pela_Agua_em_Pis.pdf>. Acesso em 14 de julho de 2018.

NAVMED. **Manual of Naval Preventive Medicine Chapter 4 RECREATIONAL WATER FACILITIES**. NAVMED P-5010-4 (Rev. 6-2020). Washington, DC: Bureau of Medicine and Surgery. 142p. 30 June 2020.

NIH/PUBCHEM. **Polixetonium Chloride – CAS - 31512-74-0**. NIH - National Institutes of Health/National Library of Medicine. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Polixetonium-Chloride#section=Other-Safety-Information>>. Acesso em 02 de abril de 2024.

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.

NSPF. **Certified Pool-Spa Operator Handbook**. National Swimming Pool Foundation. Colorado Springs, CO. 2006.

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.

ORENDA. **The Cyanuric Acid Limit for Public Swimming Pools**. 26/05/2020. Disponível em: <<https://blog.orendatech.com/cyanuric-acid>>. Acesso em 17 de julho de 2022.

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.

PEŹZIWIATR, P.; MIKOŁAJCZYK, F.; ZAWADZKI, D.; MIKOŁAJCZYK, K.; et al. Decomposition of hydrogen peroxide - kinetics and review of chosen catalysts. **Acta Innovations**. v.45. n.26. pp.45-52. 2018.

PESKIN, A. V.; MIDWINTER, R. G; HARWOOD, D. T. WINTERBOURN, C. C. Chlorine transfer between glycine, taurine, and histamine: reaction rates and impact on cellular reactivity. **Free Radical Biology and Medicine**. v.38. n.3. pp.397-405. Feb 1, 2005.

PHTA. Deadly RWI: Legionellosis. Tech Notes. PHTA - Pool & Hot Tub Alliance / Recreational Water Quality Committee. **AQUAMAGAZINE.COM**. pp.124-127. October 2022. Disponível em: <<https://www.phta.org/pub/?id=2F3EA0AC-1866-DAAC-99FB-5D6CC7E2E96B>>. Acesso em 07 de dezembro de 2022.

POOL-LIFE. **Piscinologia Moderna - Supercloração ou oxidação de choque?** POOL LIFE/Revista da Piscina. n.51. pp.20-21. 1999.

PORTAL EDUCACAO. **Microrganismos Indicadores: Saiba quais são?** Disponível em: <<https://blog.portaleducacao.com.br/microrganismos-indicadores-saiba-quais-sao/>>. Acesso em 15 de Julho de 2022.

POTTS, J. Factors Associated with Respiratory Problems in Swimmers. **Sports Medicine**. v.21. pp.256–261. 1996.

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/?wpdmdl=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/?wpdmdl=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 - 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.

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.

R7 SAÚDE. **Menino de 2 anos morre após contrair ameba comedora de cérebro**. 20/07/2023. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/saude/menino-de-2-anos-morre-apos-contrair-ameba-comedora-de-cerebro-20072023>>. Acesso em 25 de julho de 2023.

RARATA, G.; SURMACZ, P. Nadtlenek wodoru klasy HTP jako uniwersalne medium napędowe oraz utleniacz. **Prace Instytutu Lotnictwa**. v.202. n.7. pp.125-158. 2009.

RATTI, B. A.; BRUSTOLIN, C. F.; SIQUEIRA, T. A.; TORQUATO, A. S. Pesquisa de coliformes totais e fecais em amostras de água coletadas no bairro Zona Sete, na cidade de Maringá-PR. **IN: VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar / CESUMAR – Centro Universitário de Maringá**. Maringá: Editora CESUMAR. 4p. 25-28 outubro 2011.

RAZEK, R. **Ameba comedora de cérebros provoca mais uma morte nos EUA.** 30/07/2023. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/ameba-comedora-de-cerebro-provoca-mais-uma-morte-nos-eua/>>. Acesso em 01 de agosto de 2023.

REVISTA VEJA. **Milênio – Os 100 fatos que mudaram o mundo do ano de 1001 até hoje.** Revista VEJA. Ano 31. n.51, 1682A. Janeiro de 2001.

