

HYDROGEN PEROXIDE (H₂O₂)

PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

1- THE FAKE-CHEMISTRY: Hydrogen peroxide 50% corresponds to 200 volumes of oxygen!

1- A FAKE-QUÍMICA: Peróxido de hidrogênio 50% corresponde 200 volumes de oxigênio!

I- Introdução

II- O peróxido de hidrogênio

III- Exemplos de cálculos de volumes de oxigênio em função da percentagem (%) de peróxido de hidrogênio

IV- Conclusão

**2- HYDROGEN PEROXIDE in swimming pool water CANNOT perform superoxidation despite the high ORP!
ORTHO-TOLIDINE (o-tolidine) in the presence of oxidizing agents**

2- PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO em águas de piscinas NÃO CONSEGUE fazer uma superoxidação apesar do alto ORP!

A ORTO-TOLIDINA (o-tolidina) na presença de agentes oxidantes

I- Introdução

II- O Eº Potencial Padrão de Oxirredução (PPOX) de alguns oxidantes

III- Porque o Peróxido de Hidrogênio (1,77 mV) NÃO FUNCIONA numa superoxidação da água de piscina apesar de possuir um PPOX maior que o do HClO (ácido hipocloroso) (1,48 mV)?

IV- A ortotolidina como indicador quantitativo e qualitativo da capacidade de oxidação de agentes oxidantes

V- A mudança de cor da ortotolidina em soluções de agentes oxidantes que possuem PPOX (Eº) maior que o valor de 0,873 mV

V.1- Soluções de referência utilizadas no experimento

V.1.1- Permanganato de potássio (KMnO₄) (PPOX = 1,51 mV)

V.1.2- Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂) (50%) (PPOX = 1,77 mV)

V.1.3- Monopersulfato de sódio e/ou Monopersulfato de potássio (peroximonossulfato de potássio) (PPOX = +2,01 a +2,10 mV)

V.1.4- Ácido hipocloroso (HClO) (PPOX = +1,48 mV)

V.2- O experimento

V.2.1- PARTE 1

V.2.2- PARTE 2 do Experimento

V.3- RESULTADOS

V.3.1- RESULTADOS DA PARTE 1

V.3.2- RESULTADOS DA PARTE 2

V.4- CONCLUSÕES

3- HYDROGEN PEROXIDE X RESIDUAL IN SWIMMING POOL WATER??

3- PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO X RESIDUAL EM ÁGUAS DE PISCINAS??

3.1- A DL50 do Peróxido de Hidrogênio 50% e a Resolução RDC 59/2010

4- HYDROGEN PEROXIDE X QUESTIONS AND ANSWERS

4- PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO X PERGUNTAS & RESPOSTAS

1a) Hydrogen peroxide reacts with free residual chlorine (CRL – HClO/ClO⁻)?

1a) O peróxido de hidrogênio reage com o cloro residual livre (CRL – HClO/ClO⁻)?

2a) Is Hydrogen Peroxide stable??

2a) O Peróxido de Hidrogênio é estável??

3a) Can hydrogen peroxide be used in ETA's (Water Treatment Station) for pre-oxidation, for example, in algae control?

3a) O peróxido de hidrogênio pode ser utilizado em ETA's (Estação de Tratamento de Água) para pré-oxidação, por exemplo, no controle de algas?

4a) Is hydrogen peroxide registered or indicated for use in the United States and Europe?

4a) O peróxido de hidrogênio tem registro ou indicação de uso no Estados Unidos e na Europa?

5a) Does hydrogen peroxide have Ct against all microorganisms?

5a) O peróxido de hidrogênio tem Ct contra todos os microrganismos?

6a) Is it feasible from the Chemistry point of view the proposal to evaluate the presence of hydrogen peroxide residue in the water of a swimming pool using sodium hypochlorite (bleach)?

6a) É viável do ponto de vista da Química a proposta de avaliar a presença da existência resíduo de peróxido hidrogênio na água de uma piscina usando o hipoclorito de sódio (água sanitária)?

7a) Are hydrogen peroxide and ammonium quaternaries efficient in the case of a fecal emergency (dead animal, animal feces, human feces - diarrhea, etc...) in the water of a swimming pool?

7a) O peróxido de hidrogênio e os quaternários de amônio são eficientes no caso de uma emergência fecal (animal morto, fezes de animais, fezes humanas - diarréia, etc...) na água de uma piscina?

8a) How to explain that ozone (O_3) in molecular form has a redox potential of 2.08 mV, greater than that of Hydrogen Peroxide (H_2O_2) with a value of 1.78 mV, but ozone is considered a disinfectant/sanitizer and hydrogen peroxide is considered only oxidizing agent??

8a) Como explicar que o ozônio (O_3) na forma molecular tem potencial de oxirredução de 2,08 mV, maior que o do Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) com valor de 1,78 mV, mas, o ozônio é considerado desinfetante/sanitizante e o peróxido de hidrogênio é considerado somente agente oxidante??

9a. What reactions can occur between hydrogen peroxide and “chlorine in water”?

9a. Quais as reações podem ocorrer entre peróxido de hidrogênio e o “cloro dentro da água” ($HClO/ClO^-$)?

10a. What is the chemical explanation for the instability of hydrogen peroxide that leads to its rapid decomposition into water and oxygen?

10a. Qual a explicação Química para a instabilidade do peróxido de hidrogênio que leva a sua rápida decomposição em água e oxigênio?

11a. What are dechlorinating agents?

11a. Quais são os agentes de descloração (Dechlorinating Agents) ?

PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

1- A FAKE-QUÍMICA: Peróxido de hidrogênio 50% corresponde 200 volumes de oxigênio!

I- Introdução

A grande dificuldade na área de tratamento de águas de piscinas é a **transferência de informação equivocada** e sem sustentação na Química! Em resumo, apenas com interesse comercial e de marketing, na maioria das vezes transformam a Química, que é uma ciência exata, numa ciência subjetiva, que, por inúmeras vezes $2 + 2$ não é igual a 4.

II- O peróxido de hidrogênio

O H_2O_2 foi descoberto em 1818 e está disponível comercialmente desde o século XIX. É amplamente utilizado para diversos fins e o seu uso é considerado ecológico, já que se decompõe em água e oxigênio molecular (O_2) (CORDEIRO, 2020).

As soluções de peróxido de hidrogênio **não são estáveis**, razão pela qual os produtos comerciais geralmente apresentam em sua composição substâncias orgânicas estabilizantes, como exemplos, acetanilida, uréia e ácido úrico. (ANDRADE, MACÊDO, 1996).

A decomposição do H_2O_2 é exotérmica, ou seja, libera calor para o meio. Em soluções diluídas esse calor é facilmente absorvido pela água, porém, em soluções mais concentradas, a temperatura do meio aumenta e a decomposição do H_2O_2 é acelerada. A velocidade de decomposição também aumenta na presença de metais, por exposição a luz ultravioleta e até mesmo por ação de impurezas que podem acidentalmente contaminar o H_2O_2 durante a estocagem e o manuseio. É comum o uso de estabilizantes para diminuir perdas por decomposição. Mesmo assim, recomenda-se que as soluções de H_2O_2 sejam armazenadas à temperatura ambiente (ou refrigeradas) e ao abrigo da luz. O correto armazenamento garante que as perdas por decomposição sejam inferiores a 2% ao ano se mantidas dentro das embalagens originais (CORDEIRO, 2020).

As soluções comerciais desse sanificante são usualmente encontradas na forma de soluções aquosas contendo cerca de 3, 6, 12 ou 30% de peróxido de hidrogênio, sendo chamadas de 10, 20, 40 e 100 volumes, respectivamente (CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2015; GALACHO, MENDES, 2011; SANTIAGO, LEDER, AZEVEDO, SANTANNA, VENÂNCIO, 2016; BRAIBANTE, 2015).

A própria Farmacopéia Brasileira confirma que a solução de peróxido de hidrogênio a 3% corresponde a “ÁGUA OXIGENADA 10 VOLUMES” (MS/ANVISA, 2012). Essa expressão da concentração em volumes tem relação com a quantidade de gás oxigênio que é produzido com a decomposição completa do produto. Sendo assim, se a concentração da água oxigenada é de 10 volumes, por exemplo, significa que 1,0 mL de água oxigenada ao se decompor irá produzir 10,0 mL de oxigênio molecular, medido nas condições normais de temperatura de pressão, 25°C e 1 atm (CORDEIRO, 2020).

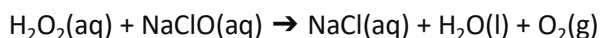
Logo, a concentração da água oxigenada, expressa em termos de volume, refere-se **ao volume de oxigênio** que é gerado considerando a decomposição completa do peróxido de hidrogênio (GALACHO, MENDES, 2011).

Repetindo a explicação, a concentração da água oxigenada, expressa em termos de volume, refere-se **ao volume de oxigênio** que é gerado considerando a decomposição completa do peróxido de hidrogênio, de acordo com a equação referida acima. Por exemplo, a decomposição completa de 1 mililitro de uma solução de peróxido de hidrogênio 10 volumes, 3% (m/m), produz 10 mililitros (mL) de oxigênio no estado gasoso. Analogamente 1 mililitro de uma solução de água oxigenada de concentração 6% (m/m), 20 volumes, libera 20 mililitros de oxigênio no estado gasoso (GALACHO, MENDES, 2011).

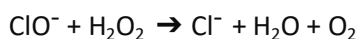
A terminologia é baseada no volume de oxigênio que é liberado, quando a solução é decomposta por aquecimento. Assim, 1 cm³ do peróxido de hidrogênio a 100 volumes produz 100 cm³ de oxigênio, nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP) (BENEDITO, QUEIROGA, ALMEIDA, 2008; BRAIBANTE, 2015; SILVA, 2017; RSC, 2020; GALACHO, MENDES, 2011). A definição mostra uma clara **relação volume a volume** nas CNTP.

As condições normais de temperatura e pressão (cuja sigla é **CNTP** no Brasil e PTN em Portugal) referem-se à condição experimental com temperatura de 273,15K (0°C) e a pressão de 101.325 Pa (101.325 Pa = 1,01325 bar = 1 atm = 760 mmHg).

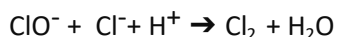
A água sanitária, que tem como princípio ativo o hipoclorito de sódio, pode reagir violentamente com peróxido de hidrogênio para produzir gás oxigênio O₂ (MARTINS, 2013), veja a equação a seguir.



O uso do peróxido de hidrogênio **é incompatível com os derivados clorados no processo de desinfecção de águas de piscinas**, a H₂O₂ reage com o íon hipoclorito (REZENDE, LOPES, RODRIGUES, GUTZ, 2008).



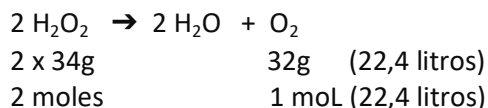
Em função do pH ácido da solução de peróxido de hidrogênio (valores de pH de 2 a 4, 20°C), também a água da piscina tem uma redução no pH e o íon hipoclorito reage com o íon cloreto formando gás cloro (REZENDE, LOPES, RODRIGUES, GUTZ, 2008).



III- Exemplos de cálculos de volumes de oxigênio em função da percentagem (%) de peróxido de hidrogênio

A conversão de volume para porcentagem baseia-se na equação de decomposição do peróxido de hidrogênio, que é apresentada a seguir (ANDRADE, MACÊDO, 1996; MACEDO, 1992, 2001, 2003b, 2003, 2005, 2009, 2013, 2019).

1) Exemplo de cálculo envolvendo a água oxigenada a 3%



100 mL da solução ----- 3 g de H_2O_2
1 mL da solução ----- "M" g de H_2O_2 $M = (3/100) \rightarrow M = 0,03$ g de H_2O_2

68 g de H_2O_2 ----- 22.400 mL de O_2
0,03 g de H_2O_2 ----- V mL de O_2 $V = (0,03 \times 22.400) / 68 = 9,88$ mL de O_2

Assim, uma solução contendo 3% de peróxido de hidrogênio corresponde a uma solução com aproximadamente 10 volumes de O_2 .

2) Exemplo de cálculo envolvendo a água oxigenada a 10%

100 mL da solução ----- 10 g de H_2O_2
1 mL da solução ----- "M" g de H_2O_2 $M = (10/100) \rightarrow M = 0,1$ g

68 g de H_2O_2 ----- 22.400 mL de O_2
0,1 g de H_2O_2 ----- V mL de O_2 $V = (0,1 \times 22.400) / 68 = 32,94$ mL de O_2

Assim, uma solução contendo 10% de peróxido de hidrogênio corresponde a uma solução com aproximadamente 30 volumes de O_2 .

3) Exemplo de cálculo envolvendo a água oxigenada a 12%

100 mL da solução ----- 12 g de H_2O_2
1 mL da solução ----- "M" g de H_2O_2 $M = (12/100) \rightarrow M = 0,12$ g

68 g de H_2O_2 ----- 22.400 mL de O_2
0,12 g de H_2O_2 ----- V mL de O_2

$$V = (0,12 \times 22.400) / 68 = 39,529 \text{ mL de } \text{O}_2$$

Assim, uma solução contendo 12% de peróxido de hidrogênio corresponde a uma solução com aproximadamente 40 volumes de O_2 .

4) Exemplo de cálculo envolvendo a água oxigenada a 30%

100 mL da solução ----- 30 g de H_2O_2
1 mL da solução ----- "M" g de H_2O_2 $M = (30/100) \rightarrow M = 0,3$ g

68 g de H_2O_2 ----- 22.400 mL de O_2
0,3 g de H_2O_2 ----- V mL de O_2 $V = (0,3 \times 22.400) / 68 = 98,82$ mL de O_2

Assim, uma solução contendo 30% de peróxido de hidrogênio corresponde a uma solução com aproximadamente 100 volumes de O_2 .

5) Exemplo de cálculo envolvendo a água oxigenada com 50%

100 mL da solução ----- 50 g de H₂O₂

1 mL da solução ----- "M" g de H₂O₂ M = (50/100) → M = 0,50g

68 g de H₂O₂ 22400 mL de O₂

0,50 g de H₂O₂ V mL de O₂ V = (0,50 x 22400) / 68 = **164,70 volumes de O₂**

Assim, uma solução contendo **50% de peróxido de hidrogênio** corresponde a uma solução com aproximadamente **165 volumes de O₂**.

6) OUTRA FORMA DE FAZER O CÁLCULO

$$\frac{\% \text{H}_2\text{O}_2}{100 \text{ mL}} \times 1 \text{ mL de solução} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}_2}{34 \text{ g H}_2\text{O}_2} \times \frac{0,5 \text{ mol O}_2}{\text{Mol H}_2\text{O}_2} \times \frac{22.400 \text{ mL O}_2}{\text{mol H}_2\text{O}_2}$$

H₂O₂ 40% → Quantos volumes?

$$\frac{40\% \text{H}_2\text{O}_2}{100 \text{ mL}} \times 1 \text{ mL de solução} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}_2}{34 \text{ g H}_2\text{O}_2} \times \frac{0,5 \text{ mol O}_2}{\text{Mol H}_2\text{O}_2} \times \frac{22.400 \text{ mL O}_2}{\text{mol O}_2}$$

$$(40 \times 0,5 \times 22400) / (100 \times 34) = 448.000 / 3400 = 131,76 \text{ volumes de O}_2$$

H₂O₂ 50% → Quantos volumes?

$$\frac{50\% \text{H}_2\text{O}_2}{100 \text{ mL}} \times 1 \text{ mL de solução} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}_2}{34 \text{ g H}_2\text{O}_2} \times \frac{0,5 \text{ mol O}_2}{\text{Mol H}_2\text{O}_2} \times \frac{22.400 \text{ mL O}_2}{\text{mol O}_2}$$

$$(50 \times 0,5 \times 22400) / (100 \times 34) = 560.000 / 3400 = 164,70 \text{ volumes de O}_2$$

IV- Conclusão

É importante ressaltar que existem diversas FISPQ's de produtos disponíveis para o mercado indicando que a **água oxigenada 50%** de peróxido de hidrogênio corresponde a **200 volumes de O₂**, o que está completamente errado.

Uma solução contendo **50% de peróxido de hidrogênio** corresponde a uma solução com aproximadamente **165 volumes de O₂**.

Essa relação 50% e 200 volumes de O₂ é **completamente contrária** a definição de "volume de oxigênio", das referências científicas da área de Química, Saúde e até contrária a informação da Farmacopéia Brasileira (BRASIL, 2019). A afirmação de 200 volumes relacionada a 50% é apenas **marketing para a venda do produto**, ressaltando a sua maior concentração.

Para não ficarem dúvidas, apresenta-se, a seguir, imagem de partes das páginas 635 e 636, transcritas *ipsis litteris*, da **Farmacopéia Brasileira – 6ª. edição** (BRASIL, 2019).

Farmacopeia Brasileira, 6ª edição 635

...

Peróxido de hidrogênio concentrado

CAS – [7722-84-1].

Sinonímia – Peridrol.

Fórmula molecular e massa molar – H_2O_2 – 34,01.

Especificação – Contém, no mínimo, **29,0% (p/p) de peróxido de hidrogênio**.

Corresponde a, aproximadamente, **100 partes em volume**. Pode conter estabilizante.

Descrição – Líquido incolor, irritante, de fraco odor.

Farmacopeia Brasileira, 6ª edição 636

Característica física – Densidade: 1,11.

Conservação – Em recipientes preenchidos parcialmente, providos de fecho de alívio.

Armazenamento – Proteger da luz e do calor.

Segurança – Oxidante forte.

Peróxido de hidrogênio, 30 volumes, SR

Fórmula e massa molecular – H_2O_2 – 34,01.

Especificação – Contém, no mínimo, **9,7% (p/v) e, no máximo, 10,7% (p/v) de peróxido de hidrogênio**, correspondendo a, aproximadamente, **30 partes em volume**. Pode conter estabilizante.

Descrição – Diluir o peróxido de hidrogênio, concentrado.

Conservação – Em recipientes fechados.

Estabilidade – Evitar períodos longos de armazenagem.

Armazenagem – Proteger da luz e do calor.

Peróxido de hidrogênio a 3% (p/v)

Fórmula e massa molecular – H_2O_2 – 34,01

Especificação – Contém, no mínimo, **2,5% (p/v) e, no máximo, 3,5% (p/v) de peróxido de hidrogênio**, correspondendo a, aproximadamente, **10 partes em volume**. Pode conter estabilizante.

Descrição – Líquido límpido, incolor.

Conservação – Em recipientes fechados. Evitar períodos longos de armazenagem.

Armazenagem – Proteger da luz e do calor.

...

Fonte: BRASIL, 2019.

Para chegar no valor citado pelas empresas, é utilizada uma relação em massa (m/m), ressalta-se que, essa relação parece que, **somente funciona e/ou aparece em publicações**, quando apresentada para a **água oxigenada 50% que indicam como 200 volumes**.

Ressalta-se que, um gás se encontra na CNTP quando está na Pressão = 1 atm ou 760 mm de Hg e temperatura 0°C = 273 K. **Somente nas CNTP, o volume molar de qualquer gás é 22,4 L**. Essa relação foi apresentada **no ano de 1811**, o Químico italiano Amedeo Avogadro (1776-1856) propôs uma explicação para a relação que havia entre o número de moléculas dos gases e o volume por eles ocupado.

Os cálculos a seguir, utilizados pelas empresas para justificar o marketing relacionado 50% com volumes de oxigênio **nada tem** com relação a definição aceita e homologada pela comunidade científica. Basta avaliar que, utilizam como referência **uma densidade a 25°C**, temperatura completamente diferente das CNTP, para qual **as relações químicas têm validade comprovada**. O volume de **22.400 mL para o mol é válido somente para 0°C ou 273 K**, também diferente do valor de 25°C, referência utilizada para o cálculo.

Veja a seguir, como se tenta justificar com cálculo a relação 50% com 200 volumes de O₂.

100 g da solução de Peróxido de Hidrogênio 50% ----- 50 g H ₂ O ₂
$d = 1,20 \text{ g/cm}^3 \text{ (25}^\circ\text{C)} \rightarrow v = m / d \rightarrow v = 100 \text{ g} / 1,20 \text{ g/cm}^3 = 83,3333 \text{ mL}$
83,333 mL da solução H ₂ O ₂ ----- 50 g H ₂ O ₂
1 mL da solução H ₂ O ₂ ----- X X = 0,6 g de H₂O₂
2 moles de H ₂ O ₂ → 68 g H ₂ O ₂ ----- 22.400 mL de O ₂ (1 mol)
0,6 g H ₂ O ₂ ----- X
X = 197,647 mL de O₂.

Como já citado, o valor indicado de 197,647 mL de O₂ **não corresponde ao valor referenciado pelos cálculos na CNTP**, logicamente não pode ser considerado correto do ponto de vista Químico, arrumaram um jeitinho de confirmar a relação que interessava ao marketing. Em resumo, **serve apenas como marketing de divulgação da concentração do produto**, tanto que, tal relação é apenas utilizada pelas empresas que vendem o referido peróxido de hidrogênio 50%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, N. J.; MACÊDO, J. A. B. **Higienização na Indústria de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela Ltda. 182p. 1996.

BENEDITO, R. B.; QUEIROGA, J. M. S.; ALMEIDA, L. F. Determinação da concentração de peróxido de hidrogênio em amostras reais de água oxigenada. **IN: X Encontro de Iniciação à Docência**. João Pessoa: UFPB/ Centro de Ciências Exatas e da Natureza / Departamento de Química. 2008.

BRAIBANTE, M. E. F. **Técnica 7a – Volumetria de Oxirredução. Química Analítica Experimental-QMC148 -EQ**. Santa Maria: UFSM/ Departamento de Química. 1p. 2015.

BRASIL. **Farmacopéia Brasileira, volume 1**. 6ª. Edição. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. 546p. 2019.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO (QUÍMICA)**. 28 dezembro 2015. Disponível em: <<http://cienciaetecnologiafoco.blogspot.com/2015/12/peroxido-de-hidrogenio-quimica.html>>. Acesso em 02 de fevereiro 2020.

CORDEIRO, C. S. **Peróxido de hidrogênio (Água oxigenada)**. 7 de maio de 2020. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/paginas/lpq/peroxido-de-hidrogenio-agua-oxigenada/>>. Acesso em 19 de abril de 2022.

GALACHO, C.; MENDES P. **Água oxigenada: Mais um exemplo de uma solução química.** Évora: Universidade de Évora / Centro de Química de Évora. 3p. 03/04/2011. Disponível em: <http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/22605/1/35-Cris-Di%C3%A1rioSul-%C3%81gua%20oxigenada_CG_PM.pdf>. Acesso em 19 de abril de 2022.

MACEDO, J. A. B. **Apostila Química I (Tecnológica)**, UFJF-Depto. de Química, Juiz de Fora, 1992, 98p.

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

MACÊDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas.** 1ª. Edição. Juiz de Fora: Jorge Macedo. 302p. 2001.

MACEDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas.** 2ª. Edição. Juiz de Fora: CRQ-MG. 450p. 2003b.

MACEDO, J. A. B. **Piscina – Água & Tratamento & Química.** Belo Horizonte: CRQ-MG. 180p. 2003.

MACEDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas.** 3ª. Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 450p. 2005.

MACEDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas.** 4ª. Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 1009p. 2013.

MACEDO, J. A. B. **Desinfecção & Esterilização Química.** Belo Horizonte: CRQ-MG. 737p. 2009.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas.** 4ª. Edição. Belo Horizonte: CRQMG. 944p. 2016

MACEDO, J. A. B. **Piscina – Água & Tratamento & Química.** 2ª. Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 775p. 2019.

MARTINS, M. **Molécula do dia – Hipoclorito de Sódio.** 01 de fevereiro de 2013. Disponível em: <<https://digichem.org/2013/02/01/mmolecula-do-dia-hipoclorito-de-sodio/>>. Acesso em 25 de janeiro de 2018.

MS/ANVISA. **Formulário Nacional da Farmacopéia Brasileira** - 2ª edição - Revisão 02. Brasília: ANVISA. 224p. 2012.

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. **Química Nova na Escola.** n.30. pp.66-69. Novembro 2008.

RSC. **Did you know? About hydrogen peroxide.** Disponível em: <https://www.rsc.org/Education/Teachers/Resources/Contemporary/student/pop_peroxide.html>. Acesso em 10 de fevereiro de 2020.

SANTIAGO, J. C. C.; LEDER, P. J. S.; AZEVEDO, W. H. C.; SANTANNA, J. S.; VENÂNCIO, C. R. R. Volumetria de óxido-redução: determinação permanganométrica de peróxido de hidrogênio em três amostras de água oxigenada comercial. **IN: 56º CBQ - Congresso Brasileiro de Química.** Belém do Pará: Associação Brasileira de Química e sua Regional Pará. 7-11 Novembro de 2016.

SILVA, L. L. R. **Análises Volumétricas.** Juiz de Fora: UFJF / Departamento de Química. 2017. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/baccan/files/2017/03/Aula56.pdf>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2020.

2- PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO em águas de piscinas NÃO CONSEGUE fazer uma superoxidação apesar do alto ORP! A ORTO-TOLIDINA (o-tolidina) na presença de agentes oxidantes

I- Introdução

Esse review surgiu por dois motivos, o primeiro é função da pergunta de um piscineiro:

“Uma dúvida sobre peróxido de hidrogênio, segundo afirmam, um poderoso oxidante, elimina até cloro da piscina, porque dá para clarear uma piscina com a supercloração e não dá com o peróxido?”

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! Sobre “peróxido de hidrogênio” a TIQ equivocada superou todas as expectativas!

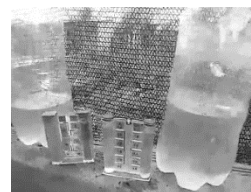
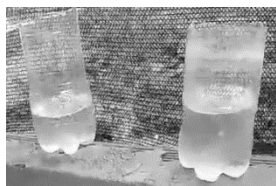
Essas posições têm apenas como intuito **garantir a venda de substâncias químicas e/ou sistemas**. Para tal, fazem as mais absurdas afirmações do ponto vista científico sobre a capacidade de atuação de substâncias químicas e/ou sistemas de tratamento, sem possuir **qualquer publicação independente**,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

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

A grande dúvida é porque se consegue fazer uma supercloração na água da piscina obtendo resultados evidentes e não se consegue fazer uma superoxidação com o peróxido de hidrogênio, apesar do seu E° (Potencial padrão de Oxirredução - PPOX) ser maior que o do ácido hipocloroso (HClO).

O motivo para criação desse material é a quantidade de vídeos disponibilizados nas redes sociais, **sem nenhuma metodologia química**, sem nenhuma estequiometria, sem repetição, apresentados de forma empírica, onde verdadeiros “**FAKE-QUÍMICOS**” se apresentam sem EPI’s na manipulação de substâncias químicas, com estequiometria química, medidas de volume e de massa completamente equivocados, utilizando como referência solventes constituído de diversas substâncias químicas que podem interferir na avaliação do procedimento.

Existem vídeos de situações de análise química com procedimentos **equivocados**, onde as amostras têm volumes diferentes, frascos inadequados ao procedimento, não se sabe qual era a condição físico-química das águas das ditas piscinas, se uma delas estava mais ou menos contaminada, não se sabe qual a dosagem utilizada do agente oxidante, o indivíduo que vai coletar a amostra para análise, literalmente **enfia os dedos dentro da água cuja amostra será avaliada** e ainda apresenta **conclusões completamente insustentáveis** sobre “residual de produto” e “estabilidade”.



É nítido que o responsável pelo teste, **desconhece completamente procedimentos químicos de análise, SEQUER FOI ORIENTADO** de como proceder e sem dúvida nenhuma **está sendo utilizado** para transferir informações **completamente erradas e até contraditórias** aos seus parceiros, sem nenhuma dúvida está sendo usado como um “*bode expiatório*”, para satisfazer interesses comerciais.

O **segundo motivo** é função de uma afirmação em redes sociais: “*que a ortotolidina (o-tolidina) não era indicador da presença de agentes oxidantes*”.

É importante ressaltar, que toda metodologia **está à disposição para que outros interessados possam repetir os testes**, como preparar as soluções diluídas, os tempos de contato necessários ao processo de reação química entre a ortotolidina (o-tolidina) e os agentes oxidantes. Está disponível com **um vídeo** com a realização de toda a metodologia no canal do youtube: <https://www.youtube.com/c/ÁGUASÁGUAS>.

II- O Eº Potencial Padrão de Oxirredução (PPOX) de alguns oxidantes

O Quadro 1 apresenta o PPOX de alguns oxidantes vinculados ao tratamento de água.

QUADRO 1- PPOX de alguns agentes oxidantes.

Agente Oxidante	Equações	Eº (Potencial Padrão de redução)
Radical Hidroxila (OH•)	-	+2,80 mV
Ozônio (O ₃)	$O_3 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow O_2 + H_2O$	+2,07 mV
Peróxido de hidrogênio (H ₂ O ₂)	$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	+1,77 mV
Ácido Hipocloroso (HClO)	$HClO + H^+ + e^- \rightarrow Cl^- + H_2O$	+1,48 mV
Íon hipoclorito (ClO ⁻)	$ClO^- + H_2O + e^- \rightarrow 2Cl^- + 2OH^-$	+0,88 mV
Permanganato de Potássio (KMnO ₄)	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	+1,51 mV
MonoPersulfato de sódio	$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2SO_4^{\bullet-}$ Reação 1	+2,10 mV
MonoPersulfato de potássio	$S_2O_8^{2-} + e^- \rightarrow SO_4^{2-} + SO_4^{\bullet-}$ Reação 2	+2,01 mV
Oxigênio (O ₂)	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	+0,40 mV (acima do pH 7)
Cobre	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^0$	+0,34 mV

OBS.: Agente oxidante: é a espécie que é reduzida durante o processo.

Agente redutor: é a espécie que é oxidada durante o processo.

Fonte: Adaptado LENZI, FAVERO, LUCHESE, 2014; Adaptado MACEDO, 2003; C2O, 2016; HANDBOOK OF CHLORINATION, 2010; Adaptado DANIEL, BRANDÃO, GUIMARÃES, et al., 2001; Adaptado REIFF, WITT, 1995; WITT, REIF, 1996; DOMÈNECH, JARDIM, LITTER, 2004; Adaptado SALAMI, 2008; Adaptado TREVIZANI, 2019; Adaptado NETO, 2017; HARRIS, 2001.

III- Porque o Peróxido de Hidrogênio (1,77 mV) NÃO FUNCIONA numa superoxidação da água de piscina apesar de possuir um PPOX maior que o do HClO (ácido hipocloroso) (1,48 mV)?

A dúvida sobre o peróxido de hidrogênio, é porque, o produto, **um poderoso oxidante**, elimina até o cloro residual livre na forma de ClO^- (íon hipoclorito) (PPOX = +0,88 mV) na água da piscina, e não consegue “clarear” uma piscina com uma superoxidação.

O uso do peróxido de hidrogênio é incompatível com os derivados clorados no processo de desinfecção de águas de piscinas, a H_2O_2 reage com o **íon hipoclorito** (REZENDE, LOPES, RODRIGUES, GUTZ, 2008; MACEDO, 2019).



O PPOX do CRL (HClO) é 1,48 mV, o H_2O_2 tem PPOX de 1,77 mV e como não se consegue fazer uma superoxidação com o H_2O_2 ?

É muito simples de explicar, o H_2O_2 ao ser adicionado na água, em primeiro momento, **se na presença de catalizadores**, libera Radicais Hidroxil (OH^\bullet) com **PPOX de 2,80 mV** oxida os contaminantes presentes, por exemplo, as algas e alguns metais! Mas, esse radical hidroxil (OH^\bullet) apresenta a meia vida muito curta.

O **RADICAL HIDROXIL (OH^\bullet)**, principal agente oxidante vinculado ao peróxido de hidrogênio, é altamente reativo com taxas de reação muito altas, na faixa de **10^{10} a 10^{13} Ms⁻¹ (Molar/s)**. Apenas como informação, para ter a ideia dessa velocidade de reação, uma ordem de grandeza de 10^6 , dizemos que a velocidade é 1.000.000 (1 milhão) de vezes por segundo; uma ordem de grandeza de 10^9 , dizemos que a velocidade é 1.000.000.000 (1 bilhão) de vezes por segundo.

A meia vida dos radicais HIDROXIL (OH^\bullet) é de apenas **ALGUNS MICROSSEGUNDOS NA ÁGUA**, portanto, as concentrações dos mesmos serão sempre menores que **10^{-12} mol/L** ($1,7 \times 10^{-11}$ g = 0,000000000017 g/L = 0,000000017 mg/L = 0,000000017 ppm) (DI BERNADO, DANTAS, 2005; DIAS, 2001; DANIEL, BRANDÃO, GUIMARÃES, et al., 2001; MAHMOUD, 2006).

Quais são os catalizadores considerados para o peróxido de hidrogênio: metais (principalmente Fe^{2+}), luz UV e ozônio.

Se sobrar peróxido de hidrogênio na água da piscina em contato com a luz se decompõe em “ $\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ”. O **oxigênio dissolvido (O_2) tem PPOX de 0,40 mV**, que é menor que o PPOX do HClO (1,78 mV), é 270% menor! Logo, o O_2 dissolvido **não tem a capacidade de oxidação comparada com o HClO**.

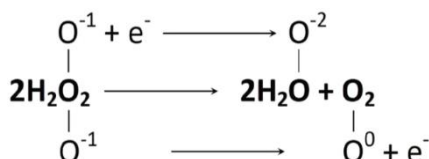
Outro fator, é que, o MÁXIMO de O_2 dissolvido em uma água de piscina (sem matéria orgânica e ao nível do mar) é no máximo de 7-8 mg O_2 /L (7-8 ppm) (21°C), não se consegue aumentar esse valor! Nas condições do dia a dia, temperatura maior que 21°C, for a do nível do mar, esse valor não passa de 4 mg O_2 /L (4 ppm).

Diferentemente o CRL você aumenta o valor colocando mais “cloro”! Em resumo, se comprova que o H_2O_2 , **na ausência de catalizadores**, em **função da sua instabilidade frente a luz (efeito fotoquímico)**, apesar da indicação de concentração de uso ser maior que, 50 a 70 vezes que a concentração de CRL, **o H_2O_2 não mantém residual na água da piscina**, ele se decompõe em O_2 , com baixo PPOX (0,40 mV) e com concentração máxima, em torno em temperaturas superior a 21°C, é de 4 ppm na água da piscina, se no nível do

mar!

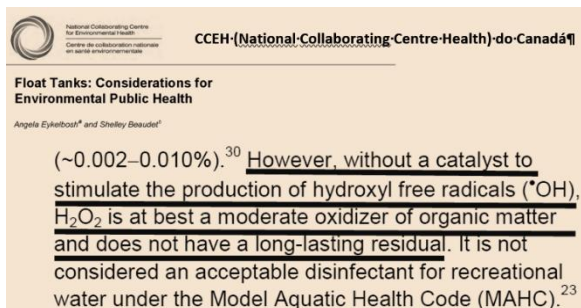
No entanto, H_2O_2 decompõe-se facilmente quando é exposto a impurezas ou catalisadores como superfícies metálicas ou fermento. Outros fatores que afetam a taxa de reação são temperatura, pressão, concentração da solução, tipo, atividade e área do ativo superfície catalítica do catalisador, exposição à luz solar direta e presença de inibidores [NICOLL, SMITH (1955) apud PEĐZIWIATR, MIKOŁAJCZYK, ZAWADZKI, MIKOŁAJCZYK, et al., 2018].

O peróxido de hidrogênio tende fortemente a se decompor em água e oxigênio, desenvolvendo uma grande quantidade de calor (196,2 KJ de acordo com equação a seguir (HAGER, 2022): $2 H_2O_2 \rightarrow 2 H_2O + O_2 + 196,2 KJ$.



Fonte: PEĐZIWIATR, MIKOŁAJCZYK, ZAWADZKI, MIKOŁAJCZYK, et al., 2018.

A pesquisa de PERES (2006) e publicação de PERES, TEIXEIRA, YOKOYAMA, CAMPOS, MIGUEL (2008) indicam que é uma reação espontânea a autodecomposição do peróxido de hidrogênio.



Entretanto, SEM UM CATALISADOR para estimular a produção de radicais livres hidroxil (*OH), o H_2O_2 é, na melhor das hipóteses, UM OXIDANTE MODERADO DA MATÉRIA ORGÂNICA E NÃO TEM UM RESÍDUO DURADOURO. Não é considerado um desinfetante aceitável para águas recreativas de acordo com o Modelo de Código de Saúde Aquática (MAHC).

Em resumo, sem os radicais hidroxil (OH^*), que reagem rapidamente e cuja concentração na água da piscina é muito baixa, na ausência de um catalisador (por exemplo, luz UV), o H_2O_2 é, na melhor das hipóteses, um oxidante moderado da matéria orgânica e não tem um resíduo duradouro.

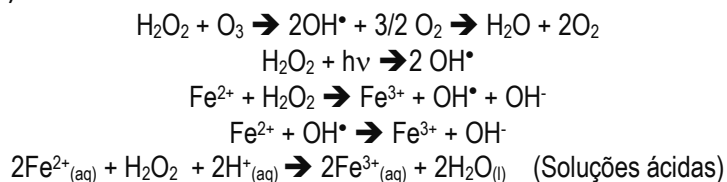
Essa afirmação é de autoria dos pesquisadores canadenses EYKELBOSH, BEAUDET (2016) do CCEH - National Collaborating Centre vinculado ao “*Environmental Health Public Health Agency of Canada* (PHAC)”, que corresponde ao setor de saúde do Canadá.

Segundo AOUDJ, KHELIFA, ZEMMOURI, HAMADAS, et al. (2018) apud RAMOS,

ALBUQUERQUE, AMANDA, SILVA, et al. (2020) o peróxido de hidrogênio sozinho não possibilita a oxidação de compostos poluentes, sendo necessário combiná-lo com outros agentes químicos e físicos para geração de radicais hidroxil (OH•). Esses agentes incluem o íon ferroso, o ozônio e a radiação UV (AOUDJ, KHELIFA, ZEMMOURI, HAMADAS, et al., 2018).

O peróxido de hidrogênio é considerado um reagente precursor, este composto é um agente oxidante forte, com potencial padrão de 1,80 e 0,87V, respectivamente, para pH 0 e 14.

No entanto, o peróxido de hidrogênio sozinho **NÃO POSSIBILITA A OXIDAÇÃO DE COMPOSTOS POLUENTES**, sendo necessário combiná-lo com outros agentes químicos e físicos para geração de radicais hidroxil (OH•). Esses agentes, os catalizadores, incluem o íon ferroso, o ozônio e a radiação UV (AOUDJ, KHELIFA, ZEMMOURI, HAMADAS, et al., 2018; RAMOS, ALBUQUERQUE, CARTAXO, SILVA, et al., 2020). Em soluções ácidas, Fe²⁺ é oxidado para Fe³⁺ (Peróxido de Hidrogênio como um agente oxidante) (LIU, SANG, YIN, LIN, et al, 2018).



Fonte: MA, LIN, 2013; PEŃDZIWIATR, MIKOŁAJCZYK, ZAWADZKI, MIKOŁAJCZYK, et al., 2018; USP TECHNOLOGIES, 2015; LIU, SANG, YIN, LIN, et al, 2018.

A revisão realizada por SILVA, SABOGAL-PAZ (2022) apresenta informações sistematicamente organizadas extraídas de artigos sobre desinfecção de H₂O₂ de 2011 a 2021. Os dados filtrados foram analisados por conteúdo e visualização de rede, levantando uma discussão sobre se H₂O₂ poderia ser uma intervenção potencial de HWT (Household Water Treatment – Tratamento Doméstico de Água) e quais limitações e perspectivas existem para sua pesquisa e implementação. Em suma, encontraram uma falta de consistência nas condições operacionais, pois a maioria dos estudos recuperados aborda o uso individual de H₂O₂ como controle para tratamentos combinados. Além disso, faltam a demanda e a cinética de oxidantes considerando a qualidade da água local, também informações sobre neutralização residual, toxicidade e aumento de escala. Em resumo a pesquisa de SILVA, SABOGAL-PAZ (2022) mostra que não existem informações disponíveis suficientes para a utilização do peróxido de hidrogênio.

A pesquisa de YANG, CHENG, LI, YU, et al. (2017) apud SILVA, SABOGAL-PAZ (2022), compararam os efeitos da desinfecção pela monocloramina e do peróxido de hidrogênio na comunidade biológica de águas residuais tratadas e descobriram que a concentração inibitória mínima exigida para a monocloramina era de 0,7 mg/L (0,7 ppm) e que esse valor **era dez vezes menor do que a concentração exigida pelo H₂O₂, que é de 7 mg/L (7 ppm)** utilizando *Pseudomonas aeruginosa* como modelo de contaminação. Considerando que as cloraminas são de 100 a 200 vezes menos eficiente no processo de desinfecção que HClO (ácido hipocloroso), podemos inferir que o H₂O₂ é pelos menos 1.000 vezes menos eficiente que o HClO no processo de desinfecção.

A pesquisa de SILVA, SABOGAL-PAZ (2022) chega a conclusão **que é difícil encontrar consistência na dosagem e no tempo de exposição devido à escassa literatura**

específica e porque vários estudos sobre o peróxido de hidrogênio como desinfetante para tratamento de água ou águas residuais, na verdade, o fazem como controle para tratamentos catalíticos. Além disso, faltam experimentos cinéticos específicos da matriz para o H₂O₂ líquido aplicado unicamente no saneamento. Ressalta ainda, que faltam informações detalhadas sobre a neutralização residual, o que impede a aplicação imediata dessa solução de desinfecção, especialmente ao nível do agregado familiar, onde existe uma lacuna de conhecimento prático da utilização.

As imagens a seguir são de águas de piscinas, com contaminadas por Fe²⁺, responsável pela cor verde. Está adicionando peróxido de hidrogênio e a água vai retornando a cor natural.



A mudança de cor ocorre, porque o Fe²⁺ é oxidado a Fe³⁺. Como o Fe²⁺ é um catalizador do peróxido hidrogênio, que libera radical hidroxil (OH[•]) com alto poder oxidação (ORP = 2,80 mV), esse radical hidroxil transforma o Fe²⁺ em Fe³⁺ muito rapidamente.

Veja as reações químicas a seguir.



Fonte: LIU, SANG, YIN, et al., 2018; USP TECHNOLOGIES, 2015



Fonte: MA, LIN, 2013

A GRANDE DISCUSSÃO É: O QUE FICA NA ÁGUA DA PISCINA APÓS A UTILIZAÇÃO DO H₂O₂??

Para utilizar o peróxido de hidrogênio, indica-se que se faça um teste prévio no “jata” para não jogar quantidade acima do necessário na água!! O motivo é que o produto tem um “estabilizante”, as FISPQ’s dos produtos não indicam qual é o estabilizante utilizado, não se sabe qual a substância química utilizada no peróxido de oxigênio no Brasil.

Apenas para ilustrar as afirmações, veja alguns cálculos.

O ORP padrão do HClO (ácido hipocloroso) [HClO(aq) + H⁺(aq) + 2e⁻ → Cl⁻(aq) + H₂O(l)], o PPOX é de E° = 1,48 mV [Adaptado COPELAND, LITTLE (2014); Adaptado TCHOBANOGLOUS, BURTON, STENSEL (2003) apud MACEDO, 2019].

Fazendo uma regra de três simples, podemos calcular quanto o ORP do HClO é maior que o ORP do oxigênio dissolvido ($O_2 - 0,40$ mV):

$$\begin{array}{l} \text{(PPOX } O_2) \text{ } 0,401 \text{ mV} \text{ ----- } 100\% \\ \text{(PPOX CRL } 1,48 \text{ mV} - 0,401 \text{ mV) } 1,079 \text{ mV} \text{ ----- } X \quad X = 269\% \end{array}$$

Logo o ORP padrão do **HClO é 269% maior que o ORP padrão do O_2 dissolvido.**

Para o O_2 dissolvido ter influência no ORP da água da piscina a sua concentração mínima deveria ser 269% maior, para compensar a diferença de valor do ORP, ou seja, sua concentração deveria alcançar no mínimo **23,98 mg O_2 /L, O QUE É IMPOSSÍVEL DE OCORRER!!**

O máximo que se consegue de O_2 DISSOLVIDO a 21°C (ao nível de mar) em ÁGUA DESTILADA é 8,915 mg O_2 /L. Se aumentar a temperatura, aumento de sólidos totais dissolvidos (TDS) e com agitação da água a solubilidade diminui drasticamente (APHA/AWWA/WEF, 2005, 2012; Adaptado LIN, 2001, 2007; Adaptado TCHOBANOGLAUS, BURTON, STENSEL, 2003; Adaptado GAGLIONE, BASTOS, 1988; SISTE, GIRÃO, DUNCAN, 2011). Segundo a American Society of Civil Engineering Comittee On Sanitary Engineering Research (1960) em 21,5°C a solubilidade máxima é 8,75 mg O_2 /L (LIN, 2001,2007; MORRIS, STUMM, ASCE, GALAL, 1961).

A concentração de 23,98 mg O_2 /L de água, É IMPOSSÍVEL DE OCORRER!! LOGO, A AFIRMAÇÃO do O_2 dissolvido ser responsável pelo ORP em águas de piscinas É MAIS UMA AFIRMAÇÃO DA FAKE-QUÍMICA!

A natureza é sábia se PPOX do O_2 dissolvido fosse alto ou sua concentração aumentasse eliminava a “ictiofauna”, matava todos os peixes!

As afirmações da FAKE-QUÍMICA de que o H_2O_2 mantém residual em **ÁGUAS DE PISCINAS** e o O_2 é o responsável pelo residual de peróxido, se fossem verdades, toda ictiofauna (peixes) estaria eliminada, pois após uma cachoeira o O_2 aumenta e não elimina os peixes.

As águas de piscinas não precisariam mais de tratamento, bastava injetar/borbulhar ar na água, colocar tobogãs, escorregadores, uma cascata, um chafariz no centro do tanque da piscina, etc... que aumentam o O_2 dissolvido e até aumentaria o ORP alcançando os 700 mV!! Em resumo, com essa explicação joga-se no lixo mais uma afirmação da FAKE-QUÍMICA!

Se fosse verdade a afirmação, que o O_2 dissolvido soluciona tudo, não haveria mais necessidade de qualquer ETE – Estação de Tratamento de Efluentes nas cidades, o tratamento físico-químico dos efluentes sanitários seria muito simples, construíria uma cachoeira artificial na cidade, os efluentes seriam transferidos para o alto da cachoeira artificial e de lá seriam lançados, uma queda que incorporaria O_2 e quando chegasse na parte de baixo os organismos estariam todos inativados.

O mesmo aconteceria com os efluentes das cidades do interior que estão, a montante, por exemplo, de MG, no caso da cidade que está numa diferença de 500 m do nível do mar, ou seja, o rio que corta a cidade desce 500 m para alcançar o mar, logo deveria chegar nos pontos abaixo sem nenhuma contaminação, o que não ocorre com o rio na cidade a jusante, apresenta uma contaminação microbiológica muito alta, originária da cidade a montante.

Se o OD (oxigênio dissolvido), não alcançam concentrações acima de 4-5 ppm em águas de piscinas! O que os testes de peróxido de hidrogênio para águas de piscinas indicam? Os testes indicam inicialmente intervalo do padrão comparativo de cor **para o intervalo de 0 a 50 ppm de ALGO!** Esse **ALGO** ninguém consegue saber o que é, pois **as informações sobre a metodologia analítica não são claras** e as empresa(s) que vende(m) o tal kit de análises não explica(m) nada sobre a referida metodologia química.

Todo composto químico absorve, transmite ou reflete **luz** (radiação eletromagnética) em uma certa amplitude de comprimento de onda. **A energia é inversamente proporcional ao comprimento de onda.** A luz vermelha (490 a 500 nm) tem comprimento de onda maior do que a luz azul (435 a 480 nm), ou seja, a luz vermelha é menos energética que a luz azul.

Outro fator fundamental para essa **fraca ação oxidante e instabilidade** da forma molecular (H₂O₂) e o **comprimento máximo de absorção de luz pelo H₂O₂**. 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.

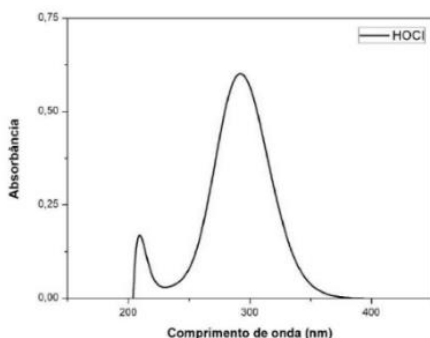
Substância química	Comprimentos de onda (λ) de máxima absorção (nm)
Ácido hipocloroso (HClO)	235
Íon hipoclorito (ClO ⁻)	290
Íon Dicloroisocianurato (Cl ₂ Cy ⁻)	215
Íon Monochlorisocyanurato (HClCy ⁻)	220

$$\text{HOCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^- \quad // \quad \text{H}_2\text{Cy} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{Cy}^- \quad // \quad \text{H}_2\text{Cy}^- + \text{HOCl} \rightleftharpoons \text{HClCy}^- + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{HClCy}^- + \text{HOCl} \rightleftharpoons \text{Cl}_2\text{Cy}^- + \text{H}_2\text{O}$$

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 **H₂O₂** em sua forma molecular, pois a absorção de luz do H₂O₂ na faixa de **220 nm**, é mais energética, o que torna a molécula mais instável. Na Figura 1, pode-se analisar e verificar o espectro de absorbância do ácido hipocloroso (HClO), no comprimento de onda de 292 nm, e seu coeficiente de absorção molar é de 350 M⁻¹.L.cm⁻¹ (PESKIN, MIDWINTER, HARWOOD, WINTERBOURN, 2005; FERNANDES, 2017).



Fonte: FERNANDES, 2017.

FIGURA 1- Espectro da absorvância do ácido hipocloroso (HClO), por espectrofotômetro UV-Vis, comprimento de onda de 292 nm.

A pesquisa relativa à **Tese de Doutorado** de LI (2017), defendida junto a “University of California”, chega a conclusão que:

In UV/HOCl, the degradation rates ranged from 2.3×10^{-4} to $2.6 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \cdot \text{mW}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, i.e., 56–73% lower than those in UV/H₂O₂...

*Em UV/HClO, as taxas de degradação variaram de $2,3 \times 10^{-4}$ a $2,6 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \cdot \text{mW}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, ou seja, **56-73% mais baixas do que aquelas em UV/H₂O₂...** (grifo nosso)*

A pesquisa de LI (2017) mostra de modo claro, que nas mesmas condições de experimento **o HClO (ácido hipocloroso) é muito mais estável que o H₂O₂ (peróxido de hidrogênio)** e isso justifica duas afirmações: **i)** Não se consegue fazer uma superoxidação com H₂O₂ (peróxido de hidrogênio) em função da sua baixa estabilidade na água da piscina; **ii)** não existe manutenção de residual na água da piscina, em função de absorver luz no comprimento de onda mais energético e se decompor mais rápido em H₂O + O₂.

EM RESUMO:

- 1- O H₂O₂, **NÃO** consegue fazer uma superoxidação apesar do seu alto poder de oxidação (1,80 mV).
- 2- Não consegue fazer o ORP alcançar valores maiores que 650 mV.
- 3- O comprimento de onda absorvido pelo H₂O₂ é **mais energético**, o que, o torna ainda mais instável, se comparado ao CRL (HClO + ClO⁻).
- 4- O “dito” ou “tal kit” de medida de H₂O₂ está medindo OUTRA COISA na **água da piscina** e não H₂O₂ (peróxido de hidrogênio)!

Infelizmente tem marqueteiros que acreditam em “papai noel” e “coelhinho da páscoa” e criam a FAKE-QUÍMICA e acham que todos os piscineiros também tem que acreditar, se aproveitando do nível de conhecimento em QUÍMICA desses profissionais!

5- OU SEJA, com potencial de oxidação de 1,80 mV, **não consegue fazer superoxidação, não aumenta o ORP, como explicar que vai ter residual de H₂O₂ na água da piscina!** Somente na mágica da FAKE-QUÍMICA!

6- Como o peróxido de hidrogênio se decompõe em H₂O e O₂, muito rapidamente, o **oxigênio dissolvido (O₂) tem PPOX de 0,40 mV**, não consegue alterar a cor da **ortotolidina que possui PPOX de 0,873 mV**. O PPOX do **oxigênio dissolvido (O₂) é 54% menor** que o PPOX da ortotolidina.

O Quadro a seguir apresenta uma comparação da eficiência entre agentes de desinfecção.

Comparação do tempo de morte para organismos teste na temperatura ambiente até um total de 90 minutos, para HClO/CIO⁻ produzidos na hidrólise do NaClO e H₂O₂.

Patógeno	Tempo de morte (min)			
	ATCC	HClO	CIO ⁻	H ₂ O ₂
<i>Escherichia coli</i>	25922	0	<5	>90
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27853	<1	<20	<15
<i>Staphylococcus aureus</i>	29213	0	<10	>90

ATCC – indicatess American Type Culture Collection

Fonte: WANG, BASSIRI, NAJAFI, et al. (2007) apud WHO, 2021.

Em algumas piscinas públicas é citado que estão usando peróxido de hidrogênio (HANSEN, 2013), ressalta-se que, nas Piscinas Lund e Bjärnum na Suécia, segundo VILA (2006) apud HANSEN (2013), é mantido os requisitos biológicos com aproximadamente 80 mg H₂O₂/L com controle constante. Já em uma piscina holandesa estava operando experimentalmente com 50-60 mg H₂O₂/L, teve que fechar após um curto período de tempo devido a problemas com os filtros e qualidade da água biologicamente insatisfatória (CALDER, 2005). A publicação de BORGMANN-STRAHSEN (2003) apud HANSEN (2013) relatou que o peróxido de hidrogênio a uma concentração de 150 mg H₂O₂/ L tem menos de 1 ciclo-log remoção em 30 segundos de cinco microrganismos diferentes (incluindo *Pseudomonas aeruginosa*) e mesmo após 30 min a remoção foi ainda menor que 1 ciclo-log.

A ineficiência do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) se comprova por publicações do CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services / U.S. Department of Housing and Urban Development.

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

2023 MAHC ANNEX

5.0 Aquatic Facility Operation and Maintenance

162

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

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

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

2023 MAHC ANNEX

5.0 Aquatic Facility Operation and Maintenance

162

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

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

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

IV- A ortotolidina como indicador quantitativo e qualitativo da capacidade de oxidação de agentes oxidantes

A ortotolidina (3,3'-Dimethylbenzidine, 4,4'-Bianisidine) é um reagente químico, incolor que na presença de agentes oxidantes muda de cor, passando por estruturas químicas intermediárias que tem cor azul (meriquinonas o-tolidina), **que são muito instáveis e se decompõe em fração de segundos**, a estrutura mais estável é a que possui cor amarela (holoquinona o-tolodina).

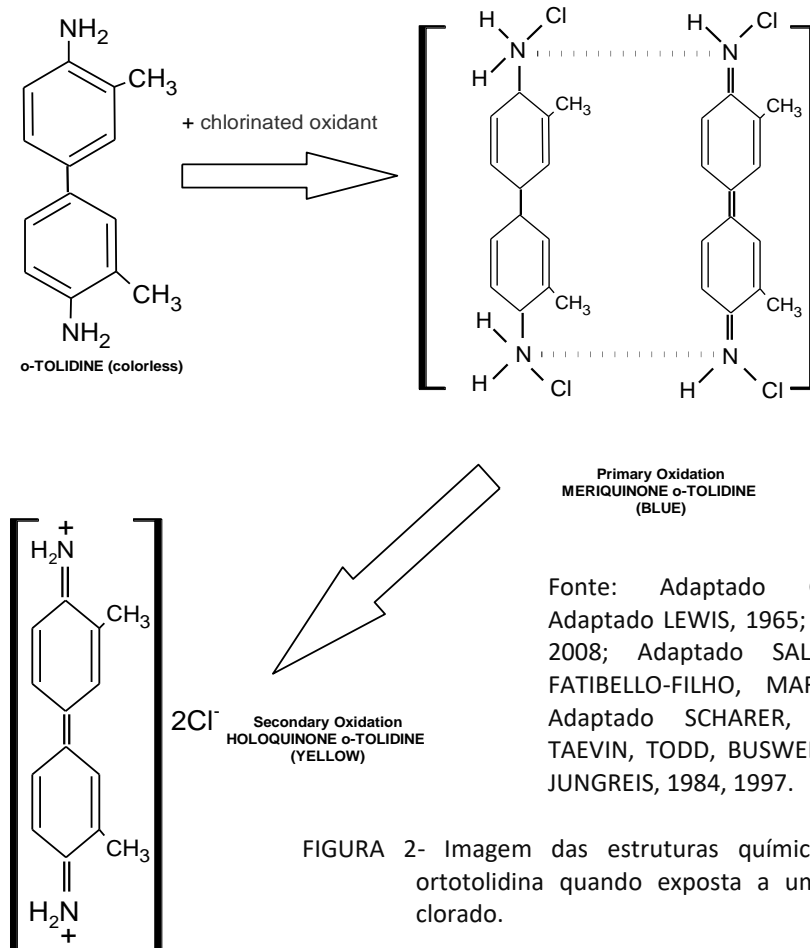
É um conhecimento pacificado pela comunidade científica que a o-tolidina é utilizada como **indicador da capacidade de oxidação de agentes oxidantes** há **mais de 100 anos**, em **análise quantitativa e qualitativa**, veja algumas referências como exemplos: ELLMS, HAUSER (1913), LEWIS (1965), ADAMS, BUSWELL, ENSLOW (1933), SUN, JIANG, ZHONG, JIAO (2007); MARCH, GUAL, SIMONET (2002). O potencial de redução da o-tolidina é de +0,873 mV (TAEVIN, TODD, BUSWELL, 1934).

Toda metodologia do teste está dentro das premissas/exigências técnicas da Química Analítica, sustentadas pela procura da maior exatidão possível para determinações dentro da Química do tratamento de água de piscinas.

O volume referência será de 250 mL de água destilada para todos os agentes oxidantes.

A escolha de **água destilada** é função de que não existe nenhuma contaminação/contaminante que possa interferir na ação do agente oxidante, a sua capacidade de oxidação será toda direcionada para a o-ortotolidina.

Todas as soluções dos agentes oxidantes com a o-ortotolidina serão homogeneizados de forma semelhante e no mesmo tempo para contato entre a o-tolidina e o agente oxidante.



Fonte: Adaptado GRAHAM, 1971; Adaptado LEWIS, 1965; Adaptado SALAMI, 2008; Adaptado SALAMI, BONIFÁCIO, FATIBELLO-FILHO, MARCOLINO-Jr, 2009; Adaptado SCHARER, 1940; Adaptado TAEVIN, TODD, BUSWELL 1934; Adaptado JUNGREIS, 1984, 1997.

FIGURA 2- Imagem das estruturas químicas resultantes da ortotolidina quando exposta a um agente oxidante clorado.

V- A mudança de cor da ortotolidina em soluções de agentes oxidantes que possuem PPOX (E°) maior que o valor de 0,873 mV

V.1- Soluções de referência utilizadas no experimento

V.1.1- Permanganato de potássio (KMnO₄) (PPOX = 1,51 mV)

A concentração de 3,5 mg de KMnO₄/L (3,5 ppm) corresponde ao valor indicado no processo de pré-oxidação em ETA's, segundo pesquisa de PASCHOALATO, DI BERNADO, FERREIRA, et al. (2003), PASCHOALATO, WIECHETECK, LATANZE, TRIMAILOVAS, DI BERNADO (2005), SANTOS, MARMO, JÚNIOR (2005).

Para avaliar a capacidade de oxidação do KMnO₄, através de experimento será preparada uma solução diluída de KMnO₄, com 0,35g (350 mg) em 100 mL de água destilada/ deionizada/desmineralizada.

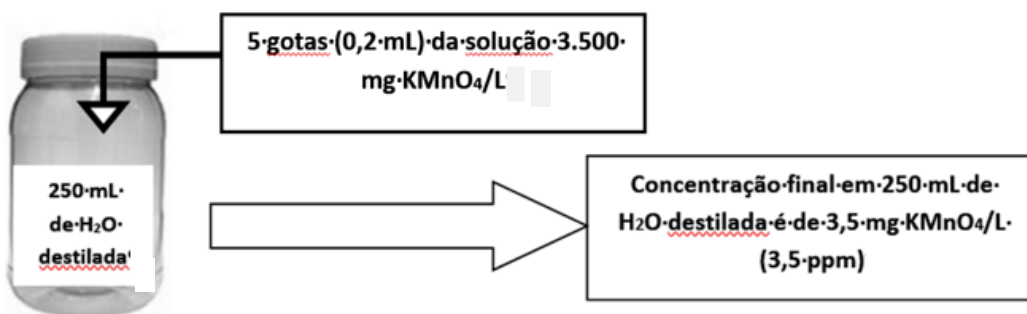
Essa solução de 350 mg/100 mL é equivalente a uma solução de 3.500 mg/1.000 mL, ou 3.500 mg/L (3.500 ppm).

$$\begin{array}{rcl} 3500 \text{ mg KMnO}_4 & \text{-----} & 1.000 \text{ mL} \\ X & \text{-----} & 1 \text{ mL} \end{array} \quad X = 3,5 \text{ mg de KMnO}_4$$

Logo, se acrescentar 1 mL (20 gotas) da solução 3.500 mg/L (3.500 ppm) em 1 L de água destilada a concentração final será de 3,5 mg de KMnO₄/L (3,5 ppm).

O experimento para ser padronizado será realizado tendo como referência 250 mL de água destilada.

Transferir 5 gotas (0,2 mL) da solução de 3.500 mg KMnO₄/L para o frasco do JATA com 250 mL de água destilada/deionizada/desmineralizada corresponde a adição de 0,7 mg de KMnO₄. Logo, a concentração em 250 mL será de 3,5 mg KMnO₄/L ou 3,5 ppm.



V.1.2- Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂) (50%) (PPOX = 1,77 mV)

50% → 500.000 mg/L → 500.000 ppm

Levando em consideração a indicação de uso de peróxido de hidrogênio em águas de piscinas, de acordo com o Quadro a seguir.

DOSAGENS

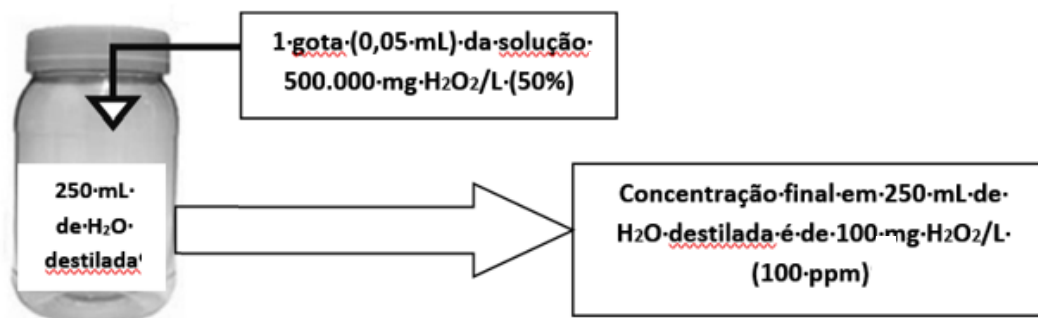
Água transparente (6h de filtração)			
Volume de água da piscina	Quantidade de peróxido (volume) (L)	Concentração do Peróxido no volume da solução concentrada	Concentração final de H ₂ O ₂ na água da piscina (mg/L)
10.000 L	0,5 L	250.000 mg/L	25 mg/L (ppm)
20.000 L	1 L	500.000 mg/L	25 mg/L (ppm)
50.000 L	2,5 L	1.250.000 mg/L	25 mg/L (ppm)
Água verde (6h tempo de filtração)			
Volume de água da piscina	Quantidade de peróxido (volume) (L)	Concentração do Peróxido no volume da solução concentrada	Concentração final de H ₂ O ₂ na água da piscina (mg/L)
5.000 L	0,5 L	250.000 mg/L	50 mg/L
10.000 L	1 L	500.000 mg/L	50 mg/L
25.000 L	2,5 L	1.250.000 mg/L	50 mg/L

Será testado o poder de oxidação do Peróxido de Hidrogênio, contra a o-ortotolidina, com uma **solução de 100 mg/L (100 ppm) de H₂O₂, o dobro da concentração normalmente indicada em águas de piscinas.**

500.000 ppm H₂O₂ ----- 1.000 mL
 100 ppm H₂O₂ ----- X X = (100 x 1000) / 500.000 = 0,2 mL da solução de Peróxido de Hidrogênio 50%

Logo, se adicionar 0,2 mL (ou 4 gotas) de Peróxido de Hidrogênio 50% em 1.000 mL de água destilada, terei uma solução com 100 ppm de H₂O₂.

Para preparar **250 mL de solução 100 ppm**, basta colocar **1 gota da solução concentrada 50% em 250 mL de água destilada/deionizada/desmineralizada.**



V.1.3- Monopersulfato de sódio e/ou Monopersulfato de potássio (peroximonossulfato de potássio) (PPOX = +2,01 a +2,10 mV)

Apesar de ser tratado como “Monopersulfato de sódio” e “Monopersulfato de potássio”, esse(s) agente(s) oxidante(s), geralmente, é uma mistura, constituída por exemplo, de sulfato de potássio, bissulfato de potássio, hidrogeno peroximonossulfato de potássio, peroxidissulfato de potássio, carbonato de magnésio e carbonato de sódio. As soluções dos dois agentes oxidantes serão preparadas com a mesma estequiometria química.

É agente oxidante eficiente, mas em função da mistura leva um tempo maior para realizar o processo de oxidação.

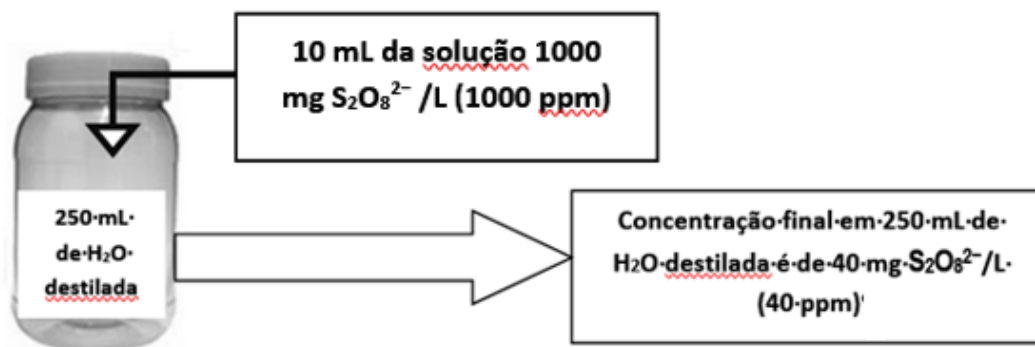
Pesar 1,0 g de Persulfato e transferir para 1.000 mL de água destilada.

A solução de referência é de 1000 mg $S_2O_8^{2-}$ mg/L ou 1000 ppm.

$$\begin{array}{rcl} 1000 \text{ mg} & \text{-----} & 1.000 \text{ mL} \\ 40 \text{ mg} & \text{-----} & X \end{array} \quad \mathbf{X = 40 \text{ mL}}$$

Logo, se colocar 40 mL da solução 1000 mg $S_2O_8^{2-}$ /L (1000 ppm) em 1 L de água tenho uma concentração final de 40 $S_2O_8^{2-}$ mg/L (40 ppm).

Como o experimento será realizado com o volume padronizado de 250 mL de água destilada, logo, para preparar a solução de 40 ppm em 250 mL, terá que ser medido **10 mL da solução 1.000 ppm persulfato ($S_2O_8^{2-}$)**.



V.1.4- Ácido hipocloroso (HClO) (PPOX = +1,48 mV)

No preparo da solução referência para o experimento, **podemos utilizar qualquer derivado clorado** (hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, dicloroisocianurato de sódio, ácido tricloroisocianúrico). Nesse caso, em função da disponibilidade do produto será utilizado o hipoclorito de cálcio (65%).

$$65\% \rightarrow 650.000 \text{ mg}/1.000\text{g} \rightarrow 650.000 \text{ mg}/\text{Kg}$$

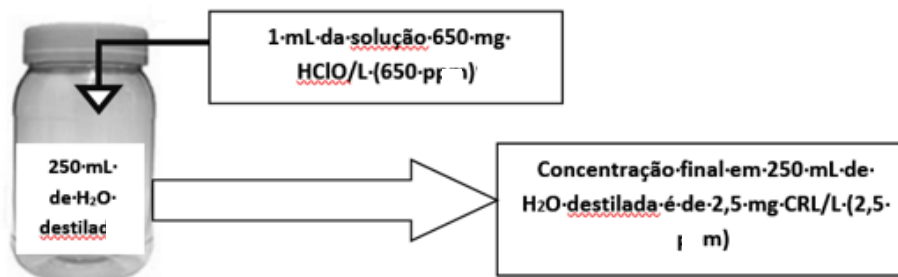
$$\begin{array}{l} 650.000 \text{ mg CRL} \text{ ----- } 1.000 \text{ g de Ca(ClO)}_2 \\ X \text{ ----- } 1 \text{ g de Ca(ClO)}_2 \end{array} \quad X = 650 \text{ mg CRL} / 1 \text{ g de Ca(ClO)}_2$$

Se transferir 1 g de Ca(ClO)_2 65% para 1.000 mL de água destilada, a solução terá uma concentração de 650 mg CRL/L (650 ppm).

$$\begin{array}{l} 650 \text{ mg CRL} \text{ ----- } 1.000 \text{ mL} \\ 2,5 \text{ mg CRL} \text{ ----- } X \end{array} \quad X = 3,8 \text{ mL} = 4 \text{ mL}$$

Logo, se adicionarmos 4 mL da solução 650 ppm CRL em 1.000 mL de água destilada, a solução terá concentração de 2,5 mg CRL (2,5 ppm).

Como a referência do teste são 250 mL de água destilada, precisamos transferir 1 mL da solução de 650 ppm de CRL.



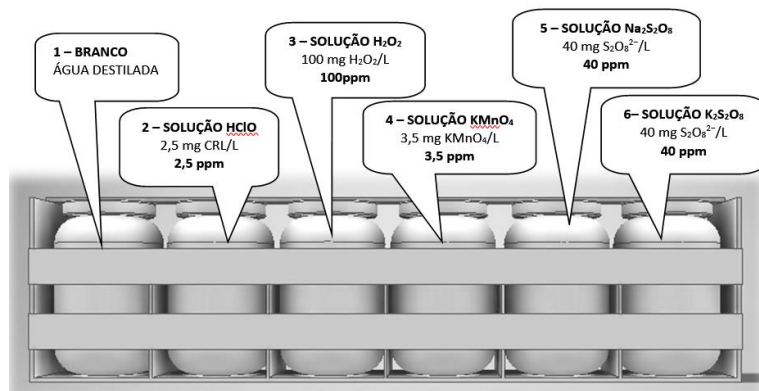
V.2- O experimento

Essa forma de realizar o experimento, a escolha dos materiais utilizados e a metodologia, foi uma opção, para que outras pessoas, se quiserem possam repetir todo o experimento e/ou somente uma das etapas. É possível fazer esse experimento de uma forma mais **exata e precisa** com vidrarias de laboratório de Química.

V.2.1- PARTE 1

A metodologia será executada dentro do **JATA**, para que, **a homogeneização (mistura do agente oxidante + o-tolidina) seja a mesma para todos os agentes oxidantes e que tenham o mesmo tempo de contato (homogeneização) para a reação.**

A homogeneização será realizada de forma concomitante com todos agentes oxidantes e o-tolidina, de 20 a 40s.