REZENDE, W.; LOPES, F. S.; RODRIGUES, A. S.; GUTZ, I. G. R. A efervescente reação entre dois oxidantes de uso doméstico e a sua análise química por medição de espuma. **Revista Química Nova.** n.30. 4p. 2008.

RICHARDSON, S. D. New disinfection by-product issues: emerging DBPS and alternative routes of exposure. **Global NEST Journal.** v.7. n.1. pp 43-60. 2005.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de água.** São Paulo: Edgard Blucher. 332p. 1991.

RICHTER, C. A. **Água – Métodos e Tecnologia de Tratamento.** São Paulo: Edgard Blucher. 340p. 2009.

RIESS, R.; YAN, H.; SEALY, A. **CDC confirms Nebraska child who died after swimming was infected with the brain-eating amoeba Naegleria fowleri.** August 19, 2022. Disponível em: <<https://edition.cnn.com/2022/08/19/health/cdc-nebraska-brain-eating-amoeba-death/index.html>>. Acesso em 12 dezembro de 2022.

ROCHA, L. **Ameba ‘comedora de cérebros’ é a nova preocupação no Norte dos EUA, alertam autoridades.** 26/05/2023. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/ameba-comedora-de-cerebros-e-nova-preocupacao-no-norte-dos-eua-alertam-autoridades/?hidemenu=true>>. Acesso em 30 de junho de 2023.

RODRIGUES, E. A. M. **Estudo de diferentes oxidantes em tratamento de água superficial aplicando ultrassom: determinação de subprodutos via cromatografia gasosa.** Limeira. 105p. Dissertação [Mestrado em Tecnologia] - Universidade Estadual de Campinas. 2020.

ROTH. **Ficha de Dados de Segurança Hidrogénio peróxido 30 %, Ph.Eur., estabilizador.** 09.09.2021. Disponível em: <<https://www.carlroth.com/medias/SDB-9681-PT-PT.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wzNDY0NzB8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oYjUvaDE4LzkwNDIxMDk3MjY3NTAucGRmfGM3NzdjNWNhZThhODliOWY4ZWQzZTRjZGNIbWVlYzJjZDI0ZDEyMTlyNDZkMzJmYjFIMzgwYjQ3NTIhNDE3Mzc>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

RUSSELL, C. G.; BLUTE, N. K.; VIA, S.; WU, X.; CHOWDHURY, Z. Nationwide assessment of nitrosamine occurrence and trends. **Journal American Water Works Association.** v.104. pp.205–217. 2012.

SANTOS FILHO. **Tecnologia de tratamento de água.** São Paulo: Livraria Nobel S.A. 251p. 1985.

SANTOS, V. S. **Coliformes fecais.** Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/coliformes-fecais.htm>> Acesso em 15 de julho de 2022.

SANTOS, D. L. **Amebas ambientais e a abordagem da saúde única no controle e prevenção de doenças causadas por *Acanthamoeba spp.* e *Naegleria fowleri* em humanos e animais.** Porto Alegre. 78p. Tese [Doutorado Microbiologia Agrícola e do Ambiente] - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2022.

SARI, A. P.; RHAMADANI, F. A.; AMANAH, N. L.; NUGROHO, A. Study of efficiency and reaction rates dechlorination of nata de coco wastewater using sodium thiosulfate. **Journal of Emerging Supply Chain, Clean Energy, and Process Engineering.** v.1. n.2. pp.107-116. December 2022.

SEUX, R. Évolution de la pollution apportée par les baigneurs dans les eaux de piscines sous l'action du chlore. **Journal Français d'Hydrologie**. v.19. n.2. pp.151–168. 1988.

SPAHR, S.; CIRPKA, O. A.; VON GUNTEN, U.; HOFSTETTER, T. B. Formation of N-Nitrosodimethylamine during Chloramination of Secondary and Tertiary Amines: Role of Molecular Oxygen and Radical Intermediates. **Environmental Science & Technology**. v.51. pp.280–290. 2017.

SOLTERMANN, F.; LEE, M.; CANONICA, S.; VON GUNTEN, U. Enhanced N-nitrosamine formation in pool water by UV irradiation of chlorinated secondary amines in the presence of monochloramine. **Water Research**. v.47. n.1. pp.79-90. Jan 1, 2013.