O experimento será dividido em duas etapas:

- i) **A primeira:** avalia a reação do agente oxidante com a o-tolidina **de forma imediata**, para solução de HClO (ácido hipocloroso), o KMnO₄ (permanganato de potássio), a solução leva **em torno 20-30 s** para alcançar a reação completa pois **tem que mudar da cor violeta para uma cor salmão/amarelada**, reação química que requer mais tempo, do que para mudar da solução transparente (translúcida) para a cor **amarela**. Após esse tempo compara com a reação do peróxido de hidrogênio e da água destilada.
- ii) **A segunda:** avalia a reação do agente oxidante que ocorre de forma mais lenta, o **persulfato de sódio e de potássio**, também comparando os resultados com a reação do peróxido de hidrogênio **nos mesmos tempos**.

A reação com a ortotolidina é mais lenta, não é instantânea, para o “Monopersulfato de sódio” e “Monopersulfato de potássio”, esses agentes oxidantes, em função de serem uma **mistura**.

Indica-se para **águas de piscinas**, para que ocorra a sua ação oxidante **pelo menos 60 minutos de contato** com a matéria orgânica (carbonácea e nitrogenada), ou seja, quando aplicado, **na água de uma piscina**, deve-se aguardar **pelo menos 1 hora após a aplicação para liberação de utilização da piscina**.

Existem empresas que no seu rótulo desse agente oxidante **não indicam nenhum tempo para liberação da piscina após aplicação do agente oxidante (liberação imediata de uso)**, outra **indica 15 minutos** e existe empresa que indica de **30 minutos após a aplicação do produto**.

No experimento realizado se compara **o poder de oxidação dos persulfatos utilizando A ÁGUA DESTILADA para preparar a solução oxidante**, vamos avaliar a formação da cor amarela da o-tolidina **em 10 minutos, 15 minutos e 30 minutos**, sempre comparando a cor amarela, de forma concomitante, com reação que ocorre no frasco da **solução 100 ppm de peróxido de hidrogênio**, ou seja, **no mesmo tempo**.

Ressaltando novamente, esses tempos menores foram indicados, em função de que, **na ÁGUA DESTILADA não existe nenhum contaminante que possa reagir com o agente oxidante**.

Na **ÁGUA DE UMA PISCINA**, o nível de contaminantes a ser oxidado é muito alto, logo, se justifica a indicação de **no mínimo 60 minutos (1 hora)** para que o agente oxidante tenha tempo de contato com a matéria orgânica, o que se torna ainda mais difícil, se a água da piscina for agitada pela presença de banhistas.

V.2.2- PARTE 2 do Experimento

Utilizando um kit de análises de peróxido de hidrogênio que existe disponível no mercado para a venda, serão expostas a metodologia indicada no kit as soluções de **água destilada, solução de HClO, solução de peróxido de hidrogênio, de persulfato de sódio e persulfato de potássio.**

A solução de KMnO_4 **não foi testada** pelo referido Kit em função da solução ter cor e poderia influenciar no resultado.

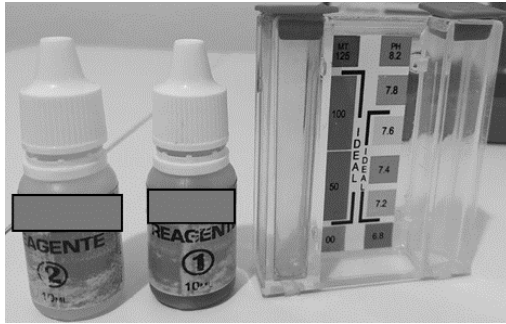
O kit utilizado nesse experimento para determinação do nível de peróxido é o mesmo que é usado por pessoa em vídeo que está disponível nas redes sociais. Essa opção foi para padronizarmos a forma de avaliar quantitativamente o peróxido de hidrogênio.

OBS.: ESTÁ DISPONÍVE NO SITE www.aguaseaguas.com, no link “DOWNLOADS”, no link “ÁGUAS DE PISCINAS”, um review com as imagens a seguir apresentadas com cor. Neste livro estão no formato “tons de cinza”.

Leia no review:

O PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NÃO CONSEGUE SUPEROXIDAÇÃO E NEM OXIDAR ORTOTOLIDINA





Mergulhe o estojo de boca para baixo até cerca de 30 cm abaixo da superfície e vire a boca para cima para escolher amostra daquela profundidade dentro do tubo do estojo.
Despreze a água que exeder o nível marcado no tubo do estojo.
Após estes procedimentos colocar dois pingos do reagente 1 tampar e mexer três vezes devagar colocar dois pingos do reagente 2 tampar mexer três vezes devagar e observar a cor adquirida.

1º Ilustração: [] 00 ppm
2º Ilustração: [] 50 ppm.
3º Ilustração: [] 100 ppm.
4º Ilustração: [] 125 ppm.

No tubo do lado direito, correspondente ao pH, adicione 4 gotas do REAGENTE para análise de pH.

OBS.: Como no livro apresentamos apenas em tom de cinza as imagens, indico assistam o **vídeo** com a realização de toda a metodologia no canal do youtube: <https://www.youtube.com/c/ÁGUASÁGUAS>.

LEIA NO REVIEW:

O PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NÃO CONSEGUE SUPEROXIDAÇÃO E NEM OXIDAR ORTOTOLIDINA

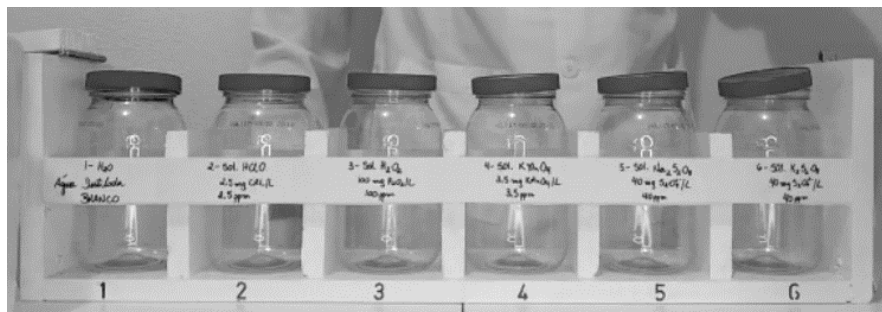
www.aguaseguas.com, clicar em “downloads”, clicar em “águas de piscinas”.

V.3- RESULTADOS

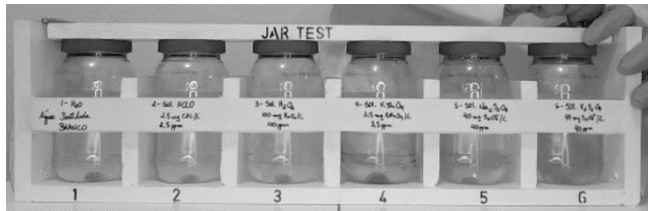
V.3.1- RESULTADOS DA PARTE 1

Está disponível **um vídeo** que apresenta toda a metodologia no canal do youtube: <https://www.youtube.com/c/ÁGUASÁGUAS>. Essas imagens são partes do vídeo.

Não existe nenhuma dúvida que todos os agentes oxidantes avaliados conseguem oxidar a o-tolidina, **COM EXCEÇÃO** do peróxido de hidrogênio.



Os 6 (seis) frascos do JATA lavados e preparados para receber as soluções a serem avaliadas.

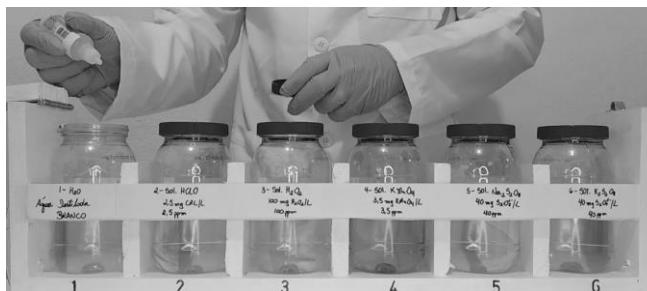


Frascos do JATA com a água destilada (branco) e com as soluções dos agentes oxidantes antes de serem homogeneizados, para depois receberem as 10 gotas de ortotolidina.



Homogeneização das soluções de todos os agentes oxidantes com a água destilada, antes receberem as 10 gotas de ortotolidina.

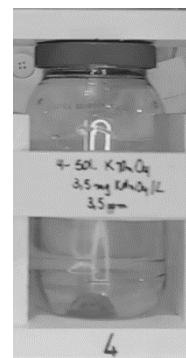
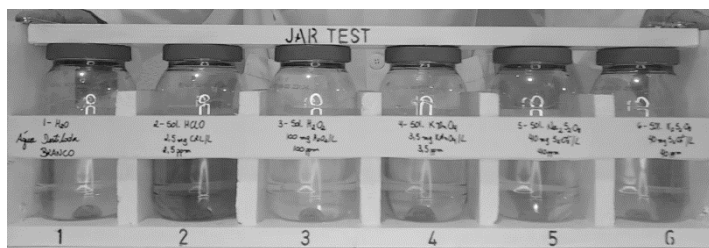
<https://www.youtube.com/c/ÁGUASÁGUAS>



Adição das 10 gotas de o-tolidina em todos os frascos.

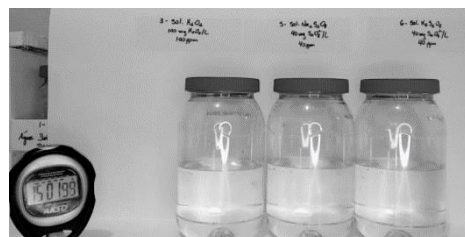


Homogeneização das soluções de todos os agentes oxidantes com a o-tolidina.

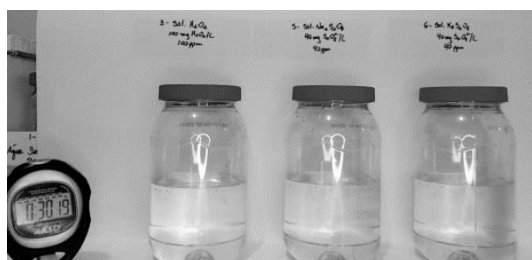


Resultados da reação do agente oxidante com a o-tolidina após a homogeneização.

Resultados do processo de oxidação da o-tolidina pelo persulfato de sódio e potássio, mostra que a reação de oxidação começa apresentar resultado em 10 minutos e completa todo o processo com 30 minutos, comparando a cor com a solução de peróxido de hidrogênio, que se manteve inalterada.



<https://www.youtube.com/c/ÁGUASÁGUAS>



V.3.2- RESULTADOS DA PARTE 2

Todas as soluções dessa parte do experimento foram preparadas no momento que o teste foi realizado e NÃO receberam qualquer outro reagente, nem ortotolidina.

As imagens mostram que: NÃO É POSSÍVEL AFIRMAR QUE O REFERIDO KIT ESTEJA ANALISANDO SOMENTE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO. Nota-se que a cor obtida nas 4 análises de soluções deveria não indicar a presença de peróxido de hidrogênio, mas, apresentam cor acima da correspondente a zero mg de H₂O₂/L.

Em resumo, como a escala é de 0 a 50 ppm, podemos afirmar que é possível existir nas

soluções avaliadas 20 ou 30 ou 35 ou 40 mg H₂O₂/L, apesar de que nelas não existe qualquer resíduo de peróxido de hidrogênio!!



A solução de 100 mg H₂O₂/L foi preparada em água destilada **no momento da realização do teste**, não foi adicionado qualquer outro reagente, sequer ortotolidina.

O resultado mostra que o nível de cor ultrapassou em muito a escala do kit referente ao valor **100 mg H₂O₂/L**.

Todas as soluções concentradas de peróxido de hidrogênio possuem **um ou mais estabilizantes**.

Nas condições do experimento, **não tenho dúvidas que existia no momento da análise:** i) alguma concentração de peróxido de hidrogênio ainda na forma molecular (H₂O₂), **em função** das condições do ambiente e da forma de realização da metodologia; ii) oxigênio dissolvido (O₂) até níveis máximo de 7 mg O₂/L; iii) o(s) estabilizante(s) que o peróxido de hidrogênio concentrado possui na sua constituição.

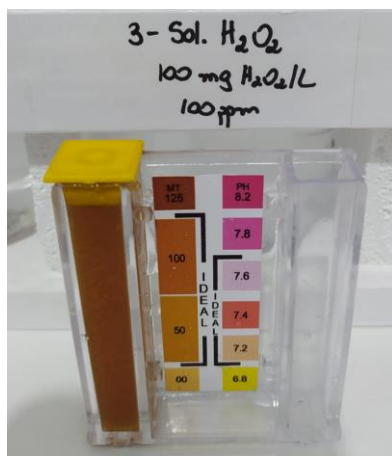
Não se sabe qual(is) estabilizante(s) é(são) utilizado(s) no peróxido de hidrogênio vendido no Brasil. Segundo as referências ZUN, DWORNICKA, WOJCIECHOWSKA, SWIADER, et al. (2014), USPTECHNOLOGIES, (2021), CRONK (2013), MUNN, ALLANOU, ASCHBERGER, BERTHAULT, et al. (2003), CHAIR, BERGFELD, BELSITO, HILL, et al. (2018), esses são **os possíveis compostos químicos estabilizantes utilizados** nas soluções concentradas de peróxido de hidrogênio:

→ *estanoato coloidal, pirofosfato de sódio, organofosfonatos, nitrato, ácido fosfórico, silicate de sódio, ácido tartárico, fosfato de sódio, acetanilida, ácido benzóico, estanoato de sódio, 8-hidroxiquinolina, sulfato de amônio, ácido piridino carboxílico, citrato de sódio, malonato de sódio, fitado de sódio, oxincolina, pirofosfato tetrassódico.*

Como o próprio nome informa “estabilizantes”, **eles se mantêm na solução de água destilada e peróxido de hidrogênio**, podem contribuir e interferir na reação com os componentes do kit, dando o denominado “**falso positivo**” para a presença de peróxido de hidrogênio.

Não existem dúvidas que o kit de análises, está indicando um resultado com interferência muito clara nos valores observados, outra inferência que pode ser citada é **o erro experimental do kit** com uma escala que varia de 50 em 50 ppm **com a mesma cor**, o erro na avaliação **pode alcançar de 40 a 50%**, o que é muito alto. Quando o kit indica **acima de 100 ppm**, a escala muda **para divisão de 25 ppm!!** Em resumo esse kit é para

quem acredita em tudo, como já disse, em “papai noel” e “coelhinho da páscoa”!



E surgem perguntas:

Como a escala é de 50 a 100 ppm, existe 50 ou 60 ou 70 ou 90 ou 100 ppm?
Quando está acima de 100 ppm, é 125 ou 150 ou 175 ou 200 ppm?

V.4- CONCLUSÕES

1- O experimento realizado por **Profissional da Química** e dentro dos princípios que regem a Química Analítica, comprova que o peróxido de hidrogênio na forma molecular (H_2O_2) não é estável e não mantém residual, nos testes realizados. O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) foi o ÚNICO agente oxidante que não conseguiu oxidar/alterar a cor da o-tolidina, mesmo utilizando uma concentração de 100 mg H_2O_2/L (100 ppm). Esse experimento mostra que a afirmação de que “a o-tolidina não é UM INDICADOR, NÃO SERVE para avaliar a capacidade de oxidação de agentes oxidantes”, é um **FAKE-NEWS do conhecimento**, uma das pérolas da **FAKE-QUÍMICA**. É a teoria do que “*eu acho*”, “*eu penso*”!

Esse resultado confirma as afirmações de referências, em ordem cronológica, como:

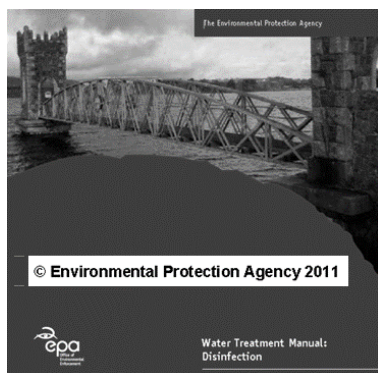
→ O experimento confirma a informação da pesquisa, **dissertação de mestrado defendida junto a PUCRJ**, de PERES (2006) que é uma reação espontânea a autodecomposição do peróxido de hidrogênio. Conforme equação: $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$.

→ Segundo LUNA, NASCIMENTO, CHIAVONE-FILHO (2006), na prática, o componente fotoquímico do peróxido, a taxa de decomposição não pode ser evitada. No entanto, o componente térmico pode ser minimizado por meio de um controle mais rígido da temperatura.

→ A pesquisa de ALVES (2006), **dissertação de mestrado defendida junto a UFP**, indica que, o valor do pH possui uma grande influência na estabilidade do peróxido de hidrogênio, portanto as soluções comerciais são ajustadas para um pH abaixo de 5,0.

Acima desse pH a decomposição aumenta rapidamente [DEGUSSA (2000) apud ALVES, 2006]. Como o pH da água da piscina se encontra na faixa de 7,2 a 7,8 a degradação do peróxido de hidrogênio pelo componente fotoquímico é muito rápida.

→ Basta avaliar o seu uso na aquicultura (criação de peixes), quando aplicado na água, o H_2O_2 **se decompõe rapidamente em produtos atóxicos** aos animais cultivados, como pode ser visto na reação a seguir: $2H_2O + O_2$ [ARVIN, PEDERSEN (2014) apud TORRES; RAULINO, LIMA, 2020; MATTOS, SHIRAIISHI, BRAZ, FERNANDES, 2003; BURRIDGE, WEIS, CABELLO, PIZARRO., 2010]. O peróxido de hidrogênio, portanto, ao liberar O_2 dissolvido para água, pode ser eficazmente empregado como fonte emergencial de O_2 . É comum o uso eventual de H_2O_2 em **tanques de transporte** de alevinos e pós-larvas de peixe e camarão, tilápia *Oreochromis niloticus* [TAYLOR, ROSS (1988) apud TORRES; RAULINO, LIMA, 2020; LIMA, BRITO, COSTA, 2012].



EPA. *Water Treatment Manual: Disinfection*. Wexford, Ireland: EPA – Environmental Protection Agency. 200p. 2011

https://www.epa.ie/publications/compliance--enforcement/drinking-water/advice--guidance/Disinfection2_web.pdf

PÁG.24

it is difficult to use it for disinfection purposes because it is highly reactive and does not maintain a measurable residual level for CT calculations. The difficulty in verifying peroxone systems in use makes it inappropriate for use as a drinking water disinfectant.

→ Ressalta o texto da publicação que é difícil de usar **PARA FINS DE DESINFECÇÃO PORQUE É ALTAMENTE REATIVO E NÃO MANTÉM UM NÍVEL RESIDUAL MENSURÁVEL** para cálculos de Ct. A dificuldade em verificar os sistemas de peróxido de hidrogênio **em uso torna-o impróprio para uso como desinfetante de água potável!** (EPA, 2011).

→ **O H_2O_2 é, na melhor das hipóteses, um oxidante moderado da matéria orgânica e não tem um residual duradouro** (EYKELBOSH, BEAUDET, 2016).

→ A publicação de RODRIGUES, MARKS (2020) apresenta a seguinte conclusão: **“O único inconveniente deste POA (UV + Peróxido de Hidrogênio) É NÃO PROVER RESIDUAL DE DESINFETANTE”**. Em resumo, a luz UV não produz residual e o **peróxido de hidrogênio** também não mantém residual!!

2- Explica porque **não se consegue determinar um Ct para o peróxido hidrogênio (H_2O_2)**, por ser muito instável e não manter residual e não dá tempo de expor ao organismo teste.

3- Mostra que, a(s) metodologia(s) utilizadas(s) em kit(s) para **monitoramento de peróxido de hidrogênio em águas de piscinas, está(ão) medindo outro(s) “princípio(s) ativo(s)”** e **NÃO** somente algum resíduo de peróxido de hidrogênio!

Se existisse na água da piscina o peróxido de hidrogênio, com PPOX (E°) de **+1,77 mV**, sem nenhuma dúvida iria oxidar a o-tolidina, que possui PPOX (E°) de **0,873 mV**, como ocorreu com todos os outros agentes oxidantes. O PPOX da o-tolidina é 51% menor que PPOX do peróxido de hidrogênio.

Essa característica de instabilidade decorre de ficar continuamente sujeito à reação espontânea de autodecomposição, vinculada a sua instabilidade **fotoquímica** (PERES, 2006): $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$.

Ainda de acordo PERES (2006) e PERES, TEIXEIRA, YOKOYAMA, CAMPOS, MIGUEL (2008), com base na equação anterior, pode-se concluir que o peróxido de hidrogênio quando dosado na concentração de **6,0 ppm gera aproximadamente 2,8 ppm de oxigênio dissolvido** e quando dosado na concentração de **2,0 ppm, gera cerca de 1,0 ppm de oxigênio dissolvido**.

Logo é possível concluir que 50 ppm de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) vai gerar **em torno de 25 ppm de oxigênio dissolvido (O_2)**. Como já citado o **máximo que se consegue de O_2 DISSOLVIDO a 21°C (ao nível de mar) em ÁGUA DESTILADA é 8,915 mg O_2/L** , em uma **ÁGUA DE PISCINA**, o máximo se consegue é 7 ppm de O_2 dissolvido, a 21°C, ao nível do mar, qualquer concentração acima desse valor de O_2 dissolvido vai imediatamente para a atmosfera.

VAMOS SUPOR que a metodologia do kit que mede peróxido de hidrogênio na água da piscina, **relaciona o teor do oxigênio dissolvido (O_2) com o teor de peróxido de hidrogênio (H_2O_2)**. Com base nas referências bibliográficas de PERES (2006) e PERES, TEIXEIRA, YOKOYAMA, CAMPOS, MIGUEL (2008), pode-se considerar que O_2 dissolvido gerado é 50% do teor de peróxido de hidrogênio adicionado.

Se a **SUPOSIÇÃO ESTIVER CORRETA**, o máximo que o kit vai conseguir **medir e conseguir relacionar teor de oxigênio dissolvido X concentração de peróxido de hidrogênio** é de 10 a 15 ppm (mg $\text{H}_2\text{O}_2/\text{L}$), que vai gerar de 5-7,5 ppm de O_2 dissolvido. Quaisquer concentrações de O_2 dissolvido acima dos valores vai ser liberada para a atmosfera e não conseguirá ser avaliado. **MAS, como A ESCALA DO KIT VARIA de 50 em 50 ppm de Peróxido de Hidrogênio? E acima de 100 ppm a escala varia de 25 em 25 ppm!**

Em resumo, os kits de avaliação de peróxido de hidrogênio **não estão medindo na ÁGUA DA PISCINA** somente peróxido de hidrogênio, por **não ser informado pelas empresas qual a metodologia química de análise, permite inferir**, que podem estar medindo a concentração de uma mistura de substâncias, com o agravante de utilizar uma escala de cor relativa que varia de 50 em 50 ppm, o que leva a um erro muito alto, ficando situado na faixa de 40 a 50%.

4- Outra forma de confirmar que o peróxido de hidrogênio não deixa residual, é pelo fato que, **não é indicado a utilização por banhistas da piscina** quando na utilização do agente oxidante **com ORP acima de 1,55 mV!** Por esse motivo o **agente oxidante** não mantém residual na água da piscina! Se a água da piscina estivesse com residual de peróxido de hidrogênio com ORP de 1,77 mV, os frequentadores ficariam com os pelos loiros, em resumo, a piscina seria para as mulheres que gostam manter os pelos loiros uma nova forma de tratamento.

5- Explica porque existem diversos áudios e relatos pessoais de piscineiros, ressaltando que, o peróxido de hidrogênio depois de algum tempo de uso, faz a água da piscina apresentar cheiro fétido de peixe.

Em pesquisa na internet já aparecem indicações de que esse cheiro de peixe é um **subproduto do peróxido de hidrogênio** (VAUGHANPOOLS, 2022).

<https://vaughanpools.com> > pdf-files > Pool Water... PDF

Chloramines Odors - Vaughan Pools

Fishy Odor. A "fishy" odor can occur if the pool has had multiple applications of SoftSwim C.

The smell is from by-products of the peroxide.

SoftSwim Systems

Fishy Odor

...The smell is from by-products of the peroxide...

Fonte: VAUGHANPOOLS, 2022.

<https://vaughanpools.com/wp-content/uploads/2022/08/Pool-Water-Troubleshooting.pdf>

How To Get Rid Of A Fishy Smell In My Swimming Pool?

The top reason your swimming pool may smell fishy or fowl is lack of proper sanitation.

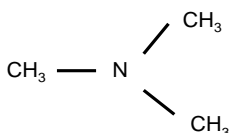
O principal motivo pelo qual sua piscina pode ter cheiro de peixe ou ave é **A FALTA DE SANEAMENTO ADEQUADO**. (grifo nosso)

Nitrogen levels are too high. The causes of excess nitrogen components in your pool is very similar to that of having excessive ammonia levels. Perspiring, waste and other contaminants in the water can raise nitrogen in your pool.

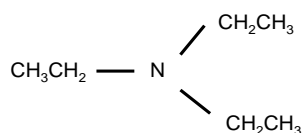
OS NÍVEIS DE NITROGÊNIO ESTÃO MUITO ALTOS. As causas do excesso de componentes de nitrogênio em sua piscina são muito semelhantes às de níveis excessivos de amônia. Transpiração, resíduos e outros contaminantes na água podem aumentar o nitrogênio em sua piscina. (Grifo nosso)

<https://easyclearpool.com/how-get-rid-fishy-swimming-pool-smell/>

O cheiro rançoso de peixe é causado por amins de baixa massa molar. Uma dessas amins responsáveis pelo odor desagradável de peixe é a **trimetilamina**, cheiro de peixe podre. Ressalta-se ainda, que entre os compostos orgânicos que contém o grupo amina (R-NH₂), o mais conhecido é a **triethylamina** (CH₃CH₂)₃N, detectável em concentrações de 0,2 ppb, é também responsável pelo fétido "cheiro de peixe" (GONTIJO, MADY, 2021).



Trimetilamina



Trietilamina

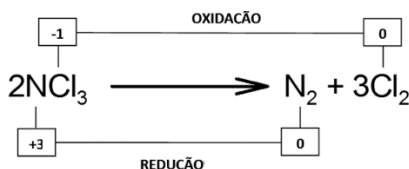
A causa mais comum desse tipo de odor é a **matéria orgânica nitrogenada em decomposição** depositada ao longo do tempo na água e no sistema de filtração.

A origem da matéria nitrogenada que vai gerar a formação dessas aminas de baixo peso molecular em “**águas de piscinas**”, é função do tipo de contaminação trazida ao meio aquoso pelos banhistas, como os **BFAs (Body Fluid Analogs; Organic loading/bather load)** que são liberados durante as atividades na piscina, por exemplo, urina, suor, escarro, resíduos de menstruação, fluido corporal ou fluido biológico, excreções nasais, microrganismos e material fecal (resíduos de fezes) e também, como os **PPCP's (Produtos farmacêuticos e de cuidado pessoal - PPCP's - Produtos Farmacêuticos e produtos de Higiene Pessoal - (Pharmaceuticals and Personal Care Products)**, como loções, cosméticos, protetores solares, perfumes, sabonete, detergentes para roupas, shampoos, gel de cabelo, fármacos.

Como se comprovou o H_2O_2 na forma **molecular não mantém residual NA ÁGUA DA PISCINA e não possui capacidade de oxidação total da matéria orgânica nitrogenada** que se acumula em tubulações e nos filtros e provoca como afirmam os americanos “**is lack of proper sanitation**”, uma falta de saneamento/desinfecção adequada. Como indicam a utilização **concomitante** do peróxido de hidrogênio e do quaternário de amônio, **que somente é um algicida**, é importante ressaltar que ele é um “**AGENTE NÃO OXIDANTE**” e também não consegue eliminar ou oxidar a matéria orgânica nitrogenada e evitar o cheiro fétido de peixe.

Nos filtros por falta de um agente oxidante, ocorre um processo de fermentação, que gera as aminas de baixo peso molecular, que são solúveis em água e se distribuem por toda a água da piscina causando o cheiro fétido de peixe.

O peróxido de hidrogênio em função do componente fotoquímico e **a sua taxa de decomposição NÃO PODE SER EVITADA**, ele se decompõe em **O_2 dissolvido**, com **PPOX de 0,40 mV com concentração máxima, em águas de piscinas, no valor de até 4-5 mg O_2/L (4-5 ppm) e não consegue levar a oxidação da matéria orgânica nitrogenada ao estágio final**, liberando N_2 para o meio ambiente. Como exemplo, veja a reação decomposição total da tricloramina (CARMO, 2010).



Fonte: CARMO, 2010.

Como complementação da questão, referente à combinação “peróxido de hidrogênio” e “quaternário de amônio” apresento a seguir o folder do produto vendido na França. O produto, como citado, é originário da França e vai confirmar mais um **fake-news do conhecimento** que é distribuído nas mídias sociais no Brasil envolvendo **tratamento de água de piscina**. A grande surpresa é a constituição química deste produto, seus princípios ativos e a sua indicação de uso, onde o **Quaternário de Amônio** é indicado como um algicida “persistente”.

Expert depuis 1978

hth

Sans chlore
Traitement choc

Domaine d'application : Piscines résidentielles
GREEN TO BLUE® EXTRA SHOCK
Liquide non moussant

BENEFICES PRODUIT

- Rattrape une eau verte ou trouble
- Action rapide 24 h
- Compatible tous types de traitement

CARACTÉRISTIQUES

- Action algicide renforcée grâce à la combinaison de 2 actifs biocides
- Action algicide choc et puissante (peroxyde d'hydrogène)
- Action algicide persistante (ammonium quaternaire)
- Produit « sans chlore actif » donc sans production de dérivés gênants (chloramines, stabilisant)
- Compatible avec tout équipement de filtration
- Non moussant
- Convient pour toutes les eaux, mêmes très dures
- Compatible (en solution) avec les produits chlores, bromés, oxygénés
- Produit de rattrapage idéal des eaux de piscines traitées au chlore et qui versissent en raison de problèmes de sur-stabilisation.

MODE D'EMPLOI

S'assurer que la filtration soit en marche.
Ajuster le pH entre 7,0 et 7,4.
Verser GREEN TO BLUE® EXTRA SHOCK au plus près de la surface, en face des refoulements s'il y en a.
Prévoir 1 litre de produit pour 10 m³ d'eau.
Une fois les algues éliminées et l'eau éclaircie (compter 24 heures), reprendre le traitement habituel.

Ce produit peut être employé, de manière régulière, dans le cadre d'un traitement « sans chlore » des eaux de piscine, associé à nu produit à base de PHMB, à raison de 250 ml pour 10 m³ d'eau chaque semaine.

La rémanence de GREEN TO BLUE® EXTRA SHOCK varie selon les caractéristiques de l'eau traitée. Ainsi, un pH maintenu au plus près de 7,0 permet d'assurer la rémanence de l'oxygène libéré par le produit.

L'emploi de flocculant lors d'un traitement de choc avec GREEN TO BLUE® EXTRA SHOCK est recommandé.

La présence de GREEN TO BLUE® EXTRA SHOCK dans le bassin rend impossible l'analyse de la teneur en chlore ou en brome avec les pastilles DPD 1 ou DPD 4. Lors du rattrapage d'une eau verte normalement traitée au chlore ou au brome, ce phénomène persiste aussi longtemps qu'il reste du GREEN TO BLUE® GREEN TO BLUE® EXTRA SHOCK dans le bassin.

La présence d'ions métalliques accélère la décomposition de ce produit (en particulier le cuivre).

COMPOSITION Contient du peroxyde d'hydrogène en solution 34 % et du chlorure d'ammonium quaternaire polymérisé (20 g/l)

PRECAUTIONS D'EMPLOI

- Conservation au sec, dans un endroit bien ventilé, à une température moyenne journalière n'excédant pas 35°C. • Ne jamais verser de produit à la surface de l'eau en présence de baigneurs. • Au contact de la peau, ce produit provoque un blanchiment qui disparaît en quelques heures. • NE MELANGER À AUCUN AUTRE PRODUIT. NE JAMAIS DILUER AVANT USAGE.

28/10/2019

Sigura
11 La Balfordière
FR - 37400 Arboisise
T : +33 (0)2 47 23 74 09

Ne pas oublier !
Analyse traitement de l'eau
0 826 102 395
C'est gratuit !
100% sans plomb
pH ajusté

En cas d'urgence engagez le soin of emergency only

1100009 - 84 020 200 630
1100010 - 64 020 200 631

Fonte: HTH, 2019.

https://www.hthpiscine.fr/download.php?id=43&id_info=79

CARACTERÍSTICAS

- Maior ação algicida graças à combinação de **2 ingredientes ativos biocidas**
 - **ÇÃO ALGICIDA DE CHOQUE E PODEROSA** (peróxido de hidrogênio)
 - **ÇÃO ALGICIDA PERSISTENTE** (amônio quaternário)
 - Produto "sem cloro ativo", portanto, sem produção de derivados problemáticos (cloraminas, estabilizante)
 - Compatível com todos os equipamentos de filtração
 - Não formador de espuma
 - Adequado para todas as águas, mesmo muito difíceis
 - **Compatível (em solução) com PRODUTOS CLORADOS, bromados e oxigenados**
 - Produto corretivo ideal para águas de piscinas tratadas com cloro e que ficam verdes devido a problemas de estabilização excessiva.
- ⇒ Contém solução de **peróxido de hidrogênio a 34%** e **cloreto de amônio quaternário polimerizado** (20 g/l)

OBS.: O produto vendido na França, comprova de modo claro, o que é vendido no Brasil, como um tratamento alternativo, inovador, sanitizante com **peróxido de hidrogênio e quaternário de amônio** é na verdade um tratamento com **uma dupla de ALGICIDAS**, um **algicida de choque** (Peróxido de Hidrogênio) e um **algicida persistente** (Quaternário de Amônio), sem nenhuma capacidade de **desinfecção química em águas de piscinas**, contra vírus, protozoários, etc..., simples assim, são dois: **ALGICIDAS!**

Indico a todos que visitem www.aquaseaguas.com, clicar em “downloads”, clicar em “águas de piscinas” e façam download do arquivo “**REVIEW PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO**”, as respostas a todas as dúvidas/questões estão disponíveis sobre Peróxido de Hidrogênio.

6- O Experimento permitiu concluir **que as indicações de tempos para oxidação de matéria orgânica pelo persulfato de sódio e de potássio**, indicado pelas empresas, **está muito inferior** ao tempo que os agentes oxidantes exigem para atuarem sobre a matéria orgânica nas águas de piscinas.

O tempo mínimo que deveria ser indicado é de uma **1 h (60 minutos)** para águas de piscinas com pouca utilização, em águas de piscinas com muita contaminação orgânica, **o tempo indicado é de 90 a 120 minutos**.

Indico assistam o **vídeo** com a realização de toda a metodologia no canal do youtube: <https://www.youtube.com/c/ÁGUASÁGUAS>.

Contents lists available at ScienceDirect
Aquacultural Engineering
journal homepage: www.elsevier.com/locate/aqua-online
30-December-2014
Hydrogen peroxide decomposition kinetics in aquaculture water
Erik Arvin^{a,*}, Lars-Flemming Pedersen^b
^a Technical University of Denmark, Department of Environmental Engineering, DTU Environment, Miljøvej, Build. 113, DK-2800 Kgs. Lyngby, Denmark
^b Technical University of Denmark, DTU Aqua, Section for Aquaculture, North Sea Research Centre, PO Box 101, DK-9850 Hirtshals, Denmark

An advantage of using HP over formalin (e.g. Masters, 2004) is that HP workwise is less hazardous. HP decomposes relatively fast to oxygen and water (Block, 1991) and the break down does not include harmful disinfection by-products as is the case for other chemicals applied in aquaculture (Dawson et al., 2003), hence having the potential to be sufficiently eliminated prior to discharge and to comply with discharge regulations for land based aquaculture systems (Schmidt et al., 2006).

O HP se decompõe relativamente rápido em oxigênio e água (Block, 1991)...

Fonte: ARVIN, PEDERSEN, 2014.

BLOCK, S. S. **Peroxygen compounds**. In: Block, S.S (Ed.), Disinfection, Sterilization, and Preservation. 4th ed. Philadelphia, Pa: Lea & Febiger. 1162 pages. 1991.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, H. W.; BUSWELL, A. M.; ENSLOW, L. H. The ortho-tolidine test for chlorine. **Journal American Water Works Association**. v.25. n.8. pp.1118-1139. August, 1933.
- ALVES, V. P. **Remoção de sulfeto em uma estação de tratamento de efluentes de níquel por oxidação úmida**. Recife. 71p. Dissertação [Mestrado em Engenharia Química] – Universidade Federal de Pernambuco. Setembro 2006.
- APHA/AWWA/WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21st Edition. Washington DC. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 2005.
- APHA/AWWA/WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22nd Edition. Washington, DC: APHA - American Public Health Association. sp. 2012.
- ARVIN, E.; PEDERSEN, L.F. Hydrogen peroxide decomposition kinetics in aquaculture water. **Aquacultural Engineering**. v.64. pp.1-7. 2014.
- AOUDJ, S.; KHELIFA, A.; ZEMMOURI, H.; HAMADAS, I.; YATOUI, S.; ZABCHI, N.; DROUCHE, N. Degradation of EDTA in H₂O₂ containing wastewater by photo-electrochemical peroxidation. **Chemosphere**. v.208. pp.984–990. October 2018.
- BORGMANN-STRAHSEN, R. Comparative assessment of different biocides in swimming pool water. **International Biodeterioration & Biodegradation**.v.51. n.4. pp.291-297. 2003.
- BURRIDGE, L.; WEIS, J.; CABELLO, F.; PIZARRO, J. Chemical use in salmon aquaculture: a review of current practices and possible environmental effects. **Aquaculture**, v.306, pp.7-23. 2010.
- C2O. **Condicionamento - Desinfecção Química com Cloro**. Disponível em: <<http://www.c2o.pro.br/hackaguas/ar01s10.html>>. Acesso em 21 de abril de 2016.
- CALDERS, R. Het gebruik van waterstofperoxide in zwembaden (The use of hydrogen peroxide in the swimming pools) In Belgian. **Vlaams Tijdschrift voor Sportbeheer**. n.188. pp.27-33. 2005.
- CARMO, S. K. S. **Identificação de sistema em uma unidade de compressão de cloro**. Campina Grande. 72p. Dissertação – [Mestrado em Engenharia Química] - Universidade Federal de Campina Grande. Novembro 2010.
- CDC. **2016 Annex to the Model Aquatic Health Code - Scientific Rationale**. 2nd Edition. Atlanta: DHHS - U.S. Department of Health and Human Services / CDC - Centers for Disease Control and Prevention. July 2016a.
- CDC. **Annex to the 2018 Model Aquatic Health Code, 3RD Edition**. Atlanta: CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services / U.S. Department of Housing and Urban Development. 256p. 2018.
- CDC. **Annex to the 2023 Model Aquatic Health Code, 4th Edition SCIENTIFIC AND BEST PRACTICES RATIONAL**. Atlanta: CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services / U.S. Department of Housing and Urban Development. 249p. February 2023.
- CHAIR, W. F.; BERGFELD, M. D.; BELSITO, D. V.; M.D.; HILL, R. A.; et al. Safety Assessment of Hydrogen Peroxide as Used in Cosmetics. **Cosmetic Ingredient Review**. 57p. October 16, 2018.

COPELAND, A.; LYTLE, D. A. Oxidation-Reduction Potential Measurements of Important Oxidants in Drinking Water. **Journal American Water Works Association**. v.106. I.1. January 2014.

CRONK, G. **Evaluation of Stabilizers of Hydrogen Peroxide for Inclusion in the General WDR**. December 12, 2013. Disponível em: <https://www.waterboards.ca.gov/losangeles/board_decisions/adopted_orders/WDR_Update/Sodiumcitrate,sodiummalonate,andsodiumphosphate-OxidantActivators.pdf>. Acesso em 12 de julho de 2021.

DANIEL, L. A.; BRANDÃO, C. C. S.; GUIMARÃES, J. R.; LIBÂNIO, M. L.; DE LUCA, S. J. **Processos Alternativos de desinfecção da água**. PROSAB EDITAL 2. Rio de Janeiro: RIMA /ABES. 155p. 2001.

DIAS, V. D. **Radiação ultravioleta e ozônio aplicados como métodos alternativos de desinfecção de efluentes secundários de esgoto sanitário**. São Carlos. 150p. Dissertação [Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento] – Universidade de São Paulo. 2001.

DI BERNADO, L. D.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água – Volume 2**. 2ª edição. São Carlos: Rima Editora. 1565p. 2005.

DOMÈNECH, X.; JARDIM, W. F.; LITTER, M. I. **Procesos avanzados de oxidación para la eliminación de contaminantes**. Jan 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/237764122_Procesos_avanzados_de_oxidacion_para_laeliminacion_de_contaminantes>. Acesso em 03 de junho de 2004.

ELLS, J. W.; HAUSER, S. J. Ortho-Tolidine as a Reagent for the Colorimetric Estimation of Small Quantities of Free Chlorine. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**. v.5, n.11. pp.915–917. November 1913.

EPA. **Water Treatment Manual: Disinfection**. Wexford, Ireland: EPA - Environmental Protection Agency. 200p. 2011.

EYKELBOSH, A.; BEAUDET, S. **Float tanks: Considerations for environmental public health**. Vancouver, BC: National Collaborating Centre for Environmental Health. July 2016. Disponível em: <http://www.nceeh.ca/sites/default/files/Float_Tanks_Considerations_EPH_July_2016.pdf>. Acesso em 07 de julho de 2021.

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 oxidativa avançada baseada em fotocatalise heterogênea usando irradiação artificial e solar**. Uberlândia. 122p. Dissertação [Mestrado em Química] - Universidade Federal de Uberlândia. 2011.

GLAGLIANOME, S.; BASTOS, C. R. A. **Aspectos físicos e químicos da poluição das águas**. In: **Recuperação da Qualidade das Águas**. São Paulo: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 17p. 1988.

GONTIJO, J. C.; MADI, A. P. L. M. Diagnóstico da produção de odor em estações de tratamento de esgotos domésticos e seus problemas relacionados. Disponível em: <<https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/viewFile/303/259>>. Acesso em 04 de setembro de 2021.

GRAHAM, H. D. Ortho-Tolidine and Sodium Hypochlorite for the Determination of Corrogeenon and Other Ester Sulfates. **Journal of Dairy Science**. v.55. n.12. pp.1675-1682. November 24, 1971.

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.

HANDBOOK OF CHLORINATION. **White's handbook of chlorination and alternative disinfectants**. 5th ed. Overland Park/Kansas: Black & Veatch Corporation. 1062p. Jan 2010.

HANSEN, K. M. S. **Strategies for chemically healthy public swimming pools**. Lyngby-Tårnbæk. 45p. Thesis [PhD Environmental Engineering] - Technical University of Denmark. March 2013.

HARRIS, D. C. **Análise Química Quantitativa**. 5ª. Edição. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 862p. 2001.

HTH. **GREEN TO BLUE® EXTRA SHOCK Liquide non moussant**. 28/10/2019. Disponível em: <https://www.hthpiscine.fr/download.php?id=43&id_info=79>. Acesso em 06 de setembro de 2021.

JUNGREIS, E. **Spot Test Analysis - Clinical, Environmental, Forensic and Geochemical Application**. p.167. 1984.

JUNGREIS, E.; **Spot Test Analysis. Clinical, Environmental, Forensic and Geochemical Applications**. 2a ed. New York: Wiley-Interscience. 400p. 1997.

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. **Introdução a Química da Água**. Rio de Janeiro: LTC., 604p., 2014.

LEWIS, G. P. Method using ortho-tolidine for the quantitative determination of haemoglobin in serum and urine. **Journal of Clinical Pathology**. v.18. pp. 235-239.1965.

LIN, S. D. **Water and Wastewater Calculations Manual**. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc. 854p. 2001.

LI, W. **Sulfate Radical-Based Advanced Oxidation Treatment for Groundwater Water Treatment and Potable Water Reuse**. Riverside. 235p. Dissertation [Doctor of Philosophy Environmental Toxicology] - University of California. September 2017.

LIMA, J. P. V.; BRITO, L. O.; COSTA, W. M.; COSTA, W. M.; GÁLVEZ, A. O. Utilização de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) no incremento de oxigênio dissolvido em cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Pesquisa Agropecuária Pernambuco**. v.17. n. único. pp. 73-77, jan./dez. 2012

LIN, S. D. **Water and Wastewater Calculations Manual**. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc. 945p. 2007.

LIU, X.; SANG, Y.; YIN, H.; LIN, A.; et al. Progress in the mechanism and kinetics of fenton reaction. **MOJ Ecology & Environmental Science**. v.3. pp.10–14. 2018.

LUNA, A. J.; NASCIMENTO, C. A. O.; CHIAVONE-FILHO, O. Photodecomposition of hydrogen peroxide in highly saline aqueous médium. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**. v 23. n.03. pp.341 – 349. July - September, 2006.

MACEDO, J. A. B. **Piscina – Água & Tratamento & Química**. Belo Horizonte: CRQ-MG. 180p. 2003.

MACÊDO, J. A. B. **Piscina – Água & Tratamento & Química (A Piscinologia Contemporânea)**. 2ª. Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 775p. 2019.

MAHMOUD, A. **Avaliação de métodos emergentes visando aumentar a eficiência do ozônio na mineralização do azocorante Preto Remazol B.** São Paulo. 94p. Dissertação [Mestrado em Química] – Universidade de São Paulo. 2006.

MA, Y.; LIN, C. Microbial Oxidation of Fe²⁺ and Pyrite Exposed to Flux of Micromolar H₂O₂ in Acidic Media. **Scientific Reports**. v.3. pp.1-10.13 June 2013.

MARCH, J. G.; GUAL, M.; SIMONET, B. M. Determination of residual chlorine in greywater using o-tolidine. **Talanta**. v.58. n.5. pp.995-1001. December 2002.

MATTOS, I. L. SHIRAIISHI, K. A.; BRAZ, A. D.; FERNANDES, J. R. Peróxido de hidrogênio: importância e determinação. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 373-380, 2003.

MORRIS, J. C.; STUMM, W.; ASCE, M.; GALAL, R. A. Discussion of "Solubility of Atmospheric Oxygen in Water: Twenty-Ninth Progress Report of the Committee on Sanitary Engineering Research of the Sanitary Engineering Division". **Journal of the Sanitary Engineering Division**. v. 87. I.1. January 1961.

MUNN, S.; ALLANOU, R.; ASCHBERGER, K.; BERTHAULT, F.; DE BRUIJN, J.; MUSSET, C.; O'CONNOR, S.; PAKALIN, S.; PELLEGRINI, G.; SCHEER, S.; VEGRO, S. European Union Risk Assessment Report. Hydrogen Peroxide. Helsinki/Finland: European Commission – European Communities. 246p. 2003.

NETO, A. S. **Remediação de solos contaminados por derivados de petróleo por oxidação com reagente tipo fenton ou persulfato de sódio.** Curitiba. 153p. Mestrado [Meio Ambiente Urbano e Industrial] - Universidade Federal do Paraná. 2017.

NICOLL W. D.; SMITH A. F. Stability of Dilute Alkaline Solutions of Hydrogen Peroxide. **Industrial and Engineering Chemistry**. v.47. n.12. pp.2548-2554. 1955.

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

PASCHOALATO, C. F. P. R.; WIECHETECK, G. K.; LATANZE, R.; TRIMAILOVAS, M.; DI BERNADO, L. Pré-oxidação com cloro ou permanganato de potássio, coagulação e filtração de água contendo substâncias húmicas e comparação dos subprodutos formados com pós-cloração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23º, 2005, Campina Grande, **Anais...** Campina Grande: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental. 2005.

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.

PERES, F. A. S. **Tratamento de Águas de Resfriamento com Peróxido de Hidrogênio.** Rio de Janeiro. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais e Metalurgia). PUC - Pontifícia Universidade Católica do Rio De Janeiro. 2006.

PERES, F. A. S.; TEIXEIRA, L. A. C.; YOKOYAMA, L.; CAMPOS, J. C.; MIGUEL, M. A. L. Tratamento de águas de refrigeração com peróxido de hidrogênio. **Química Nova**. v.31. n.7. pp.1851-1855. 2008.

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.

RAMOS, R. O.; ALBUQUERQUE, M. V. C.; CARTAXO, A. S. B.; SILVA, M. C. C. P.; et al. Validação de método espectrofotométrico para determinação do teor de H₂O₂ em água de abastecimento público. **Brazilian Journal of Development**. v.6. n.8. p.61828-61836. August 2020.

REIFF, F. M.; WITT, V. M. **Manual de desinfecção - Guias para la seleccion y aplicacion de tecnologias de desinfecção del agua para consumo humano em pueblos pequeños y comunidades rurales en America Latina y el Caribe**. Serie Técnica nº 30. Washington, D.C.: OPA/DSA – Organización Panamericana de La Salud/Division de Salud y Ambiente. 227p. Septiembre 1995.

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. **Química Nova na Escola**. n.30. pp.66-69. Novembro 2008.

RODRIGUES, E. A. M.; MARKS, R. H. Análise da eficiência do tratamento de água utilizando processo oxidativo avançado. IN: 31º Encontro Técnico AESabesp. São Paulo: Associação dos Engenheiros da SABESP/ Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. 24 a 26 de novembro 2020.

SALAMI, F. H. **Determinação espectrofotométrica de hipoclorito em alvejantes e cloro em águas de abastecimento empregando sistema em fluxo por multicomutação e células convencional e longo caminho óptico**. São Carlos. 73p. Dissertação [Mestrado em Química] – Universidade Federal de São Carlos. 2008.

SALAMI, F. H.; BONIFÁCIO, V. G.; FATIBELLO-FILHO, O.; MARCOLINO-Jr, L. H. Determinação espectrofotométrica em fluxo de cloro em água usando célula de longo caminho óptico e multicomutação. **Química Nova**. v.32. n.1. pp.112-115. 2009.

SANTOS, B. V. A. P.; MARMO, C. R.; JÚNIOR, R. B. Formação e remoção de trihalometanos em águas de abastecimento utilizando permanganato de potássio na pré-oxidação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23º, 2005, Capina Grande, **Anais...**Campina Grande: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental. 2005.

SCHARER, H. A Rapid Multiple Color Test for the Approximation of Available Chlorine. **Journal of Milk Technology**. v.3. n.2. pp.84-87. 1940.

SILVA, K. J. S.; SABOGAL-PAZ, L. P. A 10-year critical review on hydrogen peroxide as a disinfectant: could it be an alternative for household water treatment? **Water Supply**. v.22. n.12. pp.8527-8539. 2022.

SILVERMAN, J. **Stabilizers for hydrogen peroxide**. May 14, 2009. Disponível em: <<https://cool.culturalheritage.org/byform/mailling-lists/cdl/2009/0566.html>>. Acesso em 05 de julho de 2022.

SISTE, C. E.; GIRÃO, E. G.; DUNCAN, B. L. **Manual para Formação e Capacitação de Grupos Comunitários em Metodologias Participativas de Monitoramento da Qualidade da Água Módulo III: Avaliação Físico-Química**. Documentos 135. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Embrapa Agroindústria Tropical; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 48p. Abril, 2011.

SUN, W.; JIANG, H.; ZHONG, J.; JIAO, K. Application of o-tolidine as substrate for the electrochemical determination of hemoglobin or hydrogen peroxide. **Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia**. v.21. n.2. pp.179-188. 2007.

TCHOBANOGLIOUS, G.; BURTON, F. L.; STENSEL, H. D. **Wastewater engineering - treatment and reuse**. New York: McGraw Hill. 1819p. 2003.

TREVIZANI, J. L. B. **Ozonização e oxidação com persulfato de sódio do corante azo reactive black 5: cinética, formação de subprodutos e metodologia de superfície de resposta.** Curitiba, 162p. Tese [Doutorado em Engenharia Civil] - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2019.

TAEVIN, D.; TODD, H. R.; BUSWELL, A. M. The Determination of free chlorine. **Journal of the American Water Works Association.** v.26. n.11. pp.1645-1662. November, 1934.

TAYLOR, N. I.; ROSS, L.G. The use of hydrogen peroxide as a source of oxygen for the transportation of live fish. **Aquaculture.** v.70. pp.183-192. 1988.

TORRES, A. B.; RAULINO, A. E. S.; LIMA, F. R. S.; APOLIANO, M. L. S.; CAVALCANTE, D. H.; CARMO-E-SÁ, M. V. Preparo de água superoxigenada com peróxido de hidrogênio para uso emergencial em tanques de aquicultura. **Ciência Animal.** v.30. n.3. pp.13-22. 2020.

USPTECHNOLOGIES. **What are H₂O₂ stabilizers and will they affect my application?** Disponível em: <<https://www.usptechnologies.com/what-are-h2o2-stabilizers-and-will-they-affect-my-application/>>. Acesso em 07 de julho de 2021.

USPTECHNOLOGIES. **Turn-key advanced oxidation program helps refinery process stored high strength caustic wastewater outage.** 2015. Disponível em: <https://www.usptechnologies.com/wp-content/uploads/2021/03/Case-Study_Refinery-TurnkeyOxidation-15-HR.pdf>. Acesso em 04 de julho de 2022.

VAUGHANPOOLS. **Chloramines.** 2022/08. Disponível em: <<https://vaughanpools.com/wp-content/uploads/2022/08/Pool-Water-Troubleshooting.pdf>>. Acesso em: 10 de julho de 2024.

VILA, V. M. I. **Troubleshooting at a bath with hydrogen peroxide as disinfectant.** Lund. Master Thesis [Master Chemical Engineering] - Lund University. 2006.

WAHMAN, D. G. **Chlorinated Cyanurates (Dichlor & Trichlor) Water Chemistry Implications.** USEPA: EPA Small Systems Webinar Series. 31p. January 30, 2018.

WANG, L.; BASSIRI, M.; NAJAFI, R.; NAJAFI, K.; YANG, J.; KHOSROVI, B.; et al. Hypochlorous acid as a potential wound care agent: part I. Stabilized hypochlorous acid: a component of the inorganic armamentarium of innate immunity. **Journal of burns and wounds.** 6:e5-e..2007.

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.

WHO. **Hypochlorous Acid (HOCl) for disinfection, antiseptis, and wound care in Core Categories 15.1, 15.2, and 13.** Geneva: World Health Organization. 57p. 2021.

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

YANG, Y.; CHENG, D.; LI, Y.; YU, L.; GIN, K. Y. H.; CHEN, J. P.; Reinhard, M. Effects of monochloramine and hydrogen peroxide on the bacterial community shifts in biologically treated wastewater. **Chemosphere.** n.189. pp.399–406. 2017.

ZUN, M.; DWORNICKA, D.; WOJCIECHOWSKA, K.; SWIADER, K.; KASPEREK, R.; RZADKOWSKA, M.; POLESZAK, E. Kinetics of the decomposition and the estimation of the stability of 10% aqueous and non-aqueous hydrogen peroxide solutions. **Pharma-Medical Science.** v.27. n.4. pp.213-216. 2014.

3- PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO X RESIDUAL EM ÁGUAS DE PISCINAS??

A RESPOSTA: **NÃO DEIXA RESIDUAL!** É possível comprovar tal resposta de maneira muito simples.

Ao adicionar água sanitária em um aquário (NaClO - adiciona o HClO – ácido hipocloroso) **os peixes morrem**, ao adicionar o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) no mesmo aquário **os peixes não morrem, sobrevivem!!** Apesar do **POR do peróxido de hidrogênio - H₂O₂ (POR = 1,76 mV)** ser **MAIOR** que o **POR do ácido hipocloroso - HClO (POR = 1,48 mV)**.

UTILIZANDO O NaClO (água sanitária) preparei soluções de diluídas com concentrações de 5 mg CRL/L (5 ppm), 14,5 mg CRL/L (14,5 ppm) ou 18 mg CRL/L (18 ppm).

→ HClO → POR = 1.48 mV

UTILIZANDO O H₂O₂ (peróxido de hidrogênio) preparei soluções de diluídas com concentrações de 5 mg H₂O₂/L (5 ppm) (H₂O₂ 50%), 14,5 mg H₂O₂/L (14,5 ppm) (H₂O₂ 50%) ou 18 mg CRL/L (18 ppm) (H₂O₂ 12%).

→ H₂O₂ → POR = 1,76 mV

VOU ADICIONAR 5 mL de UMA DAS soluções no aquário, PARA MANTER 5 ppm CRL o que vai acontecer com os peixes?



VOU ADICIONAR 5 mL de UMA DAS soluções no aquário, PARA MANTER 5 ppm H₂O₂. O que vai acontecer com os peixes?



Basta avaliar o seu uso na aquicultura (criação de peixes), quando aplicado na água, o H₂O₂ **se decompõe rapidamente em produtos atóxicos** aos animais cultivados, como pode ser visto na reação a seguir: **2H₂O + O₂** [ARVIN, PEDERSEN (2014) apud TORRES; RAULINO, LIMA, et al., 2020; MATTOS, SHIRAIISHI, BRAZ, FERNANDES, 2003; BURRIDGE, WEIS, CABELLO, PIZARRO, 2010]. O peróxido de hidrogênio, portanto, ao liberar O₂ dissolvido para água, pode ser eficazmente empregado como fonte emergencial de O₂. É comum o uso eventual de H₂O₂ em **tanques de transporte** de alevinos e pós-larvas de peixe e camarão, tilápia *Oreochromis niloticus* [TAYLOR, ROSS (1988) apud TORRES; RAULINO, LIMA, et al., 2020; LIMA, BRITO, COSTA, et al., 2012].

Logo, aparece(m) o(s) distribuidor(es) de TIQ (transferência de informação Química) distorcida, verdadeiro fake-news do conhecimento, afirmando: “*que os peixes sobrevivem quando se adiciona o peróxido de hidrogênio, por que o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) é menos tóxico que ácido hipocloroso (HClO)*”.


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%) (veja o Quadro 1).

O ácido hipocloroso (HClO) a DL50 varia >2.000 mg/Kg – 5.800 mg/Kg.

Considerando a DL50 do H₂O₂ 50%, utilizado em águas de piscinas, se comparada com a DL50 do HClO, o **peróxido de hidrogênio (50%) é mais tóxico que HClO de 8,4 vezes (5.800:693,7=8,36) a 8,9 vezes (2.001:225=8,89)**, em resumo, **o H₂O₂ (50%), com relação a DL50 é em média 8,7 vezes mais tóxico ao HClO**, e mesmo assim, os peixes não morrem quando se adiciona H₂O₂, para fornecimento de oxigênio.

Na pesquisa de RODRIGUES, MARKS (2020) o **uso do peróxido de hidrogênio 50%**, a metodologia do trabalho, o fornecimento do produto, indicação de **concentração**, foram **orientações** da empresa que vende peróxido de hidrogênio para água de piscinas, o que torna conclusão da pesquisa **MAIS RELEVANTE** no que tange **a não manutenção de residual do peróxido de hidrogênio**. Mostra a responsabilidade da empresa **em transmitir uma informação correta aos usuários de seus produtos** com base em um pesquisa científica, que ela contribuiu para alcançar os resultados.




Encontro Técnico
AESABESP
31º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO

Eric Augusto de Medeiros Rodrigues⁽¹⁾
Mestre em Tecnologia na área de Meio Ambiente e Tecnólogo em Saneamento pela Universidade Estadual de Campinas-Unicamp. Possui experiência na área de Saneamento Ambiental, com ênfase em Tratamento de Água, atuando principalmente nas seguintes linhas de pesquisa: Tecnologias alternativas de Oxidação Aplicadas ao Tratamento de Água, Cromatografia Aplicada ao Saneamento Ambiental, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.


Roberto Hazenfratz Marks⁽²⁾
Qualificação do Autor Doutor em Tecnologia Nuclear, Universidade de São Paulo, USP, Brasil



Encontro Técnico
AESABESP
31º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente

CONCLUSÕES

O processo oxidativo avançado, por meio da conjugação de peróxido de hidrogênio e radiação ultravioleta (H₂O₂+UV) mostrou ser uma tecnologia promissora em comparação ao cloro, principalmente na oxidação de STD, que foi 30% mais eficiente que o cloro em 3 horas de reação e 29% mais eficiente em 6 horas. Na inativação de bactérias heterotróficas para ambos oxidantes, foi mais eficiente em 3 horas de reação, sendo que o cloro removeu 97,7% de bactérias e o H₂O₂+UV removeu 99,4%. **O único inconveniente deste POA é não prover residual de desinfetante, o que pode ser desfavorável em longos períodos sem tratamento** (Como recomendação para trabalhos futuros, é possível analisar os subprodutos do processo de desinfecção (SPDs), como os trihalometanos e ácidos haloacéticos).



Encontro Técnico
AESABESP
31º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente

A publicação de RODRIGUES, MARKS (2020) apresenta a conclusão: ***“O único inconveniente deste POA É NÃO PROVER RESIDUAL DE DESINFETANTE, o que pode ser desfavorável em longos períodos sem tratamento”.***

Como LUZ UV **NÃO MANTÉM RESIDUAL** e o único produto químico envolvido é o **peróxido de hidrogênio**, se comprova de modo inquestionável que também **não mantém residual!!**


METODOLOGIA

A matriz água bruta foi preparada por uma proporção 1:1 de água de torneira e água pluvial, sendo deixada em repouso por 30 dias em abrigo da luz. A dosagem do hipoclorito de sódio (NaClO), estoque 30%, deu-se a fim de se obter uma concentração de 10 mg/L, uma concentração comumente utilizada no tratamento de água superficial bruta (RODRIGUES, 2020; FAUSTINO, 2016; RODRIGUES, 2015). Já para a dosagem do peróxido de hidrogênio, estoque 50%, deu-se a fim de se obter uma concentração de 50 mg/L, como orientado pelo fabricante do produto (Maresias Química do Brasil). Os parâmetros analisados, bem como as técnicas utilizadas são observados na Tabela 1.

Como já citado, outra forma de confirmar que o peróxido de hidrogênio não deixa residual, é pelo fato que, não é indicada a utilização por banhistas da piscina quando na utilização do agente oxidante com ORP acima de 1,55 mV! Por esse motivo o agente oxidante não mantém residual na água da piscina! Se a água da piscina estivesse com residual de peróxido de hidrogênio com ORP de 1,77 mV, os frequentadores ficariam com os pelos loiros, em resumo, a piscina seria para as mulheres que gostam manter os pelos loiros uma nova forma de tratamento.

Outra confirmação da resposta, de que peróxido de hidrogênio, não deixa residual são as FISPQ's de produtos com princípios ativo "peróxido de hidrogênio" para água de piscina, disponíveis na internet, nas quais a(s) Empresa(s) FORNECE(M) A INFORMAÇÃO CORRETA sobre a questão, e comprova de modo inquestionável que a reação de decomposição é muito rápida: "**Persistência e degradabilidade: O peróxido de hidrogênio decompõe-se rapidamente para oxigênio e água**". Como a informação é idêntica nos dois produtos comerciais, nas duas FISPQ's o texto apresentado será somente um, abaixo se encontram os links para acesso a documentos originais.

Os peixes NÃO respiram Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂)! Se existisse algum residual de H₂O₂ na água em função da sua toxicidade (DL50) iriam morrer!! Logo, pode-se tirar a conclusão de que o **H₂O₂ se decompõe rapidamente em H₂O + O₂**, conforme informação correta das FISPQ's da empresa que vende peróxido de hidrogênio para águas de piscinas.




Em conformidade com NBR 14275-4:2014

FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Produto: Oxidante Multição Maresias **FISPQ 118**

Revisão: 03 Data: 16/08/18

<https://maresias.ind.br/wp-content/uploads/2021/01/118-Oxidante-Multiacao-Maresias.pdf>



Em conformidade com NBR 14275-4:2014

FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Produto: Mplus Oxidante Maresias **FISPQ 115**

Revisão: 03 Data: 17/08/18

<https://maresias.ind.br/wp-content/uploads/2020/12/115-Mplus-oxidante.pdf>

12. INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS	
Efeitos ambientais, comportamento e impactos do produto	
Ecotoxicidade:	Nocivo para os organismos aquáticos.
Persistência e degradabilidade:	O peróxido de hidrogênio decompõe-se rapidamente para oxigênio e água.
Potencial bioacumulativo	Não são conhecidos efeitos bioacumulativos.
Mobilidade no solo	Não determinada.
Outros efeitos adversos	Não determinada.

MT PLUS ECO®	FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS (FISPQ)
	E-mail mtpluseco.barretos@gmail.com

Comportamento esperado: rápida decomposição em oxigênio e água.

Fonte: MTPLUSECO, 2018.

Todo composto químico absorve, transmite ou reflete **luz** (radiação eletromagnética) em uma certa amplitude de comprimento de onda. **A energia é inversamente proporcional ao comprimento de onda.** A luz vermelha (490 a 500 nm) tem comprimento de onda maior do que a luz azul (435 a 480 nm), ou seja, a luz vermelha é menos energética que a luz azul.

Outro fator fundamental para essa **fraca ação oxidante e instabilidade** da forma molecular (H₂O₂) e o **comprimento máximo de absorção de luz pelo H₂O₂**. 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 (nm)
Ácido hipocloroso (HClO) ←————→	235
Íon hipoclorito (ClO ⁻)	290
Íon Dicloroisocianurato (Cl ₂ Cy ⁻)	215
Íon Monochlorisocyanurato (HCICy ⁻)	220
$\text{HOCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^- \quad // \quad \text{H}_3\text{Cy} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{Cy}^- \quad // \quad \text{H}_2\text{Cy}^- + \text{HOCl} \rightleftharpoons \text{HCICy}^- + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCICy}^- + \text{HOCl} \rightleftharpoons \text{Cl}_2\text{Cy}^- + \text{H}_2\text{O}$	

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 H₂O₂ em sua forma molecular, pois a absorção de luz do H₂O₂ na faixa de **220 nm**, é mais energética, o que torna a molécula mais instável. Na Figura 1, pode-se analisar e verificar o espectro de absorbância do ácido hipocloroso (HClO), no comprimento de onda de 292 nm, e seu coeficiente de absorção molar é de 350 M⁻¹.L.cm⁻¹ (PESKIN, MIDWINTER, HARWOOD, WINTERBOURN, 2005; FERNANDES, 2017).

O 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 O₂**. Logo, as formas mais estáveis do oxigênio possuem Nox igual a -2 e 0.

Acta Innovations • ISSN 2300-5599 • 2018 • no. 26: 45-52 • 47

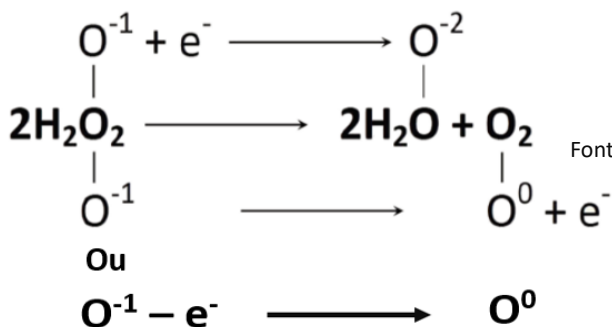
DECOMPOSITION OF HYDROGEN PERODIXE - KINETICS AND REVIEW OF CHOSEN CATALYSTS

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?

Fonte: BORER, 2022.

Author: Valentine Borer | Last update: Tuesday, June 7, 2022

Quanto tempo dura o peróxido na água?

How long does peroxide last in water?

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).

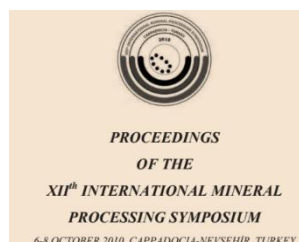
Taxa de decomposição do peróxido de hidrogênio – Efeito do HNO₃.

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.

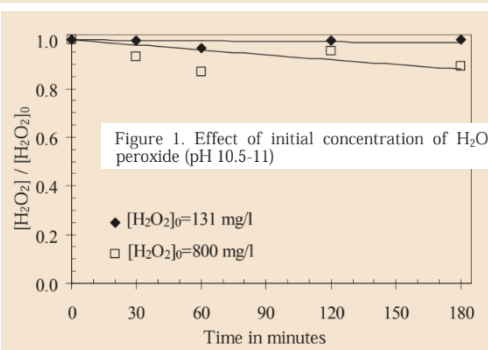
A pesquisa publicada por YAZICI, DEVECI (2010) mostra que, para o peróxido de hidrogênio se manter estável no meio aquoso **o pH deve estar na faixa de 10,5-11, sem mudança de temperatura.** Essa pesquisa comprova que na água de uma piscina, considerando pH 7,2-7,8 o peróxido de hidrogênio **não tem estabilidade e se decompõe rapidamente em H₂O + O₂.**



Fonte: YAZICI, DEVECI, 2010.

Factors Affecting Decomposition of Hydrogen Peroxide

E. Y. Yazıcı and H. Deveci
 Dept. of Mining Engineering, Karadeniz Technical University, 61080, Trabzon, Turkey



3.1- A DL50 do Peróxido de Hidrogênio 50% e a Resolução RDC 59/2010



Seção I

Quanto ao Risco

Art. 15. Para efeito de notificação e registro, os produtos saneantes são classificados como de risco 1 e de risco 2, respectivamente.

Subseção I

Produtos de Risco 1

Art. 16. Os produtos saneantes são classificados como de risco 1 quando:

I - apresentem DL50 oral para ratos superior a 2000mg/kg de peso corpóreo para produtos líquidos e superior a 500mg/kg de peso corpóreo para produtos sólidos;

Subseção II

Produtos de Risco 2

Art. 17. Os produtos saneantes são classificados como de risco 2 quando:

I - apresentem DL50 oral para ratos superior a 2000mg/kg de peso corpóreo para produtos líquidos e superior a 500mg/kg de peso corpóreo para produtos sólidos;

O valor de 2.000 mg/Kg como referência de um valor de DL50 corresponde a uma substância química classificada como “Moderadamente Perigosa” (Moderately hazardous) no que tange a toxicidade. A OMS usa as categorias de perigo de toxicidade aguda do GHS (*Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals*) como ponto de partida para a classificação. Essa mudança é consistente com a Resolução da Assembleia Mundial da Saúde de 1975, que previa que a Classificação da OMS seria desenvolvida com o tempo em consulta com países, agências internacionais e órgãos regionais. O GHS atende a esse requisito como um sistema de classificação com aceitação global após extensa consulta internacional (WHO, 2020).

Class	LD ₅₀ for the rat (mg/kg body weight)	
	Oral	Dermal
Ia Extremely hazardous	< 5	< 50
Ib Highly hazardous	5–50	50–200
II Moderately hazardous	50–2000	200–2000
III Slightly hazardous	Over 2000	Over 2000
U Unlikely to present acute hazard	5000 or higher	

Fonte: WHO, 2020.

Em função da definição da **Resolução RDC 59/2010** (BRASIL, 2010) e da **Resolução RDC 693/2022** (BRASIL, 2022), revogada pela **RDC 774/2023**, considera a Dose Letal 50 por via oral (DL50 oral) corresponde a uma única dose da substância teste que, quando administrada por via oral, causa a morte de 50% dos animais testados. **Essa característica INDEPENDENTE DA FUNÇÃO DA SUBSTÂNCIA DENTRO DA ÁGUA DA PISCINA**, pois em qualquer função a DL50 da substância continua a mesma, continuará com o mesmo valor, ressaltando-se novamente, dentro do meio aquoso.

Com base na **Resolução-RDC nº 59, de 17 de dezembro de 2010** (BRASIL, 2010), que dispõe sobre os procedimentos e requisitos técnicos para a notificação e o registro de produtos saneantes, no seu Art. 16, para os produtos saneantes classificados como de risco 1 e no Art. 17, os produtos saneantes são classificados como de risco 2, se define a DL50 que é exigida para essas substâncias químicas que 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.**

Na Resolução RDC 693/2022 (BRASIL, 2022), revogada pela **RDC 774/2023** (BRASIL, 2023), mantém o critério que envolve a DL50 dos saneantes, com os mesmos valores da **RDC 59/2010** (BRASIL, 2010).