SOUTH AFRICA. **Guidelines for registration of swimming pool and spa pool remedies**. Pretoria: Department Agriculture, Forestry & fisheries / Republic of South Africa. 11p. 2016.

STANFORD, B. D.; PISARENKO, A. N.; SNYDER, S. A.; GORDON, G. Perchlorate, bromate and chlorate in hypochlorite solutions: guidelines for utilities. **Journal American Water Works Association**. v.103. n.6. pp.71–83. 2011.

STANFORD, B. D.; PISARENKO, A. N.; DRYER, D. J.; ZEIGLER-HOLADY, J. C., GAMAGE, S.; QUIÑONES, O.; VANDERFORD, B. J.; DICKENSON, E. R. V. Chlorate, perchlorate, and bromate in onsite-generated hypochlorite systems. **Journal American Water Works Association**, 105(3). pp.E92–E102. 2013.

SCHUSTER, F. L.; VISVESVARA, G. S. Free-living amoebae as opportunistic and non-opportunistic pathogens of humans and animals. **International Journal for Parasitology**. v.34. pp.1001-1027. 2004.

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.

TCHOBANOGLIOUS, G.; BURTON, F. L.; STENSEL, H. D. **Wastewater engineering - treatment and reuse**. New York: McGraw Hill. 1819p. 2003.

UOL. **Menina de 10 anos morre após contrair ameba 'comedora de cérebro'**. 27/11/2023. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/internacional/ultimas-noticias/2023/11/27/menina-morre-ameba-comedora-cerebro.htm>>. Acesso em 29 de novembro de 2023.

USP. **7 Controle do Crescimento Microbiano**. 03/05/2020. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5322103/mod_resource/content/1/Controle%20do%20crescimento%20microbiano.pdf>. Acesso em 15 de julho de 2022.

USEPA. **40 CFR Parts 141, 142 and 143. National Primary Drinking Water Regulations: Stage 2 Disinfectants and Disinfection Byproducts Rule; National Primary and Secondary Drinking Water Regulations: Approval of Analytical Methods for Chemical Contaminants; Proposed rule**. Federal Register. v.68. n159. pp.49548-49681. USEPA - Environmental Protection Agency. 2003. Available at: <www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2003-08-18/pdf/03-18149.pdf>. Access in: 19 de agosto de 2023.

USEPA. **Reregistration Eligibility Decision (RED) for Busan 77 (Case 3034). EPA 739-R-07-011**. December 2007. Disponível em: <https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/red_PC-069183_20-Dec-07.pdf>. Acesso em 19 de maio de 2021.

VAN DOREMALEN, N.; BUSHMAKER, T.; MORRIS, D. H.; HOLBROOK, M. G.; GAMBLE, A.; WILLIAMSON, B. N.; TAMIN, A.; et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. **New England Journal of Medicine**. v.382. n.16. pp.1564–1567. 2020.

VON GUNTEN, U. Ozonation of drinking water: Part I. Oxidation kinetics of and product formation. **Water Research**. v.37. pp.1443-1467. 2003a.

VON GUNTEN, U. Ozonation of drinking water: Part II. Disinfection and by-product formation in presence of bromide, iodide or chlorine. **Water Research**. v.37. pp.1469-1487. 2003b.

VORE, R. D. **Advanced Chemistry and Its Impact on Disinfection**. 18-19 January 2016. In: National Environmental Health Association's EH2O Recreational Water Virtual Conference. Disponível em: <<https://www.neha.org/sites/default/files/Advanced%20Chemistry%20and%20Its%20Impact%20on%20Disinfection.pdf>>. Acesso em 17 de maio de 2022.

WALSH, S. S.; MITCH, W. A. Nitrosamine Carcinogens Also Swim in Chlorinated Pools. **Environmental Science and Technology**. v.42. n.4. pp.1032–1037. 2008.

WAHMAN, D. G. First Acid Ionization Constant of the Drinking Water Relevant Chemical Cyanuric Acid from 5 to 35° C. **Environmental Science (Cambridge)**. v.4. n.10. pp.1522–1530. 2018.