Art. 15. Os produtos com ação antimicrobiana devem apresentar Dose Letal 50, por via oral, para ratos brancos machos, superior a 2000 mg/Kg de peso corpóreo para produtos sob a forma líquida ou superior a 500 mg/Kg de peso corpóreo para produtos sob a forma sólida.

A seguir apresenta-se o valor da DL50 do peróxido de hidrogênio (20 a 70%) com base em diversas referências bibliográficas e será notado que **TODAS AS PUBLICAÇÕES INDICAM QUE A DL50 É MENOR QUE 2.000 mg/Kg** (Quadro 1).

QUADRO 1- Valor da DL50 (Toxicidade aguda - Via oral - Ratos) para diversas concentrações de Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂) (20 a 70%), comparadas com valor proposto, **para produtos líquidos**, pela Resolução-RDC nº 59/2010 (BRASIL, 2010) e Resolução RDC 693/2022 (BRASIL, 2022), revogada pela **RDC 774/2023** (BRASIL, 2023).

VALOR DA DL50 (Toxicidade aguda Via oral)	CONCENTRAÇÃO H ₂ O ₂ (%)	REFERENCIA	ANO
>2000 mg/Kg	-	BRASIL, 2010	2010
>2000 mg/Kg	-	BRASIL, 2022	2022
Ratazana 841 mg/kg 1.232 mg/kg	60% 35%	MANCHESTER CHEMICAL, 1999	1999
600 - 1.617 mg/kg	33 - 37%	EUROPEAN COMMISSION, 2005	2005
Rato - 1.193 - 1.270 mg/kg	50%	CONTROL LAB, 2013	2013
Ratazana - 1.193-1.270 mg/kg	20 - 60%	KOLOVEC, 2015	2015
Rato - 801 mg/Kg	60%	HQUÍMICA, 2015	2015
Ratazana - 1.193 - 1.270 mg/kg	35 %	GOTAQUIMICA, 2015	2015
Ratazana - 1.667 mg/kg	50%	AVANZI QUIMICA, 2015	2015
Rato >225 mg/kg 1.193 mg/kg 1.026 mg/kg	50% 35% 70%	PEROXYCHEM, 2015	2015
225 – 1.200 mg/Kg	50%	SEELER, 2015	2015
Rato – 694 – 1.270 mg/kg	35 - 70 %	EU, 2015	2015
Rato > 225 mg/kg bw 1.193 mg/kg 1.026 mg/kg	50% 35 % 70 %	QUIMIALMEL, 2016	2016
ratazana, - 841 mg/kg ratazana - 1.232 mg/kg	60% 35%	FAG CAVALCANTI, 2016	2016
500 mg/kg	30%	ROTH, 2021	2021
Rato macho – 1.193 mg/kg Ratazana – 1.270 mg/kg	35%	ECHA, 2022	2022
Rato macho – 1.026 mg/kg Ratazana - 694 mg/kg	70,1%		
Rato – 1.193 – 1.270 mg/kg	60%	EPANZ, 2022	2022
Rato - 500/693,7/1,026 mg /kg	30%	ROTH	2023
Rato - 66.667 mg/kg	3%	SCIENLAB, 2013	2013

Fonte: AVANZI, 2015; CONTROL LAB, 2022; ECHA, 2022; EPANZ, 2022; FAG CAVALCANTI, 2016; HQUÍMICA, 2015; GOTAQUIMICA, 2015; KOLOVEC, 2015; MANCHESTER CHEMICAL, 1999; MERCKMILLIPORE, 2021, 2022; PEROXYCHEM, 2015; ROTH, 2021; SCIENLAB, 2013; SEELER, 2015; EU, 2015; EUROPEAN COMMISSION, 2005; QUIMIALMEL, 2016; BRASIL, 2010, 2022; ROTH, 2023.

Como a **característica DL50 INDEPENDE DA FUNÇÃO DA SUBSTÂNCIA DENTRO DA ÁGUA DA PISCINA**, pois em qualquer função a DL50 do H₂O₂ continua a mesma, ou seja, continuará com o mesmo valor, ressaltando-se novamente, dentro do meio aquoso. Se a DL50 do Peróxido de Hidrogênio 50% deve ser <2000 mg/Kg, conforme a Resolução-RDC nº 59/2010 (BRASIL, 2010) exige uma DL50 >2000 mg/Kg, valor também confirmado, pela **Resolução RDC 693/2022 (BRASIL, 2022)**, revogada pela **RDC 774/2023 (BRASIL, 2023)**.

Segundo RAMOS, ALBUQUERQUE, CARTAXO, SILVA, et al. (2020) o monitoramento dos níveis do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) é indispensável, uma vez que, **a presença de peróxido residual** pode causar sérios danos ao meio ambiente, no caso de águas residuais tratadas, ou **sérios danos a saúde da população, no caso de água destinada ao abastecimento público**.

PERGUNTA-SE: Como existem produtos químicos a base de Peróxido de Hidrogênio registrados para o tratamento de águas de piscinas?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ARVIN, E.; PEDERSEN, L.F. Hydrogen peroxide decomposition kinetics in aquaculture water. **Aquacultural Engineering**. v.64. pp.1-7. 2015.

AVANZI. **FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO Peróxido de Hidrogênio**. 05/08/2015. Disponível em: <<https://avanziquimica.com.br/wp-content/uploads/2019/06/PER%C3%93XIDO-DE-HIDROGENIO.pdf>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

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.

BRASIL. 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 693, de 13 de maio de 2022. Dispõe sobre as condições para registro de produtos saneantes com ação antimicrobiana. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil]. Brasília. n.93. 18 de maio de 2022. Seção 1.

BRASIL. Resolução RDC da ANVISA 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.

BURRIDGE, L.; WEIS, J.; CABELLO, F.; PIZARRO, J. Chemical use in salmon aquaculture: a review of current practices and possible environmental effects. **Aquaculture**, v.306, pp.7-23. 2010.

CONNER. W. V. **Hydrogen Peroxide Safety Issues**. Springfield: National Technical Information Services, U.S. Department of Commerce. 13p. April 14, 1993.

CONTROL LAB. **FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO PEROXIDO DE HIDROGENIO 30%**. 12/05/2013. Disponível em: <https://controllabpr.com.br/files/fispq/15101596517FISPQ_PEROXIDO_DE_HIDROGENIO_30_.pdf>. Acesso em 24 de junho de 2022.

ECHA. **Hydrogen peroxide**. Sd. Disponível em: <<https://echa.europa.eu/pt/registration-dossier/-/registered-dossier/15701/7/3/1>>. Acesso em 25 de junho de 2022.

EPANZ. **Chemical Classification and Information Database (CCID) | EPA - Hydrogen peroxide, 60% aqueous solution**. 2022. Disponível em: <<https://www.epa.gov/nz/database-search/chemical-classification-and-information-database-ccid/view/8BCD973C-534A-4576-AD13-B833FB15DF13>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

EU. **Regulation (EU) No 528/2012 concerning the making available on the market and use of biocidal Products**. Finland. 88p. March 2015.

EUROPEAN COMMISSION. **Hydrogen Peroxide in Tooth Whitening Products**. 50p. 15 March 2005. Disponível em: <https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_sccp/docs/sccp_o_022.pdf>. Acesso em 24 de junho de 2022.

FAG CAVALCANTI. **FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO - PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO - Solução Aquosa**. 16/03/2016. Disponível em: <<https://agroquimicadonordeste.com.br/pdf/produtos/fispq-peroxido-de-hidrogenio-agroquimica.pdf>>. Acesso 24 de junho de 2022.

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 oxidativa avançada baseada em fotocatalise heterogênea usando irradiação artificial e solar**. Uberlândia. 122p. Dissertação [Mestrado em Química] - Universidade Federal de Uberlândia. 2011.

GOTAQUIMICA. **FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO SOLUÇÃO AQUOSA**, com concentração entre 35% e 50%. 28/05/2015. Disponível em: <<https://www.gotaquimica.com.br/wp-content/uploads/2021/05/PEROXIDO-DE-HIDROGENIO.pdf>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

HQUÍMICA. **FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO - PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO**. 30/08/2015. Disponível em: <<http://www.hquimica.com.br/fichas/fispq-hquimica-peroxido-de-hidrogenio.pdf>>. Acesso em 25 de junho de 2022.

KOLOVEC. **FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO 20–60%**. 30/06/15. 11p. Disponível em: <http://labmixquimica.com.br/wp-content/uploads/2016/07/021-a_fispq_peroxido_hidrogenio.pdf>. Acesso 27 de junho de 2022.

LIMA, J. P. V.; BRITO, L. O.; COSTA, W. M.; COSTA, W. M.; GÁLVEZ, A. O. Utilização de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) no incremento de oxigênio dissolvido em cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Pesquisa Agropecuária Pernambuco**. v.17. n. único. pp. 73-77, jan./dez. 2012

MACEDO, J. A. B. **Piscina – Água & Tratamento & Química**. 2a. edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 775p. 2019.

MANCHESTER CHEMICAL. **FISPQ - Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico Peróxido de Hidrogênio**. Dezembro de 1999. Disponível em: <<http://201.57.253.136/qualidade/FISPQs/FISPQs/P/peroxido%20de%20hidrogenio.pdf>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

MARESIAS. **Oxidante Multiacção Maresias - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos.** 16/08/18. Disponível em: <<https://maresias.ind.br/wp-content/uploads/2021/01/118-Oxidante-Multiacao-Maresias.pdf>>. Acesso em 05 de dezembro de 2021.

MARESIAS. **Mplus Oxidante Maresias - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos.** 17/08/18. Disponível em: <<https://maresias.ind.br/wp-content/uploads/2020/12/115-Mplus-oxidante.pdf>>. Acesso em 05 de dezembro de 2021.

MATTOS, I. L. SHIRASHI, K. A.; BRAZ, A. D.; FERNANDES, J. R. Peróxido de hidrogênio: importância e determinação. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 373-380, 2003.

MERCKMILLIPORE. **FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO Peroxido de Hidrogenio 30% (Perhydrol®).** 29.04.2022. Disponível em: <https://www.merckmillipore.com/BR/pt/product/msds/MDA_CHEM-107209?Origin=PDP>. Acesso em 24 de junho de 2022.

MERCKMILLIPORE. **FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO Peroxido de Hidrogenio 30% Suprapur®.** 21.08.2021. Disponível em: <https://www.merckmillipore.com/Web-AT-Site/de_DE/-/EUR/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM-107298&DocumentType=MSD&DocumentId=107298_SDS_PT_PT.PDF&DocumentUID=373754&Language=PT&Country=PT&Origin=PDP>. Acesso 24 de junho de 2022.

MTPLUSECO. **FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS (FISPQ) – MTPLUSECO.** 15p. 20 de março de 2018.

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.

PEROXYCHEM. **SAFETY DATA SHEET HYDROGEN PEROXIDE 50%.** 2015-03-18. Disponível em: <https://www.h2o2.com/files/PeroxyChem_50_SDS.PDF>. Acesso em 24 de junho de 2022.

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.

QUIMIALMEL. **FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA – PERÓXIDO DE HIDROGÉNIO A 49,5%.** 20p. 06/07/2016. Disponível em: <<https://siliamb.apambiente.pt/consultapublica/?file=true&code=4b4e222a275acb0e7471fa842cb43baa>>. Acesso dem 24 de junho de 2022.

RAMOS, R. O.; ALBUQUERQUE, M. V. C.; CARTAXO, A. S. B.; SILVA, M. C. C. P.; et al. Validação de método espectrofotométrico para determinação do teor de H₂O₂ em água de abastecimento público. **Brazilian Journal of Development**. v.6. n.8. p.61828-61836. August 2020.

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.

RODRIGUES, E. A. M.; MARKS, R. H. Análise da eficiência do tratamento de água utilizando processo oxidativo avançado. **IN: 31º Encontro Técnico AESabesp.** São Paulo: Associação dos Engenheiros da SABESP/ Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. 24 a 26 de novembro 2020.

ROTH. **Ficha de Dados de Segurança Hidrogênio peróxido 30 %, Ph.Eur., stabilized.** 09.09.2021. Disponível em: <<https://www.carlroth.com/medias/SDB-8070-IE-EN.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wzMzk3Nzd8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oMTUvaDRhLzlxMDM0NDkyMjcyOTQucGRmfGNiZTVjOTIjYjYjdjNWFKMDkwNzVhZGY3ZjMxNmMxMDVIZTQ3ZmMzMi00OTNmMzRjNzI1NjA3ZmNlYWNmYmFIMDY>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

SCIENCELAB. **Material Safety Data Sheet Hydrogen Peroxide - 3%.** 05/21/2013. Disponível em: <<https://www.jscc.edu/about-jackson-state/administration/safety-and-security/sds-files/hydrogen-peroxide.pdf>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

SEELER. **Safety Data Sheet Hydrogen Peroxide - 50% (All Grades).** 5/11/2015. Disponível em: <<http://seeler.com/wp-content/uploads/2018/11/50-Hydrogen-Peroxide-SDS-GHS.pdf>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

TAYLOR, N. I.; ROSS, L.G. The use of hydrogen peroxide as a source of oxygen for the transportation of live fish. **Aquaculture.** v.70. pp.183-192. 1988.

TORRES, A. B.; RAULINO, A. E. S.; LIMA, F. R. S.; APOLIANO, M. L. S.; CAVALCANTE, D. H.; CARMO-E-SÁ, M. V. Preparo de água superoxigenada com peróxido de hidrogênio para uso emergencial em tanques de aquicultura. **Ciência Animal.** v.30. n.3. pp.13-22. 2020.

WAHMAN, D. G. **Chlorinated Cyanurates (Dichlor & Trichlor) Water Chemistry Implications.** USEPA: EPA Small Systems Webinar Series. 31p. January 30, 2018.

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.

YAZICI, E. Y.; DEVECI, H. **Factors Affecting Decomposition of Hydrogen Peroxide.** IN: XIIth - International Mineral Processing Symposium. Cappadocia-Nevşehir, Turkey. pp.609-616. 6-8 October 2010.

4- PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO X PERGUNTAS & RESPOSTAS

PERGUNTAS:

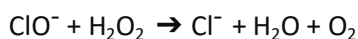
1a) O peróxido de hidrogênio reage com o cloro residual livre (CRL – HCIO/CIO⁻)

R: SIM

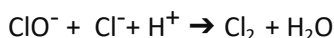
É necessário avaliar duas situações:

I) A água de uma piscina é tratada com um derivado clorado, apresenta uma concentração de CRL e sobre essa água se adiciona o H₂O₂ (Peróxido de Hidrogênio) uma solução concentrada.

O uso do peróxido de hidrogênio é incompatível com os derivados clorados no processo de desinfecção de águas de piscinas, a H₂O₂ reage com o íon hipoclorito (REZENDE, LOPES, RODRIGUES, GUTZ, 2008).



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).



Lembra-se da pixotada que ocorreu nas Olimpíadas!! Um exemplo de uma situação real referente à reação química do peróxido de hidrogênio com o íon hipoclorito é o crescimento de algas nas piscinas olímpicas em 2016 no Rio de Janeiro.

A água verde nas piscinas do Parque Aquático Maria Lenk, deixou alguns atletas com olhos ardendo e foi alvo de muitas críticas. Foi resultado da adição não planejada de peróxido de hidrogênio na água da piscina, conforme informou o comitê organizador Rio 2016. Uma empresa terceirizada despejou 80 litros de peróxido de hidrogênio nas piscinas de polo aquático e saltos ornamentais no dia 06/08/2016 (sábado), mas os organizadores disseram que só perceberam isso na terça-feira (09/08/2016), quando a água da piscina de saltos ficou verde durante a final feminina da plataforma de 10 metros (EXTRA.GLOBO, 2016).

Segundo informações do comitê organizador, a adição de peróxido de hidrogênio neutralizou o cloro e fez com que algas florescessem, deixando a água verde. As piscinas verdes se tornaram uma grande dor de cabeça da organização e motivo de piadas sobre o “pântano” pelos espectadores no local e pelas pessoas que acompanhavam na televisão. Alguns jogadores de polo reclamaram de ardência nos olhos (EXTRA.GLOBO, 2016).

A piscina de saltos ornamentais tem dimensões de 50 x 30 x 5/3,80 m, tomando a profundidade máxima como referência, o volume total de água é 7.500 m³. Logo, os 80 litros de H₂O₂ foram diluídos em 7.500.000 de litros de água e equivalem a uma concentração de peróxido de hidrogênio por litro de água.

Apenas como informação e considerando que utilizaram um peróxido de hidrogênio 50%, teremos um solução de H_2O_2 com concentração de 500.000 mg/L.

$$\begin{array}{rcl} 500.000 \text{ mg } H_2O_2 & - & 1 \text{ L da solução} \\ X & - & 80 \text{ L da solução} \end{array} \quad X = 40.000.000 \text{ mg } H_2O_2$$

Logo, foram adicionados na água da piscina 40.000.0000 mg de H_2O_2 , o que corresponde a uma massa de peróxido de hidrogênio por litro de água.

$$\frac{40.000.0000 \text{ mg de } H_2O_2}{7.500.000 \text{ L}} = 5,33333 \text{ mg } H_2O_2/L = 5,333 \text{ ppm de } H_2O_2$$

Fica uma indagação: Quando adicionaram peróxido de hidrogênio nas águas das piscinas utilizadas nas olimpíadas ocorreu algum relato que as águas ficaram efervescentes e/ou esquentaram?? Não foi observada a efervescência com liberação de gases em função das concentrações dos reagentes serem baixas.

Para que se consiga visualizar essa efervescência as concentrações dos reagentes **devem ser muito altas**. Nas **águas de piscinas** as concentrações indicadas de peróxido de hidrogênio variam de 50 a 100 mg/L (50 a 100 ppm), em resumo variam de **0,005% a 0,01% na água da piscina**, valores esses de concentração no momento que for adicionado o peróxido na água da piscina, após a adição a concentração **será rapidamente reduzida/consumida** no processo de oxidação.

II) A água de uma piscina é tratada com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e sobre essa água se adiciona uma solução de um derivado clorado (Solução de $HClO/ClO^-$) uma solução concentrada.

Se a adição da solução clorada for imediatamente após a adição da solução H_2O_2 concentrada na água da piscina, com certeza será visualizada uma efervescência é referente a reação do H_2O_2 com o CRL (ClO^-).

Mas, **após algum tempo**, ressalta-se que, ainda não se conhecem pesquisas da rapidez da reação do H_2O_2 com os constituintes da água da piscina, **a reação observada será de responsabilidade de um dos estabilizantes que constituem a solução de H_2O_2** .

Não se sabe qual(ais) estabilizante(s) é(são) utilizado(s) no peróxido de hidrogênio vendido no Brasil. Segundo as referências ZUN, DWORNICKA, WOJCIECHOWSKA, SWIADER, et al. (2014), USPTECHNOLOGIES, (2021), CRONK (2013), MUNN, ALLANOU, ASCHBERGER, BERTHAULT, et al. (2003), CHAIR, BERGFELD, BELSITO, HILL, et al. (2018), esses são **os possíveis compostos químicos estabilizantes utilizados** nas soluções concentradas de peróxido de hidrogênio:

➔ *estanoato coloidal, pirofosfato de sódio, organofosfonatos, nitrato, ácido fosfórico, silicate de sódio, ácido tartárico, fosfato de sódio, acetanilida, ácido benzóico, estanoato de sódio, 8-hidroxiquinolina, sulfato de amônio, ácido piridino carboxílico, citrato de sódio, malonato de sódio, fitado de sódio, oxicolina, pirofosfato tetrassódico.*

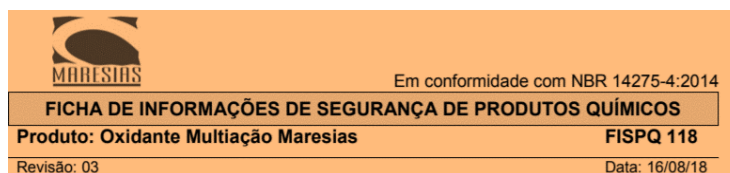
Veja em detalhes na resposta da **PERGUNTA 2** que envolve a questão da instabilidade do peróxido hidrogênio, a característica de degradação decorre de ficar continuamente sujeito à reação espontânea de autodecomposição (PERES, TEIXEIRA,

YOKOYAMA, CAMPOS, MIGUEL, 2008):



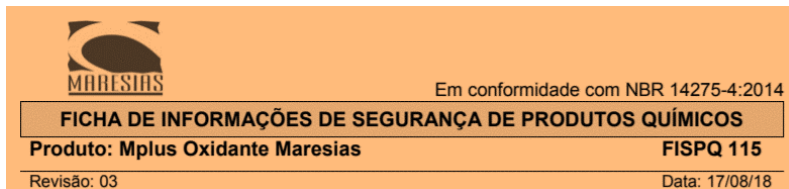
Para avaliar a estabilidade do H_2O_2 , basta verificar o seu uso na aquicultura (criação de peixes), quando aplicado na água, o H_2O_2 **se decompõe rapidamente em produtos atóxicos** aos animais cultivados, como pode ser visto na reação a seguir: $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ [ARVIN, PEDERSEN (2014) apud TORRES; RAULINO, LIMA, et al., 2020; MATTOS, SHIRAIISHI, BRAZ, FERNANDES, 2003; BURRIDGE, WEIS, CABELLO, PIZARRO., 2010]. O peróxido de hidrogênio, portanto, ao liberar O_2 dissolvido para água, pode ser eficazmente empregado como fonte emergencial de O_2 , pois peixe não respira H_2O_2 . É comum o uso eventual de H_2O_2 em **tanques de transporte** de alevinos e pós-larvas de peixe e camarão, tilápia *Oreochromis niloticus* [TAYLOR, ROSS (1988) apud TORRES; RAULINO, LIMA, et al., 2020; LIMA, BRITO, COSTA, et al., 2012].

As **informação correta** das FISPQ's da(s) empresa(s) que vende(m) peróxido de hidrogênio para águas de piscinas, indica a degradação rápida.



MARESIAS Em conformidade com NBR 14275-4:2014
FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS
Produto: Oxidante Multiacção Maresias FISPQ 118
Revisão: 03 Data: 16/08/18

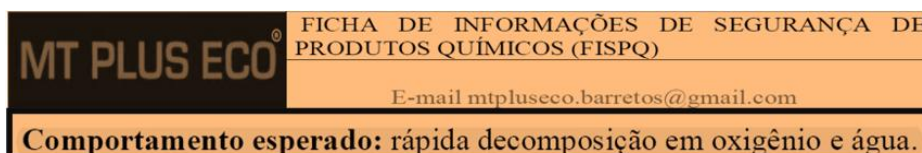
<https://maresias.ind.br/wp-content/uploads/2021/01/118-Oxidante-Multiacao-Maresias.pdf>



MARESIAS Em conformidade com NBR 14275-4:2014
FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS
Produto: Mplus Oxidante Maresias FISPQ 115
Revisão: 03 Data: 17/08/18

<https://maresias.ind.br/wp-content/uploads/2020/12/115-Mplus-oxidante.pdf>

12. INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS	
Efeitos ambientais, comportamento e impactos do produto	
Ecotoxicidade:	Nocivo para os organismos aquáticos.
Persistência e degradabilidade:	O peróxido de hidrogênio decompõe-se rapidamente para oxigênio e água.
Potencial bioacumulativo	Não são conhecidos efeitos bioacumulativos.
Mobilidade no solo	Não determinada.
Outros efeitos adversos	Não determinada.



MT PLUS ECO FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS (FISPQ)
E-mail mtpluseco.barretos@gmail.com
Comportamento esperado: rápida decomposição em oxigênio e água.

Fonte: MTPULSECO, 2018.

2a) O Peróxido de Hidrogênio é estável??

R: Não. O Peróxido de hidrogênio (H_2O_2) é muito instável, em função do alto potencial de oxirredução da sua forma molecular (H_2O_2 , 1,78 mV) e do principal radical envolvido na sua decomposição o radical Hidroxil (OH^\bullet , 2,80 mV), também essa característica decorre de ficar continuamente sujeito à reação espontânea de autodecomposição (PERES, TEIXEIRA, YOKOYAMA, CAMPOS, MIGUEL, 2008):



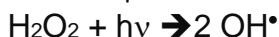
PERES, F. A. S.; TEIXEIRA, L. A. C.; YOKOYAMA, L.; CAMPOS, J. C.; MIGUEL, M. A. L. *Tratamento de águas de refrigeração com peróxido de hidrogênio. Química Nova*. v.31. n.7. pp.1851-1855. 2008.

Segundo LINLEY, DENYER, MCDONNELL (2012) um outra forma de decomposição do H_2O_2 é via o radical superóxido ($\text{O}_2^{\bullet-}$) que pode ser formado após decomposição espontânea, levando a formação do radical Hidroxil (OH^\bullet):



LINLEY, E.; DENYER, S. P.; MCDONNELL, G. *Use of hydrogen peroxide as a biocide: new consideration of its mechanisms of biocidal action. Journal Antimicrobial Chemotherapy*. v.67. pp.1589 –1596. 2012.

A pesquisa de COSTA (2018), indica que também é formado o radical Hidroxil (OH^\bullet) por meio da fotólise do H_2O_2 sob irradiação UV ($\lambda < 280 \text{ nm}$), faixa de UVC (200 nm a 290 nm) presente na luz do sol, ocorrendo quebra homolítica da molécula de H_2O_2 :



COSTA, N. M. *Tratamento de efluente de biodiesel pela integração dos processos de coagulação-floculação, UV-C e oxidação avançada. Uberlândia. 107p. Dissertação [Mestrado em Química] - Universidade Federal de Uberlândia. 2018.*

A pesquisa, em nível de Doutorado da USP, de ZACARIAS (2007), afirma que, os tempos de vida das espécies geradas na sua decomposição, os radicais como os $\text{O}_2^{\bullet-}$ (Superóxido) e HO^\bullet (Hidroxil) em meio aquoso, são da ordem de **MICRO a NANOSEGUNDOS**.

O **RADICAL HIDROXIL (OH^\bullet)** é altamente reativo com taxas de reação na faixa de 10^{10} a 10^{13} Ms^{-1} (HOIGNÉ, BADER, 1976; USEPA, 1999). A meia vida dos radicais HIDROXIL (OH^\bullet) é de apenas **ALGUNS MICROSSEGUNDOS NA ÁGUA**, portanto, as concentrações dos mesmos serão sempre menores que 10^{-12} mol/L . ($1,7 \times 10^{-11} \text{ g} = 0,000000000017 \text{ g/L}$) (DANIEL, BRANDÃO, GUIMARÃES, LIBÂNIO, DE LUCA, 2001; DIAS, 2001; DI BERNADO, DANTAS, 2005; MAHMOUD, 2006).

ZACARIAS, N. A. *Redução de oxigênio molecular em soluções aquosas através da metodologia de modificação de eletrodos*. São Paulo. 145p. Tese [Doutorado em Química] – Universidade de São Paulo. 2007.

DI BERNADO, L. D.; DANTAS, A. D. B. *Métodos e Técnicas de Tratamento de Água – Volume 2*. 2ª edição. São Carlos: Rima Editora. 1565p. 2005.

DIAS, V. D. *Radiação ultravioleta e ozônio aplicados como métodos alternativos de desinfecção de efluentes secundários de esgoto sanitário*. São Carlos. 150p. Dissertação [Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento] – Universidade de São Paulo. 2001.

DANIEL, L. A.; BRANDÃO, C. C. S.; GUIMARÃES, J. R.; LIBÂNIO, M. L.; DE LUCA, S. J. *Processos Alternativos de desinfecção da água*. PROSAB EDITAL 2. Rio de Janeiro: RIMA /ABES. 155p. 2001.

MAHMOUD, A. *Avaliação de métodos emergentes visando aumentar a eficiência do ozônio na mineralização do azocorante Preto Remazol B*. São Paulo. 94p. Dissertação [Mestrado em Química] – Universidade de São Paulo. 2006.

Apesar dessas referências estarem disponíveis com as informações apresentadas, ainda se encontram vários textos nas redes sociais, com verdadeiros **fake-news do conhecimento**, veja como exemplo, transcrita *ipsis litteris*:

“...É nítido que o peróxido mantém residual em água, e que sua duração pode levar dias...”

Apesar da informação ser pública, opta-se por não colocar o autor(es) do texto, em função de não expor sua pessoa, pois afirmação é tão **esdrúxula do ponto de vista químico** que o autor ficará conhecido como “o maior” criador de **fake-news do conhecimento**. Mas, caso ele queira, basta avisar ao autor desse review, que **ele será citado como referência bibliográfica nesse material**.

A temperatura influencia na decomposição do peróxido de hidrogênio. **A taxa de decomposição aumenta aproximadamente 2,5 vezes para cada 10°C de incremento na temperatura**. Portanto, soluções devem ser sempre armazenadas sob temperatura ambiente e/ou mesmo até sob refrigeração (MATTOS, SHIRAIISHI, BRAZ, FERNANDES, 2003).

Segundo MATTOS, SHIRAIISHI, BRAZ, FERNANDES (2003) em função da segurança com o manejo das soluções de peróxido de hidrogênio, **existe uma grande dificuldade de uso em piscinas residenciais, exige para manejo EPI's (equipamento de proteção individual com especificações TÉCNICAS para luvas, óculos e máscara)**, a inalação de vapores causa irritação e inflamação das vias respiratórias: 1,4 mg.m⁻³ de vapor de H₂O₂ é considerado o limite para um período diário de 8 h.

Pergunta-se: Como o peróxido poderá ser estável na ÁGUA DE UMA PISCINA se os tempos de vida das espécies geradas na sua decomposição, os radicais como os $O_2^{\cdot-}$ (Superóxido) e HO^{\cdot} (Hidroxil), são da ordem de MICRO a NANOSEGUNDOS, com taxa de reação na faixa de 10^{10} a 10^{13} Ms⁻¹?

Ainda na tentativa de justificar a estabilidade do peróxido de hidrogênio na ÁGUA DE PISCINA, o(s) mesmo(s) autor(res) da frase apresentada anteriormente (sobre estabilidade), indica(m) como referência bibliográfica o livro *Drinking Water and Health - Volume 2*, publicado em **1980**, pela National Academy Press. Transcreve-se *ipsis litteris* o seu texto:

“...Nenhuma medição de resíduo foi relatada, embora Yoshpe-Purer e Eylan (1968) alegassem que um resíduo estava presente por até 13 dias, conforme indicado pela inativação de doses adicionadas de bactérias.”

O texto indicado está na página 94 da referida referência bibliográfica.

THE DISINFECTION OF DRINKING WATER 94

In none of the studies cited above is there any indication that the dosage of hydrogen peroxide was measured other than by the volumetric addition of hydrogen peroxide. No measurements of residual were reported, although Yoshpe-Purer and Eylan (1968) claimed that a residual was present for up to 13 days as indicated by inactivation of added doses of bacteria.

Em nenhum dos estudos citados acima há qualquer indicação de que a dosagem de peróxido de hidrogênio foi medida a não ser pela adição volumétrica de peróxido de hidrogênio. Nenhuma medição de resíduo foi relatada, embora Yoshpe-Purer e Eylan (1968) alegassem que um resíduo estava presente por até 13 dias, conforme indicado pela inativação de doses adicionadas de bactérias.

YOSHPE-PURER, Y.; E. EYLAN. Disinfection of water by hydrogen peroxide. *Health Lab. Sci.* v.5. pp.233-238. 1968.

DOULL, J.; MORRIS, J. C.; BORZELLECA, J. F.; ENGELBRECHT, R. S., et al. *Drinking Water and Health, Volume 2*. Washington, D.C.: National Academy Press. 393p. 1980.

Nota-se claramente que, o texto de 53 anos passados, não tem sustentação de que seja uma verdade científica pois os próprios autores não afirmam, eles ALEGAM que durou 13 dias o resíduo de peróxido de hidrogênio, não apresentam qualquer dado ou indicação dos resultados obtidos que confirmam a referida alegação, ou existe qualquer outra publicação já passados os 53 anos que possa comprovar tal alegação. A referida alegação de existência de resíduo é contrária a outras informações/partes de texto em outra página do livro.

Veja o texto da página 91, afirma sobre o peróxido de hidrogênio, que a sua instabilidade e a dificuldade de preparo de soluções concentradas tendem a limitar seu uso.

HYDROGEN PEROXIDE

Hydrogen peroxide (H_2O_2) is a strong oxidizing agent that has been used for disinfection for more than a century. Its instability and the difficulty of preparing concentrated solutions have tended to limit its use. However, by 1950

Esse texto da página 91 é totalmente contrário a afirmação que o peróxido de hidrogênio possa ser estável. Nesse momento, nota-se um outro problema que o(s) autor(res) apresentam que **é a interpretação de texto!!** Apesar da publicação existir há mais de 40 anos.

O(s) referido(s) autor(es) (sobre estabilidade) na sua saga de demonstrar a dita estabilidade do peróxido para **águas de piscinas**, indicam outra referência bibliográfica, um documento da US EPA (**United States Environmental Protection Agency**) denominado “*Peroxy compounds: Hydrogen Peroxide and Peroxy acetic acid / Environmental Fate Science Chapter*” (USEPA, 2007), publicado em 12 de julho de 2007. Mas, parece que, novamente, o(s) autor(es) não leu(ram) a referida referência na sua integralidade, pois na página 2, **as informações contradizem a própria afirmação que eles indicam**, veja a transcrição *ipsis litteris*.

Página 2

*Hydrogen peroxide and peroxyacetic acid **são inherently unstable species** due to the peroxide bond (O-O bond). At typical pesticide concentrations, **peroxides degrade rapidly**.*

*Under abiotic conditions, hydrogen peroxide does **not appear to be hydrolytically or photolytically stable**. **The half-life in water under abiotic conditions has not been determined absolutely**, but it varies with concentration.... (grifo nosso)*

(https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-000595_12-Jul-07_a.pdf)

O peróxido de hidrogênio e o ácido peroxiacético **são espécies inerentemente instáveis** devido à ligação peróxido (ligação O-O). Em concentrações típicas de pesticidas, os peróxidos se degradam rapidamente (USEPA, 2007).

Em condições abióticas (fatores abióticos são os compostos físicos e químicos de um ambiente), o peróxido de hidrogênio **NÃO PARECE SER HIDROLITICAMENTE OU FOTOLITICAMENTE ESTÁVEL**. A meia-vida na água em condições abióticas **NÃO FOI DETERMINADA DE FORMA ABSOLUTA**, mas varia com a concentração (USEPA, 2007).

Para piorar o(s) autor(res) (da frase sobre estabilidade) **indicam da referência a página 19**, cujo texto é transcrito a seguir *ipsis litteris*, nota-se que, o(s) autor(es) **não apresentam o texto original**.

O motivo **para não colocar o texto original**, é simples, é uma tentativa de induzir os leitores a uma **interpretação errada!** Na página 19 é relatado que o teste foi realizado com águas **de lagos do Canadá**, com água natural e água esterilizada (destruição de todas as formas de vida microbiana - vírus, bactérias, esporos, fungos, protozoários e helmintos) **dentro de um laboratório**.

Surge logo uma pergunta: “o que esse teste tem a ver com as condições de ÁGUAS DE PISCINAS que possa justificar o uso do peróxido de hidrogênio?? R: Nada.

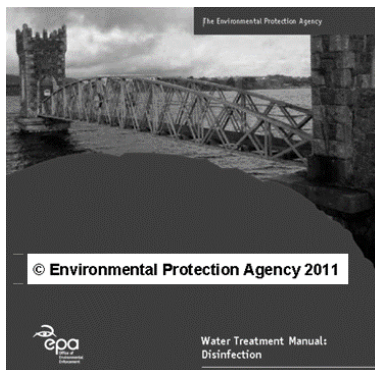
Página 19

*The degradation of hydrogen peroxide was studied in **sterilized** and **unsterilized water** samples from the Beaver Dam Lake, Canada and Bar-H Lake, Canada. For the **unsterilized samples, the half-lives for hydrogen peroxide were 5,3 hours e 1,1 hours** in the Beaver Dan Lake and Bar-H Lake waters respectively. For the **sterilized samles, the half-lives for hidrogen peroxide were over 80 hours for both systems.***

https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-000595_12-Jul-07_a.pdf

Ressalta o teste que a degradação do peróxido de hidrogênio foi estudada em amostras de **água esterilizada e não esterilizada** do Lago Beaver Dam e Lago Bar-H, ambos no Canadá. Para as amostras **não esterilizadas**, as meias-vidas do peróxido de hidrogênio foram de **5,3 horas e 1,1 horas** nas águas do Lago Beaver Dan e Lago Bar-H, respectivamente. Para as **amostras de águas esterilizadas**, a meia-vida do peróxido de hidrogênio foi superior a **80 horas para ambos os sistemas**. Em resumo para que o peróxido de hidrogênio mantenha uma residual em **água de piscina**, o referido meio aquoso **deve ser todo esterilizado**, ou seja, toda a contaminação deve ser eliminada. Logicamente, é impossível alcançar esse nível de descontaminação em águas de piscinas.

A próxima referência também é **uma indicação do(s) autor(res)** da célebre frase citada anteriormente (sobre estabilidade), para nossa surpresa, a referência também contradiz a dita estabilidade do peróxido de hidrogênio.



EPA. **Water Treatment Manual: Disinfection**. Wexford, Ireland: EPA - Environmental Protection Agency. 200p. 2011.

https://www.epa.ie/publications/compliance--enforcement/drinking-water/advice--guidance/Disinfection2_web.pdf

PÁG.24

it is difficult to use it for disinfection purposes because it is highly reactive and does not maintain a measurable residual level for CT calculations. The difficulty in verifying peroxone systems in use makes it inappropriate for use as a drinking water disinfectant.

Ressalta o texto que é difícil de usar **PARA FINS DE DESINFECÇÃO PORQUE É ALTAMENTE REATIVO E NÃO MANTÉM UM NÍVEL RESIDUAL MENSURÁVEL** para cálculos de Ct. A dificuldade em verificar os sistemas de peróxido de hidrogênio **em uso torna-o impróprio para uso como desinfetante de água potável** (EPA, 2011).

Veja a afirmação do CCEH - National Collaborating Centre vinculado ao “Environmental Health Public Health Agency of Canada (PHAC)”, que corresponde ao setor de saúde do Canadá (EYKELBOSH, BEAUDET, 2016).




However, without a catalyst to stimulate the production of hydroxyl free radicals ($\bullet\text{OH}$), H_2O_2 is at best a moderate oxidizer of organic matter and does not have a long-lasting residual. It is not considered an acceptable disinfectant for recreational water under the Model Aquatic Health Code (MAHC).

Entretanto, sem um catalisador para estimular a produção de radicais livres hidroxila ($\bullet\text{OH}$), **O H_2O_2 É, NA MELHOR DAS HIPÓTESES, UM OXIDANTE MODERADO DA MATÉRIA ORGÂNICA E NÃO TEM UM RESÍDUO DURADOURO.** Não é considerado um desinfetante aceitável **PARA ÁGUAS RECREATIVAS** de acordo com o Modelo de Código de Saúde Aquática (MAHC).

Todas as conclusões das referências citadas com **relação a instabilidade do H_2O_2** se comprovam pelo fato do H_2O_2 (forma molecular) possuir maior potencial de oxirredução (POXIR) (1,78 mV) se comparado com o CRL (HClO, 1,48 mV). Em resumo, o H_2O_2 possui POXIR 18% maior. Mas, **não consegue fazer uma superoxidação da água da piscina**, como se faz com um derivado clorado (supercloração), por exemplo, para reduzir a turbidez da água. A explicação é muito clara o peróxido de hidrogênio, **não deixa residual na água da piscina**, se decompõe em $\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$. O “ O_2 dissolvido” não tem alta capacidade de oxidação.


OBS.: Uma nova afirmação da **FAKE-QUÍMICA** é: “o oxigênio dissolvido (O_2) é o responsável pelo processo de oxidação do peróxido de hidrogênio”. O potencial de oxirredução (POXIR) do oxigênio dissolvido (O_2) é **0,40 mV (pH>7)**, o do CRL (HClO) **(1,48 mV)**, é **270% maior**. O **máximo de O_2 dissolvido** que se consegue na temperatura de **21°C (nível de mar) em água destilada é 8,915 mg O_2 /L**, na **água de piscina o máximo é de 7-8 mg O_2 /L**, qualquer valor acima alcança a atmosfera. Logo, o oxigênio dissolvido (O_2) não consegue oxidar a matéria orgânica da água de uma piscina, se fosse tão eficiente, **todos os peixes estariam mortos**. Se a afirmação fosse verdade, não haveria mais necessidade de qualquer tratamento da água da piscina, bastava **injetar/borbulhar ar** na água da piscina, o que é muito barato, o ORP alcançaria facilmente o indicado valor de 700 mV e todos os organismos estariam inativados.



ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO

Eric Augusto de Medeiros Rodrigues⁽¹⁾
Mestre em Tecnologia na área de Meio Ambiente e Tecnólogo em Saneamento pela Universidade Estadual de Campinas-Unicamp. Possui experiência na área de Saneamento Ambiental, com ênfase em Tratamento de Água, atuando principalmente nas seguintes linhas de pesquisa: Tecnologias alternativas de Oxidação Aplicadas ao Tratamento de Água, Cromatografia Aplicada ao Saneamento Ambiental, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

Roberto Hazenfratz Marks⁽²⁾
Qualificação do Autor Doutor em Tecnologia Nuclear, Universidade de São Paulo, USP, Brasil



CONCLUSÕES

O processo oxidativo avançado, por meio da conjugação de peróxido de hidrogênio e radiação ultravioleta (H_2O_2+UV) mostrou ser uma tecnologia promissora em comparação ao cloro, principalmente na oxidação de STD, que foi 30% mais eficiente que o cloro em 3 horas de reação e 29% mais eficiente em 6 horas. Na inativação de bactérias heterotróficas para ambos oxidantes, foi mais eficiente em 3 horas de reação, sendo que o cloro removeu 97,7% de bactérias e o H_2O_2+UV removeu 99,4%. O único inconveniente deste POA é não prover residual de desinfetante, o que pode ser desfavorável em longos períodos sem tratamento. Como recomendação para trabalhos futuros, é possível analisar os subprodutos do processo de desinfecção (SPDs), como os trihalometanos e ácidos haloacéticos.

Veja a publicação de RODRIGUES, MARKS (2020) cuja conclusão é: *“O único inconveniente deste POA É NÃO PROVER RESIDUAL DE DESINFETANTE, o que pode ser desfavorável em longos períodos sem tratamento”*. Em resumo, o **peróxido de hidrogênio** não mantém residual!!

A pesquisa, publicada em 2015, “A Study Monitoring the **Hydrogen Peroxide Stability for Shelf-Life Determination**”, afirma de modo muito cristalino: *“O peróxido de hidrogênio é uma molécula termodinamicamente instável. A taxa de a decadência é impactada pela concentração da solução, a temperatura de armazenamento e o pH da solução”* (POSTLEWAITE, TARABAN, 2015).

“O peróxido de hidrogênio é uma molécula termodinamicamente instável. A taxa de decadência é impactada pela concentração da solução, a temperatura de armazenamento e o pH da solução. Uma solução de peróxido de hidrogênio que é diluída, armazenada em local fresco temperaturas e condições ácidas é o mais estável.” (POSTLEWAITE, TARABAN, 2015).

Results


Hydrogen peroxide is a thermodynamically unstable molecule. The rate of its decay is impacted by the solution concentration, the storage temperature, and the solution pH. A hydrogen peroxide solution that is dilute, stored at cool temperatures and acidic conditions is the most stable.

Logo, a afirmação *“...É nítido que **o peróxido mantém residual em água de piscinas**, e que **sua duração pode levar dias...**”*, com base nas próprias referências indicadas pelo(s) autor(es) e em todas as outras referências apresentadas é claramente mais um **fake-news do conhecimento** distribuído nas redes sociais, apenas com um

interesse comercial. Esqueceram de indicar **em qual água ele é estável e dura dias!!**

Outra confirmação da resposta, de que peróxido de hidrogênio, não deixa residual são as FISPQ's de produtos com princípios ativo "peróxido de hidrogênio" para **água de piscina**, disponíveis na internet, nas quais a **Empresa FORNECE A INFORMAÇÃO CORRETA** sobre a questão, e comprova de modo inquestionável que a reação de decomposição é muito rápida: "**Persistência e degradabilidade: O peróxido de hidrogênio decompõe-se rapidamente para oxigênio e água**". Como a informação é idêntica nos dois produtos comerciais, nas duas FISPQ's o texto apresentado será somente um, abaixo se encontram os links para acesso a documentos originais.


Os peixes **NÃO** respiram Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂)! Se existisse algum residual de H₂O₂ na água em função da sua toxicidade (DL50) iriam morrer!! Logo, pode-se tirar a conclusão de que o **H₂O₂ se decompõe rapidamente em H₂O + O₂**, conforme **informação correta** das FISPQ's da empresa que vende peróxido de hidrogênio para águas de piscinas.



Em conformidade com NBR 14275-4:2014

FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS	
Produto: Oxidante Multiacção Maresias	FISPQ 118
Revisão: 03	Data: 16/08/18

<https://maresias.ind.br/wp-content/uploads/2021/01/118-Oxidante-Multiacao-Maresias.pdf>




Em conformidade com NBR 14275-4:2014

FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS	
Produto: Mplus Oxidante Maresias	FISPQ 115
Revisão: 03	Data: 17/08/18

<https://maresias.ind.br/wp-content/uploads/2020/12/115-Mplus-oxidante.pdf>

12. INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS	
Efeitos ambientais, comportamento e impactos do produto	
Ecotoxicidade:	Nocivo para os organismos aquáticos.
Persistência e degradabilidade:	O peróxido de hidrogênio decompõe-se rapidamente para oxigênio e água.
Potencial bioacumulativo	Não são conhecidos efeitos bioacumulativos.
Mobilidade no solo	Não determinada.
Outros efeitos adversos	Não determinada.



FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS (FISPQ)
E-mail mtpluseco.barretos@gmail.com

Comportamento esperado: rápida decomposição em oxigênio e água.
--

OBS.: Apenas como informação, na tentativa de estabilizar o peróxido de hidrogênio, já utilizaram as chamadas **Propriedades Coligativas**, são as **propriedades do solvente**, no caso o peróxido de hidrogênio, que se modificam **na presença de um soluto não volátil** e que dependem apenas do número de partículas do soluto. Uma dessas tentativas de estabilizar o peróxido de hidrogênio, utilizaram o **nitrate de prata (AgNO₃)**, logicamente, o custo final do produto ficou muito alto. A seguir apresenta-se uma pesquisa realizada no Irã, onde criaram um produto chamado **NANOSIL** (NABIZADEH, SAMADI, SADEGHPOUR, BEIKZADEH, 2008), uma **mistura de peróxido de hidrogênio e nitrate de prata na proporção de 50% e 0,05%**, respectivamente, mas, em nenhuma parte do texto indica a concentração do peróxido de hidrogênio e/ou da prata utilizada na pesquisa. A dose recomendada de NANOSIL para piscinas varia de 20 a 70 mg/L de acordo com o fabricante. De acordo com os resultados deste estudo, é possível usar NANOSIL para fins de desinfecção em piscinas, mas, no “Abstract” existe uma informação que contradiz essa indicação, basta avaliar o nível de concentração indicado.

ABSTRACT

practice. According to the result of this study, it is recommended to apply the Nanosil with the concentration of **>3% (30000 mg/L) for contact time of 30 min or more for practical disinfection in swimming pools environment.**

Recomenda os autores **aplicar a concentração de NANOSIL >3% (30.000 mg/L – 30.000 ppm) para tempo de contato de 30 min ou mais para prática desinfecção em ambiente de piscinas** (NABIZADEH, SAMADI, SADEGHPOUR, BEIKZADEH, 2008). **O Ct do NANOSIL é somente 900.000 (mg/L.min)**, um Ct tão alto comprova que o NANOSIL tem baixa efetividade no processo de desinfecção.

QUADRO 2- Variações de indicadores microbianos na piscina pública durante o experimento de acordo com a concentração de **NANOSIL (H₂O₂ + Ag⁺)**, ORP e turbidez, pH variando de 8,1-8,4, temperatura variando de: 33-35,5°C.

Dias	Turbidez	ORP (mV)	Residual de NANOSIL (mg/L)	Contagem, em placas de Heterotróficas (HPC)	Termotolerantes coliformes	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
0	0,25	193	24	0	0	0	0
1	0,23	189	20	0	0	0	0
2	0,29	195	16	9	0	0	0
3	0,22	204	14	13	0	0	0
4	0,25	180	15	5	0	4	4
5	0,15	157	14	8	0	297	35
6	0,21	150	8	30.000	0	TNTC	51
7	0,23	97	4	61.000	0	TNTC	160

(TNTC = muito numeroso para contar)

Fonte: NABIZADEH, SAMADI, SADEGHPOUR, BEIKZADEH, 2008.

A ineficiência do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) se comprova por publicações do CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services / U.S. Department of Housing and Urban Development.

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

2023 MAHC ANNEX 5.0 Aquatic Facility Operation and Maintenance 162

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

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

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

2023 MAHC ANNEX 5.0 Aquatic Facility Operation and Maintenance 162

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

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

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

3a) O peróxido de hidrogênio pode ser utilizado em ETA's (Estação de Tratamento de Água) para pré-oxidação, por exemplo, no controle de algas?

R: SIM, desde que utilizado, como oxidante, no **processo de pré-oxidação da água bruta, como no controle de algas**. Essa possibilidade é função de que o processo de tratamento de água em ETA **é de fluxo contínuo** (a todo momento a água a ser tratada é renovada), ou seja, tem várias etapas. Tem a etapa de pré-oxidação, depois passa pelas etapas de mistura rápida/floculação/sedimentação/decantação, filtração, a próxima é o ajuste do pH final (chamada de cal secundária) e finalmente o processo de desinfecção com um derivado clorado, para manter o residual em toda a rede de distribuição.

Em resumo, não existe nenhum resíduo de peróxido de hidrogênio na etapa final o que permite a aplicação do derivado clorado.

A situação de **uma ÁGUA DE PISCINA é completamente diferente**, com contaminantes também completamente diferentes, pois **a água da piscina não tem fluxo contínuo** de substituição/renovação de toda água em todo o período, não sendo totalmente renovada quando tratada. Em resumo, tenta(m) o(s) autor(es) do fake-news já citado, justificar o uso do peróxido de hidrogênio em **ÁGUAS DE PISCINAS**, vinculando-se a situação completamente diferente ao uso nas ETA's – Estação de Tratamento de Água, quando usado como um algicida.

Mas, para ilustrar essa utilização, vamos apresentar a seguir as 5 (cinco) **publicações** nacionais que indicam o uso de peróxido de hidrogênio em ETAs. Ressaltando que, a **1ª publicação** é de um grupo de funcionários de uma empresa que vende peróxidos, a **2ª e 4ª publicações** envolvem funcionários da COMPESA, a **3ª publicação** envolve funcionários da SABESP, a **5ª. publicação** envolve pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa e um profissional do SAE da região.

TEIXEIRA, L. A. C.; GARDINGO, M. F.; BONFATTI, J. M.; PATRIARCA, P. **Diminuição na dosagem de cloro em ETAs usando peróxido de hidrogênio**. Anais do 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 25 a 29 de setembro de 2011.

ARAÚJO, J. K.; BAYDUM, V. P. A. **Estudo do uso combinado de hidróxido de sódio e peróxido de hidrogênio em manancial eutrofizado destinado ao abastecimento humano**. Anais da FENASAN – Feira Nacional de Saneamento e Meio Ambiente São Paulo: AESabesp – Associação dos Engenheiros da. Sabesp. 03 a 05 de Outubro 2017.

PERRUCCI, C. J.; RODRIGUES, S. G. C.; SILVA, E. P. **Aplicação de peróxido de hidrogênio em substituição ao cloro na etapa de pré-oxidação no processo de tratamento de águas de abastecimento como alternativa para a redução da formação de trihalometanos**. Anais da FENASAN – Feira Nacional de Saneamento e Meio Ambiente São Paulo: AESabesp – Associação dos Engenheiros da. Sabesp. 03 a 05 de Outubro 2017.

VASCONCELOS JUNIOR, E. M.; SILVA, S. F. **Aplicação de peróxido de hidrogênio em substituição ao cloro gasoso na etapa de pré oxidação no processo de tratamento de águas de abastecimento como alternativa para a redução de custo**. Anais 30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental da ABES. Natal: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 16 a 19 de junho de 2019.

APOLINÁRIO, M. F.; MEIRELES, D. J.; SANTANA, H. F. Estudo da remoção de íons ferro e manganês da água utilizando peróxido de hidrogênio como agente oxidante. *Journal of Engineering and Exact Sciences – JCEC*. v.04. n.04. 2018.

O peróxido de hidrogênio na pré-oxidação é um **bom algicida** com base nas publicações apresentadas a seguir.

A publicação de TEIXEIRA, GARDINGO, BONFATTI, PATRIARCA (2011) afirma que, no Brasil, uma das atuais aplicações do peróxido de hidrogênio no tratamento de águas é a pré-oxidação em reservatórios e pontos de captação **para o controle/inativação de microalgas (cianobactérias)** e moluscos (mexilhão dourado).

A pesquisa de APOLINÁRIO, MEIRELES, SANTANA (2018) as conclusões do experimento são muito claras, chegando a afirmar que nas condições avaliadas, **a inserção da pré-oxidação com peróxido de hidrogênio NÃO APRESENTOU GANHOS NA REDUÇÃO DOS PARÂMETROS** cor e turbidez e das concentrações dos íons Fe^{2+} e de Mn^{2+} da água bruta. Veja a seguir as conclusões da pesquisa transcritas *ipsis litteris*.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho avaliou o efeito da adição de peróxido de hidrogênio, em uma etapa de pré-oxidação, na redução dos íons ferro e manganês da água bruta. Os resultados alcançados permitiram fazer as seguintes conclusões:

- 1) Nas condições testadas, a inserção da etapa de pré-oxidação com peróxido de hidrogênio não apresentou ganhos na redução dos parâmetros cor e turbidez e das concentrações dos íons Fe^{2+} e de Mn^{2+} da água bruta.
- 2) A utilização do PAC na etapa de coagulação, por si só, conseguiu reduzir 83,44% e 38,05% dos íons ferro e manganês, respectivamente, e de 80% a turbidez da água bruta;
- 3) Nas condições avaliadas, a ação do peróxido de hidrogênio foi parcialmente suprimida, apresentando pouca relevância para o tratamento da água.

Diante do exposto, sugere-se o emprego de novos ensaios para avaliação do efeito do pH sob a ação do peróxido de hidrogênio, a fim de verificar o potencial de precipitação dos íons manganês sob diferentes condições de pH, mesmo que as condições de pH em operação normal da ETA-SAAE-Viçosa, sejam próximo a 7.

Ainda, para verificar a eficiência do processo, sugere-se a realização de testes que avaliem a cinética de reação e o tempo de contato necessário para a ação do peróxido de hidrogênio, pois, neste trabalho, o tempo de residência foi somente de 1 min.

Fonte: APOLINÁRIO,
MEIRELES, SANTANA, 2018.

A publicação de FURTADO (2019) comprova que o peróxido de hidrogênio é utilizado **como algicida** em ETAs, de acordo com a entrevista com o Químico da SABESP que confirma essa utilização.

Isso é feito pela Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, a Sabesp, maior estatal de saneamento do país. De acordo com o químico da Sabesp, Mercedino Carneiro Filho, a companhia utiliza peróxido de hidrogênio para controle de algas nos reservatórios da Região Metropolitana de São Paulo e como pré-oxidantes em várias estações de tratamento de água, além de utilizá-lo também para controle de odor em interceptores de esgoto.

Fonte: FURTADO, 2019.

As publicações apresentadas, sem nenhuma dúvida, mostram de modo claro que o **peróxido de hidrogênio é mais um bom ALGICIDA**.

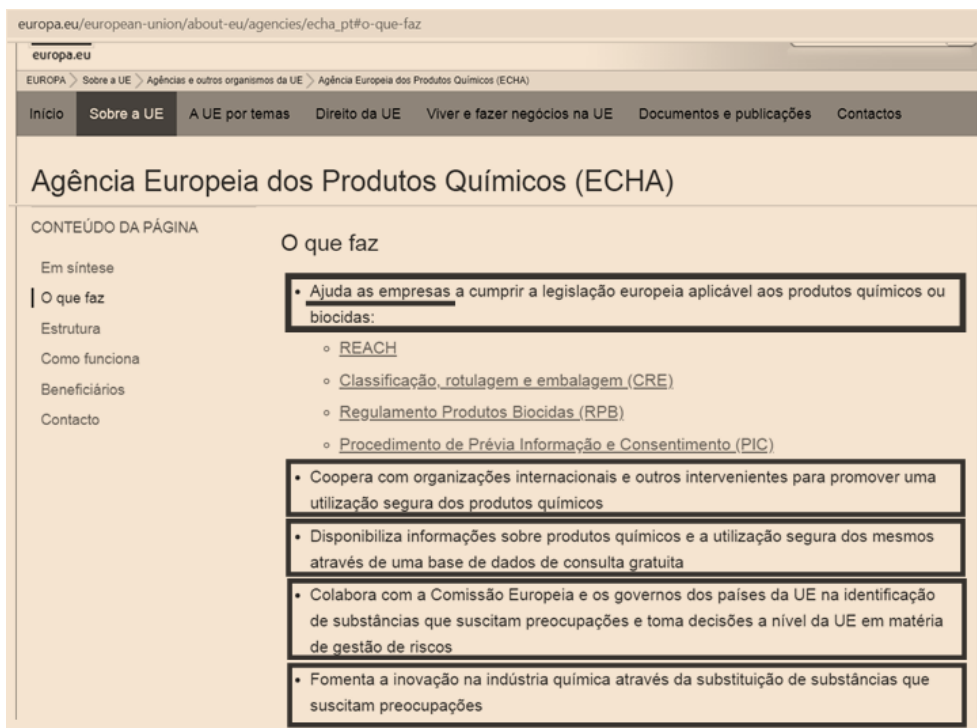
Apenas para complementar informações, abaixo com transcrição *ipsis litteris*, inclusive com os erros de português, apresenta-se mais um texto do(s) mesmo(s) autor(es) nas redes sociais com citações totalmente contraditórias as informações corretas.

“- Sobre o Peróxido não ser aceito na Europa:

A ECHA é a “ANVISA de EUROPA, reconhece o Peróxido de Hidrogênio e atribui a ele funções BIOCIDAS e permite a formulação e uso de produtos a base de peróxido de hidrogênio no Tratamento de Água Potável e Piscinas. Como é Possível consultar no link a seguir: (grifo nosso) <https://echa.europa.eu/pt/information-on-chemicals/biocidal-active-substances/-/disas/substance/100.028.878>

A afirmação “**ECHA é a ANVISA DA EUROPA**” é uma afirmação que não corresponde com a realidade, logo o link indicado **não está vinculado a legislação** da Comunidade Europeia.

Veja, a Agência Europeia dos Produtos Químicos (ECHA) tem como função (ECHA, 2020), com a vantagem do texto estar em português, para não deixar dúvidas, em função de que Portugal faz parte da Comunidade Europeia. Para conferir informação basta acessar o link abaixo da imagem.



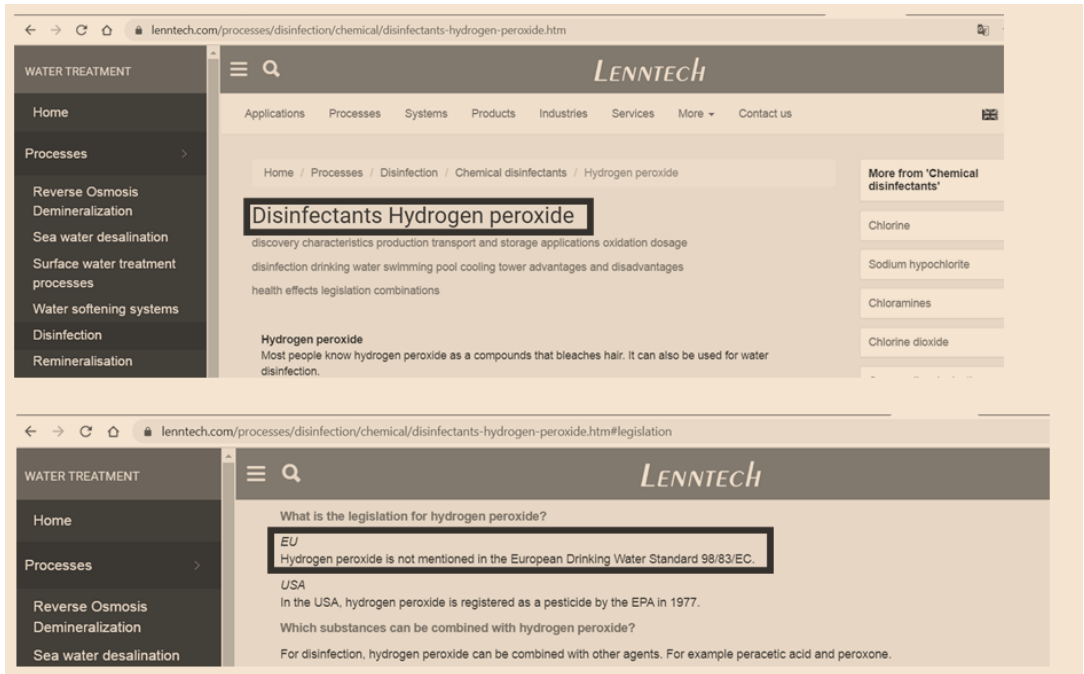
Fonte: ECHA, 2020.

https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/echa_pt#o-que-faz

No que tange a **água potável**, o que define o que pode ser utilizado é a **DIRETIVA (UE) DO PARLAMENTO E DO CONSELHO EUROPEU e NÃO A ECHA**. A ECHA tem a função ajudar as empresas a cumprir **a legislação europeia aplicável aos produtos químicos ou biocidas**.

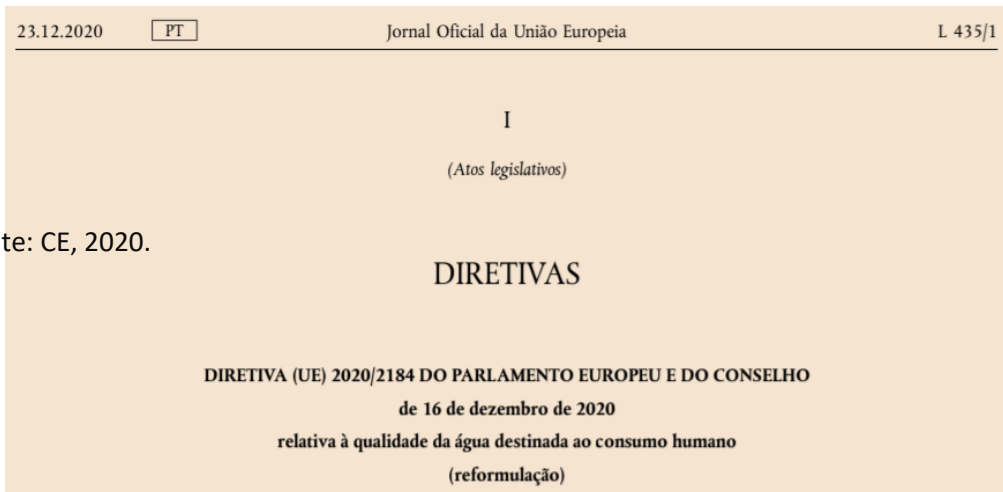
Por indicação de COSTA (2021) através de e-mail encaminhado ao autor desse review, foi indicado o link a seguir, **correspondente ao site de uma empresa com informações sobre peróxido de hidrogênio**. A maior surpresa foi que a própria indicação de referência bibliográfica, pelo autor, informa que o **peróxido de hidrogênio NÃO É MENCIONADO** na **Directiva 98/83/EC (Conselho da Comunidade Europeia), de 3 de novembro de 1998** relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano. Em resumo, **não se pode utilizar peróxido de hidrogênio** no tratamento da água potável na Europa. O que demonstra que a afirmação *“permite a formulação e uso de produtos à base de peróxido de hidrogênio no Tratamento de Água Potável”* é mais uma informação incorreta, que está sendo transferida pelas redes sociais.

Link 03: <https://www.lenntech.com/processes/disinfection/chemical/disinfectants-hydrogen-peroxide.htm> (Peróxido de Hidrogênio)



Fonte: LENNTECH, 2021.

A Diretiva 98/83 (CE, 1998) do Conselho Europeu foi alterada, pela nova **Diretiva (UE) 2020/2184 do Conselho e Parlamento Europeu** (CE, 2020), de 16 de dezembro de 2020, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano (reformulação) e foi aprovada pelo Parlamento Europeu, se manteve a condição de **não mencionar o peróxido de hidrogênio**.



Fonte: CE, 2020.

A ECHA através do documento, de fevereiro de 2015, do “*Biocidal Products Committee (BPC)*”, publica o “Parecer sobre o pedido de aprovação da substância ativa’ (*Opinion on the application for approval of the active substance*) no caso o Peróxido de Hidrogênio (ECHA, 2015), em resumo, é somente **um parecer** sobre peróxido de hidrogênio, mostra que o Peróxido de Hidrogênio não estava aprovado para o uso em água potável e que foram apresentadas novas exigências.

Em página 6(8) o referido documento confirma de modo claro que **o peróxido de hidrogênio se decompõe rapidamente** em água e oxigênio em diferentes ambientes compartimentos, ou seja, em águas superficiais, solo, lamas ativas e ar (ECHA, 2015).

Pág. 6(8)

Hydrogen peroxide decomposes rapidly into water and oxygen in different environmental compartments, i.e. in surface water, soil, active sludge and air. In addition, hydrogen

Existe o item “2.5. Requisito para mais informações” (Requirement for further information), apresenta de modo indiscutível **que não existia um método de detecção para o Peróxido de Hidrogênio em água** e que um novo método analítico para a determinação de peróxido de hidrogênio em água deveria ser submetido, os dados devem ser fornecidos à autoridade competente avaliadora (Finlândia) como o mais rápido possível, mas o mais tardar 6 meses antes da data de aprovação da substância ativa (ECHA, 2015).

Outra informação é que algumas fontes (referências bibliográficas) não puderam ser validadas, **referências apresentadas não poderiam ser consideradas**. Portanto, mais dados precisarão ser enviados conforme especificado no anexo confidencial da avaliação para o Competente Avaliador Autoridade (Finlândia) o mais rápido possível, mas o mais tardar 6 meses antes da data de aprovação da substância ativa (ECHA, 2015).



Biocidal Products Committee (BPC)

Opinion on the application for approval of the active substance:

Hydrogen peroxide

Product type: 5

ECHA/BPC/43/2015

2.5. Requirement for further information

Sufficient data have been provided to verify the conclusions on the active substance, permitting the proposal for the approval of hydrogen peroxide. However, further data shall be required as detailed below:

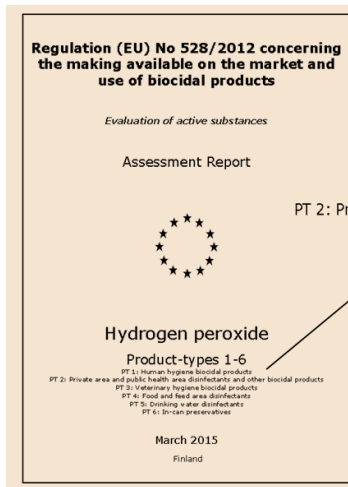
1. A new analytical method for the determination of hydrogen peroxide in air should be submitted. Data must be provided to the evaluating Competent Authority (Finland) as soon as possible but no later than 6 months before the date of approval of the active substance.
2. A new analytical method for the determination of hydrogen peroxide in water should be submitted. Data must be provided to the evaluating Competent Authority (Finland) as soon as possible but no later than 6 months before the date of approval of the active substance.
3. Some sources could not be validated. Therefore further data will need to be submitted as specified in the confidential annex of the evaluation to the evaluating Competent Authority (Finland) as soon as possible but no later than 6 months before the date of approval of the active substance.

Adopted

2 February 2015

<https://echa.europa.eu/documents/10162/5e480ce0-8f18-45f1-b722-71e71fa8b969>

Por indicação também de COSTA (2021a) através de e-mail encaminhado ao autor desse review, um arquivo que apresenta “**Regulation (EU) No 528/2012 concerning the making available on the market and use of biocidal products - Hydrogen peroxide - Product-types 1-6**, de março de 2015 (veja a imagem da página inicial a seguir).



<https://echa.europa.eu/documents/10162/f4b6ac51-c4e8-b45c-f7ba-b38f48f3cf67>

Product-types 1-6

- PT 1: Human hygiene biocidal products
- PT 2: Private area and public health area disinfectants and other biocidal products
- PT 3: Veterinary hygiene biocidal products
- PT 4: Food and feed area disinfectants
- PT 5: Drinking water disinfectants**
- PT 6: In-can preservatives

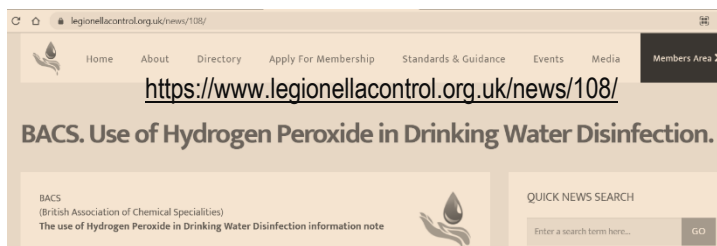
Intended use (PT)	Exposure scenario (H ₂ O ₂ concentration)	Method for exposure assessment	Inhalation exposure, concentration in air (mg/m ³)	Exposure/AEC _{inhalation} (1.25 mg/m ³)	PPE
PT 5 Disinfection of water	loading (20 minutes, 10-100 days/y) (35%/49.9%)	a) TNsG m&l model 7 b) ART	a) 0.47 b) 0.19	a) 38% b) 15%	gloves, coverall, goggles/face shield, RPE if insufficient ventilation or no LEV
	application (25 mg/l)	automated process	none/very low	-	-

Fonte: FINLAND, 2015

OBS.: 1- Nota-se que pelas condições apresentadas o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) que **NÃO SERÁ UTILIZADO NUNCA!!** Indica-somente utilizar **por 20 minutos por 10 a 100 dias por ano** (20 minutes, 10-100 days/y), é necessário tratar água todos os dias do ano e em todas as horas do dia, o tratamento é de fluxo contínuo!! **A concentração máxima e de 25 mg/L (ppm).**

2- A representação das empresas britânicas a **BACS (British Association of Chemical Specialities)** (Associação Britânica de Especialidades Químicas), publicou **uma nota informativa referente ao uso do peróxido de hidrogênio** na desinfecção de água potável (The use of Hydrogen Peroxide in Drinking Water Disinfection information note), na qual confirma que **o uso como biocida (desinfecção) no tratamento de água potável está proibido na Inglaterra** (BACS, 2021).

O peróxido de hidrogênio é aprovado pelo Regulamento de Produtos Biocidas (BPR) como substância ativa para uso em produtos biocidas para desinfecção de água potável. De acordo, com o BPR, as substâncias ativas são primeiro “aprovadas” e, em seguida, os produtos biocidas com base nelas são “autorizados”. **Dado que nenhum produto biocida para desinfecção de água potável PT5 com base em peróxido de hidrogênio como a única substância ativa foi ainda autorizado no Reino Unido**, a colocação no mercado de tais produtos no Reino Unido depende dos pedidos, com dossiês de apoio, que foram apresentado até fevereiro de 2017, permanecendo no local e em avaliação (BACS, 2021). Também deve ser notado que a informação acima se refere aos usos biocidas de peróxido de hidrogênio que são regulados pelo BPR. O peróxido de hidrogênio pode ser usado para o **tratamento de água potável** quando **o uso não for biocida**, por exemplo, para a oxidação de sulfuretos ou ferro ou para controle de sabor e odor. Os produtos para utilizações não biocidas são regulamentados na UE ao abrigo do REACH, é um regulamento da União Europeia adotado para melhorar a proteção da saúde humana e do ambiente face aos riscos que podem resultar dos produtos químicos (BACS, 2021).