WEINBERG, H. S.; DELCOMYN, C. A.; UNNAM, V. Bromate in chlorinated drinking waters: occurrence and implications for future regulation. **Environmental Science and Technology**. v.37. n.14. pp.3104–3110. 2003.

WHO. **Guidelines for Drinking-water Quality. Vol.1. 3rd ed.** Geneva/Switzerland: WHO - World Health Organization. 515p. 2004.

WHO. **Drinking-water Quality - Fourth Edition Incorporating the First Addendum.** Switzerland: WHO - World Health Organization. 541p. 2017.

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 - Second Edition - Volume 1 – Recommendations.** Geneva: World Health Organization. 188p. 1993.

WHO. **Bromate in Drinking-water / WHO/SDE/WSH/05.08/78.** Geneva: World Health Organization. 16p. 2005

WHO. **Guidelines for Drinking-water Quality. Volume 1 – Recommendations.** Third Edition. Geneva: World Health Organization. 515p. 2004

WILLIAMS, K. **Cyanurics ~ Benefactor or Bomb.** 5p. December 12, 1997. Disponível em: <<https://cdn2.hubspot.net/hubfs/3831534/Cyanurics%20~%20Benefactor%20or%20bomb.pdf>>. Acesso em 17 de julho de 2022.

WOJTOWICZ, J. A. Effect of Cyanuric Acid on Swimming Pool Maintenance. **Journal of the Swimming Pool and Spa Industry**. v.5. n.1. pp.15-19. 2004.

WORLEY, J. L. **Evaluation of Dechlorinating Agents and Disposable Containers for Odor Testing of Drinking Water.** Blacksburg. 81p. Master of Science in Environmental Engineering. Thesis [Master of Science in Environmental Engineering] - Virginia Polytechnic Institute and State University. 2000.

WSCP. **SDS - Safety Data Sheet – WSCP**. Date of issue/Date of revision: 4/27/2015. Disponível em: <<https://www.navybrand.com/sds/WSCP-SDS.pdf>>. Acesso em 23 de agosto de 2021.

USEPA. **N-Nitroso-dimethylamine (NDMA) - Technical Fact Sheet**. Whashington. DC: United States Environmental Protection Agency (USEPA). 7p. January 2014. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-03/documents/ffrrofactsheet_contaminant_ndma_january2014_final.pdf>. Acesso em 14 de fevereiro de 2022.

VIZIOLI, B. C. **Desenvolvimento e validação de método analítico para determinação de nitrosaminas em água de abastecimento público: estudo de caso na Região Metropolitana de Campinas**. Campinas. 114p. Dissertação [Mestrado em Química Analítica] – Universidade Estadual de Campinas. 2019.

ZARPELON, A. Uso do cloro e os trihalometanos (THM). **SANARE – Revista Técnica da Sanepar**. v.15. n.15. pp.4-6. Jan/Jun. 2001.

ZHOU, X. J.; GUO, W. Q.; YANG, S. S.; ZHENG, H. S.; REN, N. Q. Ultrasonic-assisted ozone oxidation process of triphenylmethane dye degradation: Evidence for the promotion effects of ultrasonic on malachite green decolorization and degradation mechanism. **Bioresource Technology**. v.128. pp.827-830. 2013.

ZHU, T. G.; RIED, A.; WIELAND, A. **The synergistic effects of designing ozone with a biologically active filter**. 22nd World Congress & Exhibition./ Ozone and Advanced Oxidation Leading-edge science and Technologies. IOA - The International Ozone Association. Barcelona, Spain. 28 June — 3 July 2015.

ZIMMERMANN, S. G.; WITTENWILER, M.; HOLLENDER, J.; KRAUSS, M.; ORT, C.; SIEGRIST, H.; VON GUNTEN, U. Kinetic assessment and modeling of an ozonation step for full-scale municipal wastewater treatment: Micropollutant oxidation, by-product formation and disinfection. **Water Research**. v.45. pp.605-617. 2011.

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.

YONESHIGUE, B. **Ameba comedora de cérebros: 'Podemos ter casos no Brasil não diagnosticados', diz parasitologista**. 11 de agosto de 2023. Disponível em: <<https://twitter.com/JornalOGlobo/status/1689966402046992385>>. Acesso em 27 de agosto de 2023.