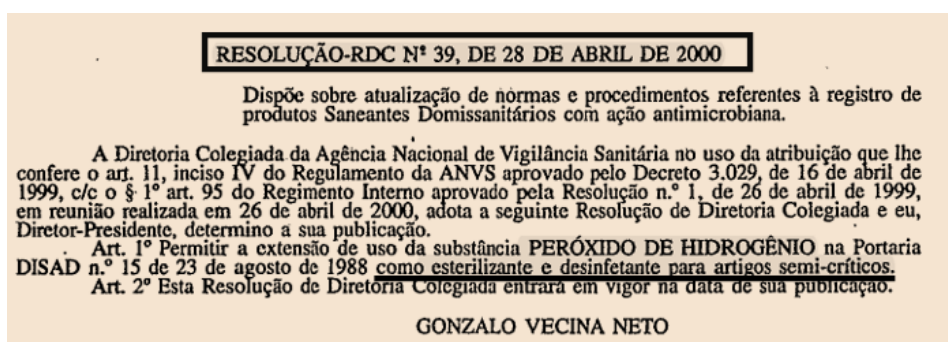


O encaminhamento desses arquivos mostra novamente que as indicações apresentadas nas redes sociais **estão completamente desprovidas de sustentação** e não correspondem à realidade dos fatos, pois os autor(es) estão completamente alienados de informações corretas, inclusive encaminham **referências que contradizem** os seus próprios interesses comerciais.

Veja mais contradições do(s) mesmo(s) autor(es) na tentativa de justificar a ação do **peróxido de hidrogênio como desinfetante**, o autor do e-mail, perde o controle emocional e racional, pois indica como referência **uma legislação brasileira** para situação completamente diferente de água de piscinas, veja a seguir, transcrição **ipsis litteris** de trecho do e-mail encaminhado no dia 27/01/2021 (quarta-feira) as 17h08min, para o autor desse review.

O intuito desses materiais é trazer luz sobre outros métodos de tratamento de água de piscinas, com princípios ativos não clorados, que tenham eficácia equivalente ao tratamento clorado. Como bem citado pelo Carlos Heise, é preciso dar vez a novas tecnologias, a novos métodos de tratamento e assim trazermos cada vez mais **qualidade no tratamento de água de piscinas**, com tecnologias que tragam melhores benefícios a saúde dos banhistas, com baixa ou nenhuma formação de subprodutos nocivos, e que diminuam a ingestão de subprodutos potencialmente carcinogênicos, que afetam diretamente a saúde dos usuários. (Grifo nosso) **DEVO DISCORDAR** de algumas informações citadas durante a reunião de hoje que diz respeito do **peróxido de hidrogênio NÃO SER UM DESINFETANTE** e trago aqui literaturas que dão base para nossa linha de raciocínio. Assim como a **resolução RDC N° 39, de 28 de Abril de 2000**. (Grifo nosso)

Nota-se claramente que a referida resolução (BRASIL, 2000) indicada se refere a **SUPERFÍCIES de equipamentos hospitalares NÃO TENDO NENHUMA** relação **com ÁGUAS DE PISCINAS**.



A resolução 39/2000 indicada como exemplo de utilização de H₂O₂, além de ser para superfícies de equipamentos da área de saúde **já estava revogada há mais de 10 anos**.

SANEANTES			
ATO	ASSUNTO	STATUS	JUSTIFICATIVA
Resolução – RDC n° 39, de 28/04/2000	Dispõe sobre atualização de normas e procedimentos referentes à registro de produtos Saneantes Domissanitários com ação antimicrobiana.	Revogada	Revogada tacitamente pela Resolução – RDC n° 35, de 16/08/2010

Em e-mail de **11/03/2021 (13h42min)** recebido pelo autor desse review é indicado um link no google drive público (sem necessidade de senha para acesso). Nesse link existe documento emitido **pelo mesmo autor do e-mail anterior de 27/01/2021 (quarta-feira - 17h08min)**, onde ele apresenta informações e indicação de referência que **CONTRADIZ A SUA POSIÇÃO** de 27/01/2021, de que o peróxido de hidrogênio **é desinfetante**, ou seja, transformam sua posição em 27/01/2011 em mais um **fake-news do conhecimento**.

Segundo RAMOS, ALBUQUERQUE, CARTAXO, SILVA, et al. (2020) o monitoramento dos níveis do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) é indispensável, **uma vez que, a presença de peróxido residual pode causar sérios danos** ao meio ambiente, no caso de águas residuais tratadas, ou **sérios danos a saúde da população, no caso de água destinada ao abastecimento público**.

4a) O peróxido de hidrogênio tem registro ou indicação de uso no Estados Unidos e na Europa?

Na NSF/ANSI/CAN 50 – 2019 - Equipment and Chemicals for Swimming Pools, Spas, Hot Tubs, and Other Recreational Water Facilities, o peróxido de hidrogênio é apresentado como substância capaz de fazer a redução do CRL (Cloro Residual Livre) em águas de piscinas.

© 2019 NSF NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

Table N-12.1
Approved standardized evaluation levels

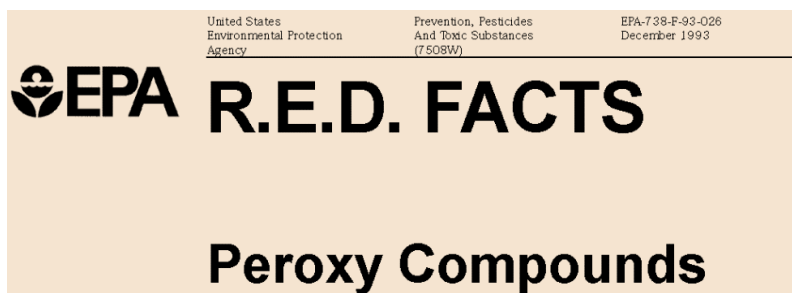
Chemical	Synonyms	Strength	CAS#	Standardized evaluation level (mg/L)	Standardized evaluation Lb/10,000 gal)
dechlorinator chemicals¹					
calcium thiosulfate		100%	10124-41-1	90	7.5 lb
hydrogen peroxide		35%	772-84-1	60	1.5 gal of 35%

Fonte: NSF/ANSI/CAN, 2019.

4.1- USEPA - U.S. Environmental Protection Agency

Será claramente identificado que **NÃO EXISTE QUALQUER SITUAÇÃO A INDICAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO** em **águas de piscinas** (swimming pool).

Nos Estados Unidos a EPA (USEPA - U.S. Environmental Protection Agency) que trata dos “Peroxy Compounds” e nesse documento é ressaltado como uso **em superfícies quando misturado com água deve ocorrer a pulverização, nebulização ou imersão.**



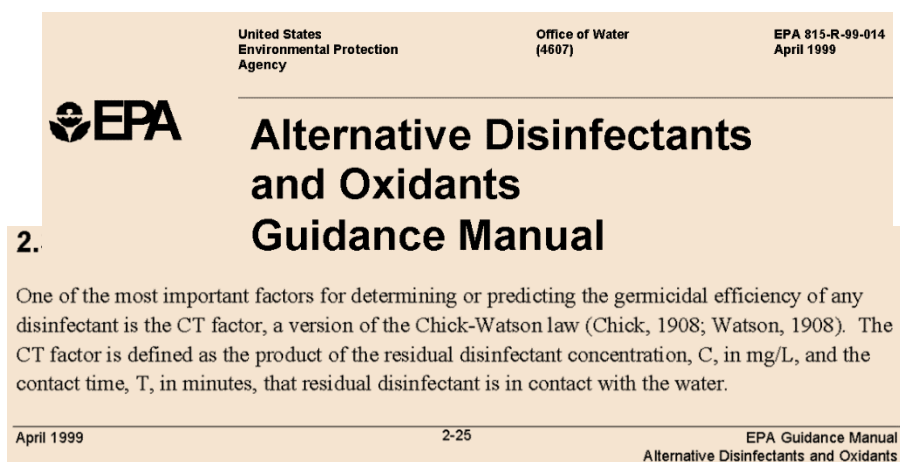
Use Profile

The peroxy compounds are microbiocides. When mixed with water and applied by spraying, fogging or immersing, they kill bacteria, fungi and viruses on hard surfaces including equipment, floors and walls, indoors in agricultural premises, food establishments, commercial/industrial locations, hospital/medical institutions, and bathrooms in residences. Hydrogen peroxide and peroxyacetic acid products are formulated as liquids, and the one registered product that contains potassium peroxymonosulfate sulfate is formulated as a solid soluble concentrate.

Os compostos peróxidos são microbiocidas. Quando **misturado com água e aplicados por pulverização, nebulização ou imersão**, eles **matam bactérias, fungos e vírus em superfícies duras, incluindo equipamentos, pisos e paredes, dentro de casa em instalações agrícolas, estabelecimentos alimentares, locais comerciais / industriais, hospitais / instituições médicas e banheiros em residências**. Peróxido de hidrogênio e os produtos de ácido peroxiacético são formulados como líquidos, sendo os registrados produto que contém sulfato de peroximonossulfato de potássio é formulado como um concentrado solúvel sólido.

Outro documento da EPA (USEPA - U.S. Environmental Protection Agency) que trata de “**Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual**” (USEPA, 1999), nota-se de modo muito claro a preocupação com a importância do “Ct”.

Como já apresentado na referência EPA (2011) a dificuldade de usar o peróxido de hidrogênio **para fins de desinfecção é função de ser altamente reativo e não mantém um nível residual mensurável para cálculos de Ct**, logicamente, **PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NÃO VAI APARECER ISOLADAMENTE como uma alternativa de desinfetante e/ou oxidante**.



Um dos fatores **mais importantes para determinar ou prever a eficiência germicida de qualquer desinfetante é o fator CT**, uma versão da lei Chick-Watson (CHICK, 1908; WATSON, 1908).

1. INTRODUCTION

- **Chapter 3** - Ozone (O₃);
- **Chapter 4** - Chlorine dioxide (ClO₂);
- **Chapter 5** - Potassium permanganate (KMnO₄);
- **Chapter 6** - Chloramine (NH₂Cl);
- **Chapter 7** - Ozone/hydrogen peroxide combinations (O₃/H₂O₂); and
- **Chapter 8** - Ultraviolet radiation (UV).

Página 2

O(s) referido(s) autor(es) na sua saga de demonstrar a dita estabilidade e ou uso do peróxido em **ÁGUAS DE PISCINAS**, indicam referência bibliográfica, um documento da US EPA (**United States Environmental Protection Agency**) denominado “*Peroxy compounds: Hydrogen Peroxide and Peroxy acetic acid / Environmental Fate Science Chapter*” (USEPA, 2007), publicado em 12 de julho de 2007.

Mas, parece que o(s) autor(es) não leu(ram) a referida referência na sua integralidade, pois em página 2, **as informações contradizem os seus próprios interesses**, veja a transcrição *ipsis litteris*.

Página 2

*Hydrogen peroxide and peroxyacetic acid **são inherently unstable species** due to the peroxide bond (O-O bond). At typical pesticide concentrations, **peroxides degrade rapidly**.*

*Under abiotic conditions, hydrogen peroxide does **not appear to be hydrolytically or photolytically stable**. **The half-life in water under abiotic conditions has not been determined absolutely**, but it varies with concentration.... (grifo nosso)*

https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-000595_12-Jul-07_a.pdf

O peróxido de hidrogênio e o ácido peroxiacético são espécies **inerentemente instáveis** devido à ligação peróxido (ligação O-O). Em concentrações típicas de pesticidas, **os peróxidos se degradam rapidamente** (USEPA, 2007).

Em condições abióticas (fatores abióticos são os compostos físicos e químicos de um ambiente), o peróxido de hidrogênio **NÃO PARECE SER HIDROLITICAMENTE OU FOTOLITICAMENTE ESTÁVEL**. A meia-vida na água em condições abióticas **NÃO FOI DETERMINADA DE FORMA ABSOLUTA**, mas varia com a concentração (USEPA, 2007).

Para piorar o(s) autor(res) indica(m) da referência a página 19, cujo texto é transcrito a seguir *ipsis litteris*, nota-se que, o(s) autor(es) **não apresentam o texto original**.

O motivo **para não colocar o texto original**, é simples, é uma tentativa de induzir os leitores a uma **interpretação errada!** Na página 19 é relatado que o teste foi realizado com águas **de lagos do Canadá**, com água natural e água esterilizada (destruição de todas as formas de vida microbiana - vírus, bactérias, esporos, fungos, protozoários e helmintos) dentro de um laboratório.

Surge logo uma pergunta: “**o que esse teste tem a ver com as condições de uma água de piscinas que possa justificar o uso do peróxido de hidrogênio??** R: Nada.

Página 19

*The degradation of hydrogen peroxide was studied in **sterilized and unsterilized water** samples from the Beaver Dam Lake, Canada and Bar-H Lake, Canada. For the **unsterilized samples, the half-lives for hydrogen peroxide were 5,3 hours e 1,1 hours** in the Beaver Dan Lake and Bar-H Lake waters respectively. For the **sterilized samles, the half-lives for hidrogen peroxide were over 80 hours for both systems**.*

https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-000595_12-Jul-07_a.pdf

Novamente, ressalta o teste que a degradação do peróxido de hidrogênio foi estudada em amostras de **água esterilizada** e **não esterilizada** do Lago Beaver Dam e Lago Bar-H, ambos no Canadá. Para as amostras **não esterilizadas**, as meias-vidas do peróxido de hidrogênio foram de **5,3 horas** e **1,1 horas** nas águas do Lago Beaver Dan e Lago Bar-H, respectivamente. Para as **amostras de águas esterilizadas**, a meia-vida do peróxido de hidrogênio foi superior a **80 horas para ambos os sistemas** (USEPA, 2007).

Em resumo para que o peróxido de hidrogênio mantenha uma residual em **ÁGUA DE PISCINA**, o referido meio aquoso **deve ser todo esterilizado**, ou seja, toda a contaminação deve ser eliminada, logicamente, é impossível alcançar esse nível de descontaminação em águas de piscinas.

4.2- U.S. Department of Health and Human Services // CDC - Centers for Disease Control and Prevention

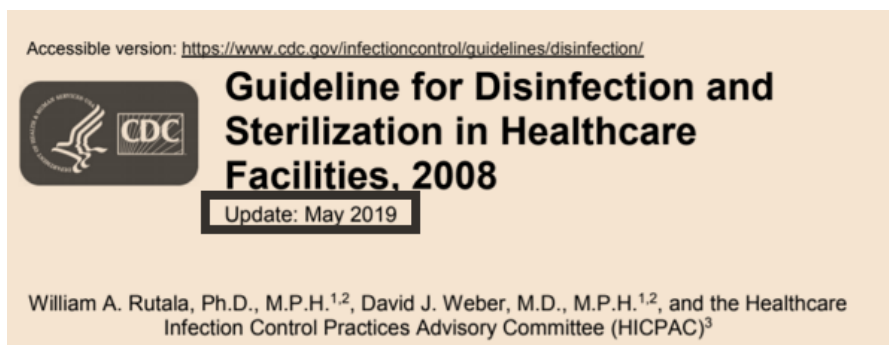
O CDC faz as mesmas indicações de uso para o Peróxido de Hidrogênio em 2008 e 2019, ressaltando que o peróxido de hidrogênio 3% disponível comercialmente é um desinfetante estável e eficaz quando **USADO EM SUPERFÍCIES INANIMADAS**.



<https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/disinfection/disinfection-methods/chemical.html>

Uses.

Commercially available 3% hydrogen peroxide is a stable and effective disinfectant when used on inanimate surfaces. It has been used in concentrations from 3% to 6% for disinfecting soft contact lenses (e.g., 3% for 2–3 hrs)^{653, 671, 672}, tonometer biphisms⁵¹³, ventilators⁶⁷³, fabrics³⁹⁷, and endoscopes⁴⁵⁶. Hydrogen peroxide was effective in spot-disinfecting fabrics in patients' rooms³⁹⁷. Corneal damage from a hydrogen peroxide-soaked tonometer tip that was not properly rinsed has been reported⁶⁷⁴. Hydrogen peroxide also has been instilled into urinary drainage bags in an attempt to eliminate the bag as a source of bladder bacteriuria and environmental contamination⁶⁷⁵. Although the instillation of hydrogen peroxide into the bag reduced microbial contamination of the bag, this procedure did not reduce the incidence of catheter-associated bacteriuria⁶⁷⁵.

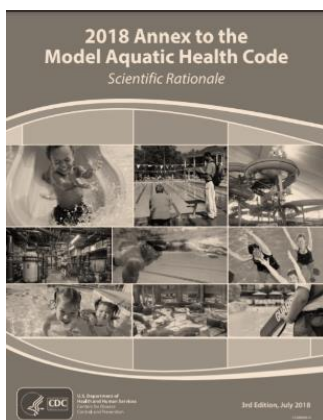


Last update: **May 2019** 48 of 163

Uses. Commercially available 3% hydrogen peroxide is a stable and effective disinfectant when used on inanimate surfaces. It has been used in concentrations from 3% to 6% for disinfecting soft contact lenses (e.g., 3% for 2–3 hrs)^{653, 671, 672}, tonometer biprisms⁵¹³, ventilators⁶⁷³, fabrics³⁹⁷, and endoscopes⁴⁵⁶. Hydrogen peroxide was effective in spot-disinfecting fabrics in patients' rooms³⁹⁷. Corneal damage from a hydrogen peroxide-soaked tonometer tip that was not properly rinsed has been reported⁶⁷⁴. Hydrogen peroxide also has been instilled into urinary drainage bags in an attempt to eliminate the bag as a source of bladder bacteriuria and environmental contamination⁶⁷⁵. Although the instillation of hydrogen peroxide into the bag reduced microbial contamination of the bag, this procedure did not reduce the incidence of catheter-associated bacteriuria⁶⁷⁵.

• **USOS.** O peróxido de hidrogênio a 3% disponível comercialmente **É UM DESINFETANTE ESTÁVEL E EFICAZ QUANDO USADO EM SUPERFÍCIES INANIMADAS**. Tem sido usado em concentrações de 3% a 6% para desinfetar o contato macio de lentes (por exemplo, 3% para 2–3 horas)^{653, 671, 672}, biprismas tonômetro⁵¹³, ventiladores⁶⁷³, tecidos³⁹⁷ e endoscópios⁴⁵⁶. O peróxido de hidrogênio foi eficaz na desinfecção localizada de tecidos nos quartos dos pacientes³⁹⁷. Danos na córnea de uma ponta de tonômetro embebida em peróxido de hidrogênio que não foi devidamente enxaguada foi relatada⁶⁷⁴.

Veja no documento específico para **águas recreativas** do “U.S. Department of Health and Human Services // CDC - Centers for Disease Control and Prevention” (CDC, 2018), note quantas vezes é repetido que o Peróxido **é para superfícies e não está registrado na USEPA como desinfetante** e que ele **não é um efetivo desinfetante**.



<https://www.cdc.gov/mahc/pdf/2018-MAHC-Annex-Clean-508.pdf>

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.

4.7.3.4.5 Ultraviolet Light / Hydrogen Peroxide Systems

Hydrogen peroxide is used as a hard surface DISINFECTANT and has been granted registration for this purpose by the EPA. When used as a hard surface DISINFECTANT, hydrogen peroxide is normally used at around 3%.

O peróxido de hidrogênio é **usado como um DESINFETANTE de superfície dura e foi registrado para este propósito pela EPA**. Quando usado como um DESINFETANTE de superfície dura, o peróxido de hidrogênio é normalmente usado em torno de 3%.

When used in recreational water, hydrogen peroxide is used at 27 to 100 ppm (mg/L), which is 1111 and 300 times, respectively, more dilute than that used on hard surfaces. At these low concentrations hydrogen peroxide is not an effective DISINFECTANT.

Quando usado em águas recreativas, o peróxido de hidrogênio é usado de 27 a 100 ppm (mg/L), que é 1111 e 300 vezes, respectivamente, mais diluído do que o usado em superfícies duras. **Nessas baixas concentrações, O PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NÃO É UM DESINFETANTE EFICAZ.**

Thus, UV/peroxide systems do not provide a persistent DISINFECTANT in the bulk of the water in the AQUATIC VENUE. Further, hydrogen peroxide is not registered by the EPA for use as a DISINFECTANT in recreational water.

Assim, os sistemas UV / peróxido **não fornecem um DESINFETANTE persistente na maior parte da água** no ESPAÇO AQUÁTICO. Além disso, **O PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NÃO É REGISTRADO PELA EPA PARA USO COMO DESINFETANTE EM ÁGUAS RECREATIVAS.**

*Since it **is not EPA-REGISTERED**, the use of hydrogen peroxide as a DISINFECTANT, or any market claims that implies hydrogen peroxide provides any biological control, is a violation of FIFRA. UV/peroxide system should not be used as a SUPPLEMENTAL TREATMENT SYSTEM on CHLORINE treated AQUATIC VENUES.*

Uma vez que **NÃO É REGISTRADO NA EPA**, o uso de peróxido de hidrogênio como um DESINFETANTE, ou qualquer reivindicação de mercado que implique que o peróxido de hidrogênio forneça qualquer controle biológico, é uma violação da FIFRA. O sistema UV/peróxido não deve ser usado como SISTEMA DE TRATAMENTO COMPLEMENTAR em VENUS AQUÁTICOS tratados com CLORO.

(FIFRA - Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act)

The addition of hydrogen peroxide to a CHLORINE-treated POOL will inactivate the HOCl. If sufficient hydrogen peroxide is added, the HOCl will be completely eliminated and no DISINFECTANT for inactivation of pathogenic organisms will remain.

A adição de peróxido de hidrogênio a uma PISCINA tratada com CLORO inativará o HOCl. Se for adicionado peróxido de hidrogênio suficiente, o HOCl será completamente eliminado e nenhum DESINFETANTE para inativação de organismos patogênicos permanecerá.

Hydrogen peroxide is not an EPA-registered DISINFECTANT or SANITIZER in recreational water. Based on data summarized ^{393,394}, its use as a DISINFECTANT at the levels typically recommended for FLOATATION TANKS (50-100 pm) is unlikely to be effective. However, some operators use hydrogen peroxide as a water conditioner, with no claims of DISINFECTION efficacy. This use is acceptable as long as its use is consistent with EPA label requirements.

O PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NÃO É UM DESINFETANTE OU SANITIZADOR REGISTRADO NA EPA EM ÁGUAS RECREATIVAS. Com base nos dados resumidos em ^{393,394}, seu uso como DESINFETANTE nos níveis tipicamente recomendados para TANQUES DE FLUTUAÇÃO (50-100 pm) **É IMPROVÁVEL QUE SEJA EFICAZ.** No entanto, alguns operadores **usam peróxido de hidrogênio como UM CONDICIONADOR DE ÁGUA, SEM ALEGAR EFICÁCIA NA DESINFECCÃO.** Este uso é aceitável, desde que seja consistente com os requisitos do rótulo da EPA.

Indica o CDC - Centers for Disease Control and Prevention em seu documento (CDC, 2018) para águas recreativas duas referências bibliográficas do CCEH - National Collaborating Centre Health vinculado ao “Environmental Health Public Health Agency of Canada (PHAC)”, que corresponde ao setor de saúde do Canadá, referências BEAUDET, EYKELBOSH (2016) e EYKELBOSH, BEAUDET (2016).

393 BEAUDET, S.; EYKELBOSH, A. Float tanks: Review of current guidance and considerations for public health inspectors. Vancouver, BC: National Collaborating Centre for Environmental Health; July 2016. http://www.nccch.ca/sites/default/files/Float_Tanks_Review_Current_Guidance_July_2016.pdf. Accessed April 23, 2018.

394 EYKELBOSH, A.; BEAUDET, S. Float tanks: Considerations for environmental public health. Vancouver, BC: National Collaborating Centre for Environmental Health; July 2016. Available from: http://www.nccch.ca/sites/default/files/Float_Tanks_Considerations_EPH_July_2016.pdf. Accessed April 23, 2018.

A seguir veja, os documentos do CCEH (National Collaborating Centre Health) do Canadá que afirmam sobre o peróxido de hidrogênio, de forma muito clara, que **o H₂O₂ é, na melhor das hipóteses, um oxidante moderado da matéria orgânica e não tem um resíduo duradouro,** não é considerado **um desinfetante aceitável para águas recreativas pois H₂O₂ sozinho seria inadequado para uso e H₂O₂ na faixa daquelas usadas (20-100 ppm, ou ~0,002-0,010%) alcançam pouca ou nenhuma redução em patógenos viáveis ao longo de um período de tempo consistente.**



National Collaborating Centre
for Environmental Health
Centre de collaboration nationale
en santé environnementale

Float Tanks: Considerations for Environmental Public Health

2016

Angela Eykelbosh^a and Shelley Beaudet^b

However, without a catalyst to stimulate the production of hydroxyl free radicals ($\bullet\text{OH}$), H_2O_2 is at best a moderate oxidizer of organic matter and does not have a long-lasting residual. It is not considered an acceptable disinfectant for recreational water under the Model Aquatic Health Code (MAHC).

Entretanto, sem um catalisador para estimular a produção de radicais livres hidroxila ($\bullet\text{OH}$), o H_2O_2 é, na melhor das hipóteses, um oxidante moderado da matéria orgânica e não tem um resíduo duradouro. Não é considerado um desinfetante aceitável para águas recreativas de acordo com o Modelo de Código de Saúde Aquática (MAHC).

Laboratory studies using cell suspension assays have found that H_2O_2 concentrations in the range of those used in float tanks (20–100 ppm, or ~0.002-0.010%) achieve little to no reduction in viable pathogens over a timeframe consistent with the interval between float clients.

Estudos de laboratório usando ensaios de suspensão de células descobriram que as concentrações de H_2O_2 na faixa daquelas usadas em tanques flutuantes (20-100 ppm, ou ~0,002-0,010%) ALCANÇAM POUCA OU NENHUMA REDUÇÃO EM PATÓGENOS VIÁVEIS ao longo de um período de tempo consistente com o intervalo entre a flutuação clientes



National Collaborating Centre
for Environmental Health
Centre de collaboration nationale
en santé environnementale

JULY 2016

Float Tanks: Review of Current Guidance and Considerations for Public Health Inspectors

2016

Shelley Beaudet^a and Angela Eykelbosh^b

H_2O_2 with UV is permitted in float facilities, although operators are cautioned to ensure that UV lamps are in good working order as H_2O_2 alone would be unsuitable for use.


H_2O_2 com UV é permitido em instalações flutuantes, embora os operadores sejam advertidos para garantir que as lâmpadas UV estejam em boas condições de funcionamento, POIS H_2O_2 SOZINHO SERIA INADEQUADO PARA USO.

Finalmente é importante ressaltar que até o uso de peróxido de hidrogênio em sistemas com outra forma de desinfecção **estão sendo proibidas**, em função de não manter residual, em função de apresentar dificuldade no processo de desinfecção química, em função de ser difícil usá-lo para fins de desinfecção porque é altamente reativo e não mantém um nível residual mensurável para cálculos de Ct “*in loco*”, em testes de laboratório os valores encontrados para o Ct são muito altos.

Através do “*Manual of Naval Preventive Medicine*” (MIL, 2020), a Marinha dos Estados Unidos, permite **até outros processos de desinfecção**, mas, impõe que o **ORP deve ser mantido dentro de faixas adequadas com uma LEITURA MÍNIMA NÃO INFERIOR a 650 milivolts**. No mesmo documento em item específico indica como práticas proibidas de desinfecção: **a) Os sistemas de combinação de luz ultravioleta e peróxido de hidrogênio SÃO PROIBIDOS PARA USO COMO UM DESINFETANTE; b) O cloridrato de polihexametileno biguanida É PROIBIDO PARA USO COMO DESINFETANTE; c) O dióxido de cloro não é permitido para uso enquanto os nadadores estão na água.**

Bureau of Medicine and Surgery
7700 Arlington Blvd., Falls Church, VA 22042

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



Manual of Naval Preventive Medicine

CHAPTER 4
RECREATIONAL WATER FACILITIES

Chapter 4

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

RECREATIONAL WATER FACILITIES

CHAPTER 4
RECREATIONAL WATER FACILITIES

4. Periodic testing is necessary to check and maintain the recommended ion concentrations. Copper test kits are normally supplied by the ionizer manufacturer. Silver ion concentrations are usually estimated by applying a conversion factor to measured copper.

4-50. Prohibited Disinfection Practices

1. Ultraviolet light and Hydrogen peroxide combination systems are prohibited for use as a disinfectant.
2. Polyhexamethylene biguanide hydrochloride is prohibited for use as a disinfectant.
3. Chlorine dioxide is not permitted for use while swimmers are in the water.

Nessa publicação a informação sobre H₂O₂ indica que, é um líquido instável, altamente reativo e não deve ser usado como desinfetante de água independente ou bactericida (OSINSKI, 2006).



Aquatic Consulting Services

1220 Rosecrans Street #915 • San Diego • California • 92106

Pool Tip #36: Hydrogen Peroxide Oxidation

Hydrogen peroxide (H₂O₂), used for pool water treatment in a 35% concentration by weight in solution, is an unstable, highly reactive, non flammable, colorless liquid primarily used as an oxidizing agent in pools in combination with ultraviolet light or PHMB sanitizers. Hydrogen peroxide should not be used as a stand alone water sanitizer or bactericide, even though it is commonly used in 3% concentration as a topical antiseptic to combat selected microorganisms. Hydrogen peroxide has a relative oxidation power, based on

O peróxido de hidrogênio (H₂O₂), usado para tratamento de água de piscina em uma concentração de 35% por peso em solução, **É UM LÍQUIDO INSTÁVEL, ALTAMENTE REATIVO**, não inflamável e incolor usado principalmente como um **AGENTE OXIDANTE EM PISCINAS EM COMBINAÇÃO COM LUZ ULTRAVIOLETA** ou sanitizantes PHMB. O peróxido de hidrogênio **NÃO DEVE SER USADO COMO DESINFETANTE DE ÁGUA INDEPENDENTE OU BACTERICIDA**, embora seja comumente usado na concentração de 3% como um antisséptico tópico para combater microrganismos selecionados.

Fonte: OSINSKI, 2006.

4.3- Europa

Por indicação das redes o(s) autor(es) e dos fake-news do conhecimento já apresentados, encaminharam a mensagem transcrita **ipsis litteris**:

Vamos de polêmica?

Vocês conhecem o GREEN TO BLUE da empresa que lê de trás para frente e de frente para trás correto?!

Vocês sabiam que eles possuem esse produto de outro jeito na EUROPA?

<https://www.c-piscine.com/en/treatment/671-green-to-blue-hth>

Agora me pergunto, pq no brasil o produto é PAC e CLORO, e na Europa é Peróxido 35%?!

Ué, mas peróxido não era aceito na EUROPA... esqueci. Ué a empresa deles tá agindo ilegalmente na Europa?! Ou o “Mestre” se equivocou de novo?! (grifo nosso)

Nitidamente mais uma vez, os autor(es) do texto, no seu descontrole emocional, se equivocam, e confundem “tratamento **de água de piscina**” com “tratamento **de água potável**”.

Como já apresentado em páginas anteriores, por indicação de COSTA (2021) através de e-mail encaminhado ao autor desse review, foi indicado o link da empresa LENNTECH, veja a referência LENNTECH (2021), **correspondente ao site de uma empresa com informações sobre peróxido de hidrogênio**.


A maior surpresa foi que a própria indicação de referência bibliográfica, pelo autor(es), informa que o **peróxido de hidrogênio NÃO É MENCIONADO** na **Directiva 98/83/EC (Conselho da Comunidade Europeia), de 3 de novembro de 1998** relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano. Em resumo, **não se pode utilizar**

peróxido de hidrogênio no tratamento da água potável na Europa.

Novamente, o que demonstra que a afirmação “*permite a formulação e uso de produtos à base de peróxido de hidrogênio no Tratamento de Água Potável*” é mais uma informação incorreta, que está sendo transferida pelas redes sociais. Para que não se esqueçam, a nova **Diretiva (UE) 2020/2184 do Conselho e Parlamento Europeu** (CE, 2020), de 16 de dezembro de 2020, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano (reformulação) e foi aprovada pelo Parlamento Europeu, se manteve a condição de **não mencionar o peróxido de hidrogênio.**

Vamos encontrar nova incoerência na mensagem transcrita anteriormente.

Reafirmando mais uma vez, esse produto e link foi(ram) indicado(s) pelo(s) autor(es) dos fake-news distribuídos nas redes sociais.



Composition:

- Contains 35% of hydrogen peroxide and peracetic acid.

Specifications:

- Fast action.
- Compatible with all types of treatment (chlorine, bromine, oxygen).
- Compatible with all types of filtration.
- Algicidal action and disinfection reinforced by the presence of peracetic acid.
- Environmentally friendly product at recommended dosages.
- Suitable for all type of water, even very hard water.

<https://www.c-piscine.com/en/treatment/671-green-to-blue-hth#tabs-infos>

Ação rápida.

Compatível com todos os tipos de tratamento (cloro, bromo, oxigênio).

Compatível com todos os tipos de filtração.

Ação algicida e desinfecção reforçada pela presença de ÁCIDO PERACÉTICO.

Produto amigo do ambiente nas dosagens recomendadas.

Adequado para todos os tipos de água, até mesmo águas muito duras.

Em função da falta de raciocínio lógico do(s) autor(es), não conseguiram notar, que, na constituição do produto existe além do **Peróxido de Hidrogênio** o **Ácido Peracético.**

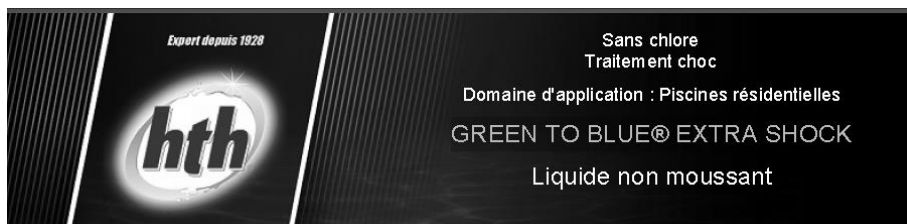
O ácido peracético (acetil hidroperóxido ou ácido peroxiacético) é um líquido incolor, com pH ácido, alto teor oxidante, não corante, odor avinagrado, corrosivo para metais é um forte desinfetante com largo espectro de atividade antimicrobiana, em baixas concentrações tem ação efetiva contra todos os microrganismos e esporos bacterianos, é estável em ampla faixa de temperatura (0 a 40°C) e pequenas variações de pH. É usado em várias indústrias incluindo a de processamento de alimentos, bebidas, médica, farmacêutica, têxtil, de polpa e de papel. Devido às suas propriedades bactericidas, virucidas, fungicidas e esporicidas, seu uso como desinfetante tem aumentado (SOUZA, DANIEL, 2005; NASCIMENTO, CUNHA JUNIOR, SILVA, LEÃO, SANTOS, 2015).

A presença do ácido peracético muda completamente o perfil do referido produto, apresentando além da **propriedade algicida vinculada ao peróxido de hidrogênio**, um processo de desinfecção, ressaltando-se que **não mantém residual.**

Inclusive ressalta na descrição do produto que é compatível com todos os tipos de tratamento, **até com derivado clorado**. Indica que **após as algas serem removidas** (cerca de 48 horas depois), reinicie o tratamento usual.

O próximo produto é originário da França e vai confirmar mais um **fake-news do conhecimento** que é distribuído nas mídias sociais no Brasil envolvendo **tratamento de água de piscina**.

Será uma grande surpresa a constituição química desse produto, seus princípios ativos e a sua indicação de uso!



https://www.hthpiscine.fr/download.php?id=43&id_info=79

CARACTERISTIQUES

- Action algicide renforcée grâce à la combinaison de 2 actifs biocides
- Action algicide choc et puissante (peroxyde d'hydrogène)
- Action algicide rémanente (ammonium quaternaire)
- Produit «sans chlore actif» donc sans production de dérivés gênants (chloramines, stabilisant)
- Compatible avec tout équipement de filtration
- Non moussant
- Convient pour toutes les eaux, mêmes très dures
- Compatible (en solution) avec les produits chlorés, bromés, oxygénés
- Produit de rattrapage idéal des eaux de piscines traitées au chlore et qui verdissent en raison de problèmes de sur-stabilisation.

COMPOSITION

Contient du peroxyde d'hydrogène en solution 34 % et du chlorure d'ammonium quaternaire polymérisé (20 g/l)

Fonte: HTH, 2019.

Características

- Maior ação algicida graças à combinação de **2 ingredientes ativos biocidas**
- **ACÇÃO ALGICIDA DE CHOQUE E PODEROSA (peróxido de hidrogênio)**
- **ACÇÃO ALGICIDA PERSISTENTE (amônio quaternário)**
- Produto "sem cloro ativo", portanto, sem produção de derivados problemáticos (cloraminas, estabilizante)
- Compatível com todos os equipamentos de filtração
- Não formador de espuma
- Adequado para todas as águas, mesmo muito difíceis
- **Compatível (em solução) com produtos clorados, bromados e oxigenados**
- Produto corretivo ideal para águas de piscinas tratadas com cloro e que ficam verdes devido a problemas de estabilização excessiva.

Contém solução de **peróxido de hidrogênio a 34%** e **cloreto de amônio quaternário polimerizado** (20 g/l)

OBS.: O produto vendido na França, comprova de modo claro, o que é vendido no Brasil, como um tratamento alternativo, inovador, sanitizante com **peróxido de hidrogênio e quaternário de amônio** é na verdade um tratamento com **uma dupla de ALGICIDAS**,

um **algicida de choque** (Peróxido de Hidrogênio) e um **algicida persistente** (Quaternário de Amônio), sem capacidade de **desinfecção química**, contra vírus, protozoários, etc..., simples assim, é um: **Algicida!**

Indico a todos que visitem www.aguaseaquas.com, clicar em “downloads”, clicar em “águas de piscinas” e façam download do arquivo “**NEW REVIEW - QUATERNÁRIO DE AMÔNIO**”, as respostas a todas as dúvidas/questões, estão disponíveis sobre “Quaternários de Amônio” (QUATs ou QUACs) que envolvem sua capacidade de ação, estrutura química, tipos e gerações.

5a) O peróxido de hidrogênio tem Ct contra todos os microrganismos?

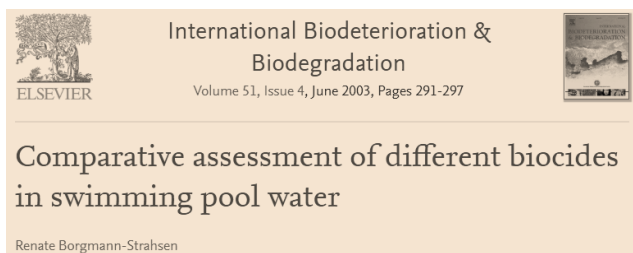
R: Não. Em função da instabilidade que dificulta a determinação do Ct. Alguns testes foram realizados SOMENTE EM LABORATÓRIO, mas, os valores encontrados são altos que inviabilizam o uso, por isso, todas as publicações disponíveis, sem interesse comercial, **não o indicam como um desinfetante.**

A USEPA - U.S. Environmental Protection Agency em seu documento “**Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual**” (USEPA, 1999), ressalta que, um dos fatores mais importantes para determinar ou prever a eficiência germicida de qualquer desinfetante é o fator CT, uma versão da lei Chick-Watson (CHICK, 1908; WATSON, 1908).

O fator CT é definido como o produto da concentração residual do desinfetante, C, em mg / L, e o tempo de contato, T, em minutos, que o desinfetante residual está em contato com a água.

O Peróxido de Hidrogênio, segundo EPA (2011), é difícil usá-lo para fins de desinfecção porque é altamente reativo e não mantém um nível residual mensurável para cálculos de Ct. A dificuldade em verificar sistemas de peróxido em uso o torna impróprio para uso como desinfetante de água potável.

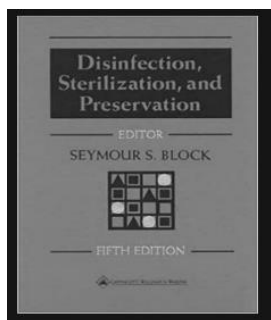
A referência BORGMANN-STRAHSEN (2003) que resume toda a informação sobre peróxido de hidrogênio e o seu uso no tratamento de águas de piscinas.



Abstract

The test results confirm the very good killing activity of sodium hypochlorite versus microorganisms 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.

Os resultados do teste confirmam a excelente atividade de eliminação do hipoclorito de sódio em relação aos microrganismos relevantes para a área da piscina. **PRODUTOS À BASE DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO, COM OU SEM ÍONS DE PRATA, NÃO SÃO, do ponto de vista microbiológico, UMA ALTERNATIVA REAL À DESINFECÇÃO COM CLORO EM PISCINAS.**



O livro “Disinfection, Sterilization and Preservation”, é uma referência mundial na área de desinfecção, veja a seguir os Ct indicados para o peróxido de hidrogênio, para bactérias, nota-se, que, **os valores são extremamente altos, com variação de 51.000 a 540.000 (mg/L.min).**

BLOCK, S. S. (Ed.) **Disinfection sterilization and preservation**, 5.ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 1162p. 2001. (Fonte: Adaptado BLOCK, 2001)

Organismo	Concentração (ppm)	Tempo de letalidade (min)	Ct	Temperatura (°C)	Referência
Bactéria					
<i>Staphylococcus aureus</i>	25.8 x 10 ⁴	0.2	51.600	24	TOLEDO et al., 1973.
<i>Escherichia coli</i>	1.000	60	60.000	-	KUNZMANN, 1934.
<i>Bacillus subtilis</i>	500	420 – 1.080	210.000 – 540.000	37	NAMBUDRI-PAD et al., 1949.
<i>Bacillus cereus</i>	500	420 – 1.080	210.000 – 540.000	37	NAMBUDRI-PAD et al., 1949.

Segundo WOLF (2020) quando se utiliza **peróxido de hidrogênio a 3%**, o tempo mínimo de permanência de **10 minutos é necessário para matar o coronavírus**. Esses valores indicam um **Ct para o peróxido de hidrogênio de 300.000 mg/L.min.**



3% Hydrogen Peroxide

When using 3% hydrogen peroxide, apply the product undiluted on the surface of the item to be cleaned and decontaminated. If the item is very soiled, it should be cleaned first before applying the hydrogen peroxide, as organic materials may reduce the effectiveness of hydrogen peroxide as a virucide. (A minimum dwell time of 10 minutes is needed to kill the coronavirus.) Care should be taken with fabrics or other items that might be discolored as a 3% concentration might cause discoloration. If discoloration is a concern, test a small

https://www.mtas.tennessee.edu/system/files/knowledgebase/original/MTAS_Use%20of%20Hydrogen%20Peroxide%20for%20Coronavirus%20Disinfection.pdf

Veja resultados da pesquisa EYKELBOSH, BEAUDET (2016) onde avalia o valor do Ct para alguns organismos conhecidos da água de piscina. Quanto se avalia o Ct para o protozoário *Cryptosporidium parvum*, encontra-se valores que variam de 600.000 a 1.200.000, o valor do Ct para *Enterococcus faecium* é da ordem de 300.000. Ressalta-se ainda que esse valores foram obtidos em **água destilada e esterilizada.**

Apenas para uma comparação o Ct da *Escherichia coli* é 0,25 (mg/L.min) para o **ácido hipocloroso (CRL)** (proveniente de um derivado clorado), pH 7 e temperatura de 24°C, logo, o tempo necessário **para usa inativação com 1 ppm de CRL é de 0,25 min (15 segundos)** (CDC, 2012).

O Ct do **PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO para a *Escherichia coli* é 4.500 (mg/L.min)**

(EYKELBOSH, BEAUDET, 2016), logo o tempo necessário para sua inativação com **1 ppm de H₂O₂** é de **4.500 min (270.000 segundos), ou 75 horas, ou mais de 3 dias.**

Para o *Cryptosporidium parvum* o Ct para o CRL é de **15.300 (mg/L.min)** (ANSI/APSP, 2009; CDC, 2016), logo o tempo necessário **para sua inativação com 1 ppm de CRL é de 15.300 min (918.000 segundos), ou 10, 6 dias.**

Para o *Cryptosporidium parvum* o Ct para o **PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO** é de **1.200.000 (mg/L.min)** (EYKELBOSH, BEAUDET, 2016), logo o tempo necessário **para sua inativação com 1 ppm de H₂O₂ é de 1.200.000 min (72.000.000 segundos), ou 20.000 horas, OU 833,33 DIAS, OU 2,3 ANOS.**

QUADRO 1- Ensaios de laboratório examinando a **eficácia do peróxido de hidrogênio contra patógenos comumente encontrados em águas recreativas.** As durações de teste (10-30 minutos) são apresentadas aqui, pois elas representam melhor o intervalo entre os clientes.

Organismo	Meio	Concentração H ₂ O ₂ (ppm)	Log redução	Tempo duração do teste (min)	Ct (mg/L.min)
<i>Candida albicans</i>	Água artificial de piscina	150	0	30	4.500
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Água destilada	30.000	2	20	600.000
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Água destilada	60.000	>3	20	1.200.000
<i>Enterococcus faecium</i>	Água esterilizada	30.000	0,9	10	300.000
<i>Enterococcus faecalis</i>	Água peptonada	150	0,11	10	1.500
<i>Escherichia coli</i>	Água artificial de piscina	150	0,13	30	4.500
<i>Legionella pneumophila</i>	Água artificial de piscina	150	0,41	30	4.500
<i>Legionella pneumophila</i>	Tampão	1.000	<3	30	30.000
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Água artificial de piscina	150	0,16	30	4.500
<i>Staphylococcus aureus</i>	Água artificial de piscina	150	0,33	30	4.500

Fonte: Adaptado EYKELBOSH, BEAUDET, 2016.

A ineficiência do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) se comprova por publicações do **CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services / U.S. Department of Housing and Urban Development.**

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

2023 MAHC ANNEX 5.0 Aquatic Facility Operation and Maintenance 162

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

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

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

2023 MAHC ANNEX 5.0 Aquatic Facility Operation and Maintenance 162

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

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

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

Apesar de todas as publicações anteriores indicarem que o peróxido de hidrogênio não é um sanificante, pela instabilidade e da impossibilidade de possuir um Ct, existe publicação no Brasil que indica seu uso no processo de desinfecção de água potável como se fosse eficiente.

RAMOS, R. O.; ALBUQUERQUE, M. V. C.; CARTAXO, A. S. B.; SILVA, M. C. C. P.; et al. Validação de método espectrofotométrico para determinação do teor de H₂O₂ em água de abastecimento público. *Brazilian Journal of Development*. v.6. n.8. p.61828-61836. August 2020.

Brazilian Journal of Development

Validação de método espectrofotométrico para determinação do teor de H₂O₂ em água de abastecimento público

Validation of the spectrophotometric method for determining the content of H₂O₂ in public supply water

Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 8, p. 61828-61836 aug. 2020. ISSN 2525-8761

Nota-se no parágrafo a seguir que os autores afirmam que o H_2O_2 sozinho não possibilita sequer a oxidação de poluentes, que é preciso combiná-lo com outros agentes químicos.

e 0,87 V, respectivamente, para pH 0 e 14. No entanto, o peróxido de hidrogênio sozinho não

Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 8, p. 61828-61836 aug. 2020. ISSN 2525-8761

Brazilian Journal of Development

possibilita a oxidação de compostos poluentes, sendo necessário combiná-lo com outros agentes químicos e físicos para geração de radicais hidroxila. Esses agentes incluem o íon ferroso, o ozônio e a radiação UV (Aoudj et al., 2018). O uso do peróxido de hidrogênio como oxidante possui

No parágrafo a seguir os autores ressaltam o risco do residual de peróxido a saúde da população, no caso da água destinada ao abastecimento público.

O monitoramento dos níveis deste composto é indispensável, uma vez que, a presença de peróxido residual pode causar sérios danos ao meio ambiente, no caso de águas residuais tratadas, ou sérios danos a saúde da população, no caso de água destinada ao abastecimento público. Para

Nota-se no parágrafo referente a conclusão, uma grande incoerência, em todo o texto do referido artigo **em nenhum momento é apresentada qualquer relação do H_2O_2 como agente sanitizante**, mas, na conclusão os autores ressaltam o uso do peróxido de hidrogênio **como um agente de desinfecção**, utilização contrária a todas as publicações anteriores, pela instabilidade e falta de determinação de um Ct.

4 CONCLUSÃO

A análise de mérito demonstrou que o método desenvolvido atende todas as preconizações estabelecidas pela ANVISA/INMETRO, para os parâmetros de validação determinados. Foram obtidos coeficiente de correlação de 0,99, coeficiente de variação de 3,7%, limite de detecção de $0,65 \text{ mg L}^{-1}$ e de quantificação de $LQ = 2,17 \text{ mg L}^{-1}$ e exatidão de 97 %. O desenvolvimento do método é uma importante contribuição ambientes de pesquisas e aplicações de tratamento de água que utilizem peróxido de hidrogênio como agente de desinfecção.

A pesquisa de LINLEY, DENYER, MCDONNELL, SIMONS, MAILLARD (2012) apresenta no seu texto novas informações e **confirma que o radical $OH\bullet$ (hidroxil) não é o principal responsável pelo processo oxidação, o radical oxidante é o RADICAL FERRYL formado a partir ferro associado ao DNA, NÃO HIDROXIL**. Apesar dos extensos estudos sobre a toxicidade do peróxido de hidrogênio, o mecanismo de sua ação como biocida requer mais investigação.

J Antimicrob Chemother 2012; **67**: 1589–1596
doi:10.1093/jac/dks129 Advance Access publication 24 April 2012

Use of hydrogen peroxide as a biocide: new consideration of its mechanisms of biocidal action

Ezra Linley¹, Stephen P. Denyer¹, Gerald McDonnell², Claire Simons¹ and Jean-Yves Maillard^{1*}

Hydrogen peroxide is extensively used as a biocide, particularly in applications where its decomposition into non-toxic by-products is important. Although increasing information on the biocidal efficacy of hydrogen peroxide is available, there is still little understanding of its biocidal mechanisms of action. This review aims to combine past and novel evidence of interactions between hydrogen peroxide and the microbial cell and its components, while reflecting on alternative applications that make use of gaseous hydrogen peroxide. It is currently believed that the Fenton reaction leading to the production of free hydroxyl radicals is the basis of hydrogen peroxide action and evidence exists for this reaction leading to oxidation of DNA, proteins and membrane lipids *in vivo*. Investigations of DNA oxidation suggest that the oxidizing radical is the ferryl radical formed from DNA-associated iron, not hydroxyl. Investigations of protein oxidation suggest that selective oxidation of certain proteins might occur, and that vapour-phase hydrogen peroxide is a more potent oxidizer of protein than liquid-phase hydrogen peroxide. Few studies have investigated membrane damage by hydrogen peroxide, though it is suggested that this is important for the biocidal mechanism. No studies have investigated damage to microbial cell components under conditions commonly used for sterilization. Despite extensive studies of hydrogen peroxide toxicity, the mechanism of its action as a biocide requires further investigation.

Fonte: LINLEY, DENYER, MCDONNELL, SIMONS, MAILLARD, 2012.

....refletindo sobre aplicações alternativas que fazem uso de peróxido de hidrogênio gasoso....

... Investigações da oxidação do DNA sugerem que o radical oxidante é o radical ferryl formado a partir ferro associado ao DNA, não hidroxil....

...que o peróxido de hidrogênio em fase de vapor é um oxidante de proteína mais potente do que o peróxido de hidrogênio em fase líquida...

... Apesar dos extensos estudos sobre a toxicidade do peróxido de hidrogênio, o mecanismo de sua ação como biocida requer mais investigação.

6a) É viável do ponto de vista da Química a proposta de avaliar a presença da existência resíduo de peróxido hidrogênio na água de uma piscina usando o hipoclorito de sódio (água sanitária)?

R.: Não. Está no final da resposta a explicação química da impossibilidade de avaliar a presença de resíduo de peróxido da forma indicada no procedimento transcrito a seguir, com as concentrações usais de peróxido de hidrogênio em águas de piscinas (0,005% a 0,01%).

Essa pergunta surge em função de mais uma mensagem nas redes sociais, com erros absurdos no que tange a Química Analítica, envolvendo estequiometria química, transcrita *ipsis litteris*:

É nítido que o peróxido mantém residual em água, e que sua duração pode levar dias. Um teste simples para se fazer em casa e ver se o peróxido está ativo na água, é pegar em um balde a água da piscina que contenha peróxido e aplicar uma colher de cloro na água recolhida. Caso aconteça uma reação efervescente, é sinal de que a concentração de peróxido estar alta. (grifo nosso)

Veja algumas inconsistências na informação apresentada para a metodologia:

- ...**pegar um balde**, mas, o **balde tem qual capacidade?** 2 L, 5L, 10 L?
- ...**Qual a quantidade aproximada de água será colocada no balde?** 500 mL, 1.000 mL?
- **Uma colher de cloro na água recolhida. Qual o tamanho da colher?**
(colher de sopa = 15 mL; colher de sobremesa = 10 mL; colher de chá = 5 mL; colher de café = 2,5 mL)
- ...**de cloro!** É um derivado clorado líquido ou sólido!!
- Se é um **derivado clorado sólido** qual a massa a ser adicionada? **É qualquer massa?**
- **Qualquer derivado clorado** com qualquer concentração de princípio ativo?
- **A colher é cheia ou pela metade?**
- **Não existe qualquer restrição quanto a estequiometria na reação química?**
- **O pH da água da piscina não vai interferir?**
- **O cloro adicionado vai reagir somente com o peróxido de hidrogênio?**
- **A metodologia funciona quantos dias depois de colocado peróxido de hidrogênio na água da piscina?**

Outro aspecto é que a reação química, que envolve a referida metodologia é a do CRL (Cloro Residual Livre – $\text{HClO} + \text{ClO}^-$) com peróxido de hidrogênio (H_2O_2).

Segundo a metodologia **o pH da ÁGUA DA PISCINA não vai interferir** para que essa reação ocorra! Lembrando, que, o peróxido de hidrogênio reage com o íon hipoclorito (ClO^-) cuja presença é **totalmente dependente do pH do meio aquoso!!**

Quando se adiciona um derivado clorado (como diz os autores: *o cloro*) em uma **ÁGUA DE PISCINA** ele não reage somente com o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a reação ocorrerá com qualquer matéria que exista na água que possa sofrer oxidação!!

Na proposta da metodologia para a **ÁGUA DA PISCINA: não vai existir nenhuma outra substância/contaminante** que possa reagir com o ClO^- (hipoclorito)?

Em resumo: **essa ÁGUA DA PISCINA, deve ser destilada e/ou autoclavada e/ou passou pela osmose reversa!!**

As incoerências do ponto de vista da Química Analítica com relação a estequiometria química, chegam a ser esdrúxulas e confirmam que estamos lidando com completos “**analfabetos funcionais**” na área de **Química** e que esse(s) autor(es) **criou(aram) o moderno/novo ramo** da QUÍMICA, a “**FAKE-QUÍMICA**”!!

A proposta de metodologia não segue **qualquer princípio de Química Analítica** e funciona **para qualquer estequiometria química!! Com certeza receberão o Prêmio Nobel da “FAKE-QUÍMICA”!!**

A seguir vamos explicar essa reação química com base em publicações científicas na área de Química, nota-se que as principais publicações são referentes a área de Odontologia, pois a reação é utilizada no tratamento de canal radicular.

Essa reação foi apresentada pela primeira vez, na área de odontologia por GROSSMAN (1943) que preconizou uma técnica para irrigação dos canais radiculares que consistia no uso alternado do **hipoclorito de sódio a 5,0% (50.000 ppm) com o peróxido de hidrogênio a 3% (30.000 ppm)**. Essas duas substâncias, quando colocadas em contato, promoviam reação efervescente com grande liberação gasosa (oxigênio nascente), limpando os canais radiculares pelo movimento dos fluidos (gás e líquido) e removendo magma dentário, restos pulpare e restos necróticos (BARBIN, SPANÓ, SILVA, PÉCORA, 1995).

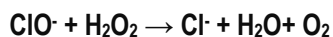
A pesquisa de COSTA (1987) avaliando a elevação da temperatura em reações químicas entre soluções irrigantes de canais radiculares, determinou que o método proposto por GROSSMAN (1943) **promovia exotermia** (reação exotérmica), **isto é, liberava calor para o meio onde a reação ocorria** (BARBIN, SPANÓ, SILVA, PÉCORA, 1995).

A pesquisa BARBIN, SPANÓ, SILVA, PÉCORA (1995) quantificou a variação térmica durante a reação química entre o **hipoclorito de sódio** nas concentrações de **0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5% e 5,0%** com o **peróxido de hidrogênio a 3%**. Observou-se a correlação linear, diretamente proporcional, entre a concentração das soluções de hipoclorito de sódio e a variação térmica.

Este estudo evidencia que, ao reagir o hipoclorito de sódio com o peróxido de hidrogênio, ocorre uma reação de exotermia (reação exotérmica) diretamente proporcional à concentração de hipoclorito de sódio utilizada. Assim, observou-se que a variação térmica foi de **0,99°C para a concentração de hipoclorito de sódio a 0,5%**; de **2,11°C para a concentração de 1,0%**; de **3,48°C para a concentração de 1,5%**; de **4,1°C para a concentração de 2,0%**; de **5,02°C para a concentração de 2,5%** e de **10,84°C para a concentração de hipoclorito de sódio a 5%** (BARBIN, SPANÓ, SILVA, PÉCORA, 1995).

A reação química entre as soluções de hipoclorito de sódio e peróxido de hidrogênio libera oxigênio nascente, **é efervescente e exotérmica** (PÉCORA, 2004).

Segundo REZENDE, LOPES, RODRIGUES, GUTZ (2008) existe a geração do oxigênio nascente durante a reação quantitativa entre o **ânion hipoclorito ClO^-** (formado por dissociação do NaClO em água) e o **peróxido de hidrogênio em solução**.



Com a **estequiometria correta** é possível determinar a quantidade de peróxido de hidrogênio e do ânion ClO^- , adicionando-se detergente para o aprisionamento do **gás oxigênio sob forma de espuma**, possibilitando a medição do volume de gás e, com auxílio da lei geral dos gases ($PV=nRT$) para o cálculo do número de moles de O_2 .

No ponto estequiométrico, o número de moles de H_2O_2 adicionado se iguala ao de NaClO inicial, gerando volume equimolar de O_2 ou seja, a razão entre reagentes e produto é 1:1:1 (REZENDE, LOPES, RODRIGUES, GUTZ, 2008).

Nota-se que todas as avaliações são realizadas com água sanitária a base de hipoclorito de sódio 2,5% (25.000 ppm) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 3% (30.000 ppm).

Para que se consiga visualizar essa efervescência as concentrações dos reagentes **devem ser muito altas**. Nas **águas de piscinas** as concentrações indicadas de peróxido de hidrogênio variam de 50 a 100 mg/L (50 a 100 ppm), em resumo variam de **0,005% a 0,01% na água da piscina**, valores esses de concentração no momento que for adicionado o peróxido na água da piscina, após a adição a concentração **será rapidamente reduzida/consumida** no processo de oxidação.

Fica uma indagação: Quando adicionaram peróxido de hidrogênio nas águas das piscinas utilizadas nas olimpíadas ocorreu algum relato que as águas ficaram efervescentes e/ou esquentaram?? Não foi observada em função das concentrações dos reagentes serem baixas.

7a) O peróxido de hidrogênio e os quaternários de amônio são eficientes no caso de uma emergência fecal (animal morto, fezes de animais, fezes humanas - diarreia, etc...) na água de uma piscina?

R: NÃO. Os dois produtos não possuem Ct.

Essa pergunta surge, quando encontramos a mensagem a SEGUIR nas mídias sociais. Não identifiquei o produto em função de que **as aberrações escritas, são tão grandes e chegam a nível ser uma irresponsabilidade com a saúde** dos frequentadores de águas de piscinas que utilizam esse tratamento. A indicação DESSE procedimento para **uma emergência fecal** em águas de piscinas com substâncias químicas **NÃO POSSUI NENHUMA** ação sobre o organismo de referência para tal procedimento (**protozoário *Cryptosporidium***). Essas indicações ultrapassam o limite do “bom senso”, **na minha opinião**, s.m.j., é uma completa irresponsabilidade, apenas vinculada ao interesse comercial. A transcrição é “*ipsis litteris*”:

Perdão, não conseguimos compreender sua real questão.

Vamos ponto a ponto!

1º em caso de acidente fecal: Deve ser adicionada uma dosagem de choque do XXX Sanitizante (40ml para cada M³ de água), junto a uma dosagem de choque do YYY Oxidante (100ml para cada M³ de água). (grifo nosso)

2º O XXX Sanitizante é um desinfetante não oxidante, não elevando o orp, por questões óbvias. A elevação de ORP é atribuído apenas a oxidantes.

3º O peróxido é um oxidante puro, para observar com qualidade o poder de oxidação dele, **é necessário que a água possua contaminantes ou metais**. Em água tratada, ele se dissocia lentamente. Nesses casos o ideal **seria um medidor de oxigênio na água**. (grifo nosso)

Inicialmente é fundamental apresentar informações **com sustentação científica para afirmar/comprovar** que o procedimento de emergência indicado em todos os países por instituições públicas ou privadas, órgãos vinculados a saúde pública, para a **DESINFECÇÃO QUÍMICA** após uma **emergência fecal (diarreia humana e/ou por animal, animal morto, etc...)** em **ÁGUAS DE PISCINAS** é realizada tendo como referência a **inativação do *Cryptosporidium***.

A seguir apresenta-se **algumas** referências bibliográficas, não vinculadas ao interesse comercial, de órgãos, instituições, organizações que trazem informações sobre a questão.

ACT. A code of practice to minimize the public health risks from swimming/spa pools - Part a: general guidelines. Canberra/Weston Creek: ACT Government Health /Department Of Health And Community Care. September 1999. Disponível em: <https://www.health.act.gov.au/sites/default/files/2018-09/Swimming_%26_spa_pools_Part_A_General_guidelines.pdf>. Acesso em 07 de julho de 2021

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.

AUSTRALIA. **Public Health Guidelines for Aquatic Facilities.** Casuarina, Northern Territory: Environmental Health Program Department of Health and Families. 48p. August 2006.

AUSTRALIA. **Guidelines for Managing Risks in Recreational Water.** Canberra: Australian Government / National Health and Medical Research Council. 215p. 2008.

CDC. **Fecal Incident and Outbreak Response.** Disponível em: <<https://www.cdc.gov/healthywater/swimming/aquatics-professionals/fecalresponse.html>>. Acesso em 16 de novembro de 2016.

CDC. **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. **Model Aquatic Health Code (MAHC) Disinfection and Water Quality Module CODE Draft Sections for the First 60-day Review.** Washington, D.C.: Department of Health and Human Services / CDC - Centers for Disease Control and Prevention. 27p. February 27, 2012.

HONG KONG. **Guidelines on Infection Control of Commercial Spa Pools.** Hong Kong: Infection Control Branch / Centre for Health Protection / Department of Health. 19p. June 2017.

NOVA ESCOTIA. **Nova Scotia Operational Guidelines for Aquatic Facilities.** Nova Scotia / Canada: NS Government. 126. 2014.

NSW. **Public swimming pool and spa pool advisory document.** Sydney: Health Protection NSW (New South Wales) / NSW Government. 92p. 2013.

PWTAG. **Pool Water Guide - The Treatment and Quality of Swimming Pool Water.** Tamworth/England: Pool Water Treatment Advisory Group/PWTAG (Pool Water Treatment Advisory Group). 1995.

PTWAG. **Swimming pool water – Treatment and quality standards.** 2nd ed. Pool Water Treatment Tamworth/England: PTWAG - Pool Water Treatment Advisory Group. 202p. 2009.

PTWAG. **Code of Practice - The Management and Treatment of Swimming Pool Water.** Tamworth/England: PWTAG - Pool Water Treatment Advisory Group. 89p. August 2019.

SHIELDS, J. M.; HILL, V. R.; ARROWOOD, M. J.; BEACH, M. J. Inactivation of *Cryptosporidium parvum* under chlorinated recreational water conditions. **Journal of Water and Health.** v.06. n.4. pp.513-520. 2008.

VICTORIA. **Water quality guidelines for public aquatic facilities Managing public health risks.** Victoria/Australia: Department of Health and Human Services. 63p. August 2019.

WHO. **Guidelines for safe recreational water environments. Volume 2, Swimming pools and similar environments.** Geneva: World Health Organization. 118p. 2006.

Os Quadros 1 e 2 apresentam informações sobre os protozoários.

QUADRO 1- Fatores de exposição aos protozoários

Agente	Quantidade de organismos/ g de fezes	Duração da contaminação	Dose de organismos para causar a infecção
<i>Cryptosporidium</i>	10 ⁶ – 10 ⁷	1 – 2 semanas	132/ID50
<i>Giardia</i>	3 x 10 ⁶	6 meses	25/ID25

ID50 (ID25) - dose de microrganismos necessária para infectar 50% (25%) dos indivíduos expostos
 Fonte: CASEMORE (1990), DUPONT, CHAPPELL, STERLING, et al. (1995), FEACHEM, BRADLEY, GARELICK, MARA (1983), RENDTORFF (1954) apud WHO, 2006.

QUADRO 2- Tempo de inativação de alguns microrganismos pelo processo de desinfecção com derivados clorados (cloração) de água **com 1 ppm de CRL**. [* 1ppm (1mg/L) CRL em pH 7,5 e 77°F (25°C)]

Microrganismos	Tempo
<i>E. coli</i> O157:H7 (Bactéria)	Menor que 1 minuto
Hepatite A (Vírus)	Acima de 16 minutos
<i>Giardia</i> (Parasita)	Acima de 45 minutos
<i>Cryptosporidium</i> (Parasita)	Acima de 15.300 minutos (10,6 dias)

Fonte: ANSI/APSP, 2009, 2019; CDC, 2012, 2016, 2018; SHIELDS, HILL, ARROWOOD, BEACH, 2008; ACT, 1999; AUSTRALIA, 2006, 2008; HONG KONG, 2017; NOVA ESCOTIA, 2014; NSW, 2013; PWTAG, 1995, 2009, 2019; VICTORIA, 2019; WHO, 2006.

Cálculo do tempo necessário para a inativação do *Cryptosporidium* com concentração de 20 mg CRL/L (20 ppm) (Quadro 3).

$$15.300 = 20 \text{ ppm} \times t \rightarrow \text{tempo (min)} = 15.300 / 20 = 765 \text{ min} = 12,75 \text{ h} \cong \mathbf{13 \text{ h}}$$

Logo, para a inativação do *Cryptosporidium* com **20,0 mg CRL/ L** (20 ppm) (com pH<7,5) deve-se manter a **concentração de CRL pelo menos por 13 horas**.

QUADRO 3- Tempo necessário para inativação do *Cryptosporidium* em função da concentração de CRL (Cloro residual Livre), pH ≤ 7,5.

Ct referência <i>Cryptosporidium</i>		Valor da concentração de CRL (ppm)	Tempo necessário de exposição (minutos e horas)
15.300	÷	40	= 382,5 min = 6,38 h
15.300	÷	30	= 510 min = 8,5 h
15.300	÷	20	= 765 min = 12,75 h
15.300	÷	10	= 1.530 min = 25,5 h
15.300	÷	05	= 3.060 min = 51 h
15.300	÷	01	= 15.300 min = 255 h

Fonte: MACEDO, 2019.

Segundo publicação de EYKELBOSH, BEAUDET (2016) do CCEH (National Collaborating Centre Health) do Canadá, em teste realizado com **ÁGUA DESTILADA** para redução de 3 ciclos log da concentração inicial de *Cryptosporidium parvum*, com concentração de **60.000 ppm de H₂O₂** foi necessário um tempo de **20 minutos**.

Para o *Cryptosporidium parvum* o Ct para o peróxido de hidrogênio é de **1.200.000 (mg/L.min)** (EYKELBOSH, BEAUDET, 2016), o tempo necessário **para sua inativação com 1 ppm de H₂O₂ é de 1.200.000 min (72.000.000 segundos), ou 20.000 horas, ou 833,33 dias, ou 2,3 anos.**

QUADRO 4- Apresenta resultados de ensaios de laboratório examinando a eficácia do peróxido de hidrogênio contra alguns patógenos e seu teórico Ct, o Ct de derivados clorados para comparação com o valor da proposta de Ct para o peróxido de hidrogênio.

Organismo	Meio	Concentração H ₂ O ₂ (ppm)	Log redução	Tempo duração do teste (min)	Ct H ₂ O ₂ [(mg/L).min]	Ct Derivado clorado [(mg/L).min]
<i>Cryptosporidium parvum</i>	H ₂ O destilada	30.000	2	20	600.000	15.300
<i>Cryptosporidium parvum</i>	H ₂ O destilada	60.000	>3	20	1.200.000	15.300
<i>Enterococcus faecium</i>	H ₂ O esterilizada	30.000	0,9	10	300.000	**500-750*
<i>Enterococcus faecalis</i>	H ₂ O peptonada	150	0,11	10	1.500	27
<i>Escherichia coli</i>	H ₂ O artificial	150	0,13	30	4.500	0,5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	H ₂ O artificial	150	0,16	30	4.500	270 ***
<i>Poliiovirus type 1</i>	-	175.000	>4	15	2.625.000	6,4
<i>Adenovirus type 5</i>	-	175.000	>4	60	10.500.000	0,75

→ H₂O artificial: representando a água de uma piscina.

* 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; Adaptado EYKELBOSH, BEAUDET, 2016; Adaptado LANREWAJU, ENITAN-FOLAMI, SABIU, SWALAHA, 2022; Adaptado CHEN, DENG, DONG, WANG, et al., 2021; Adaptado EUROPEAN COMMISSION, 2020.

Os cálculos apresentados a seguir **SÃO INFERÊNCIAS, PARA CÁLCULO DO Ct TEÓRICO DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO PARA ÁGUA DE PISCINA**, levando em consideração que os dados obtidos por EYKELBOSH, BEAUDET (2016) foram para **ÁGUA DESTILADA**.

Levando em consideração que se utiliza **100 ppm de H₂O₂ em ÁGUAS DE PISCINAS**, podemos inferir, com 100 ppm H₂O₂ em **ÁGUA DE PISCINA**, em função da grande presença de contaminantes que consomem peróxido de hidrogênio, a instabilidade do produto, a dificuldade de manutenção do residual **O VALOR DO Ct SERÁ NO MÍNIMO QUATRO VEZES (fator 4) o VALOR ALCANÇADO NA ÁGUA DESTILADA**, não será considerada as características químicas da água.

$$Ct = C \text{ (Concentração em ppm)} \times t \text{ (tempo em minutos)}$$

$$1.200.000 \times 4 = 100 \times t \text{ (min)}$$

$$t \text{ (min)} = 4.800.000 : 100 = 48.000 \text{ min}$$

Logo, em **ÁGUA DE PISCINA**, a inativação do *Cryptosporidium* com 100 ppm de Peróxido de Hidrogênio necessita do **tempo de exposição de 48.000 min** = 800 h = 33,33 dias = 34 dias.

Em resumo é necessário manter uma **CONCENTRAÇÃO CONSTANTE DE 100 ppm PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO** por tempo mínimo de 34 dias, indica-se como margem de segurança que a **ÁGUA DA ESTRUTURA AQUÁTICA fique exposta a 100 ppm de PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO por 35 DIAS no caso de uma emergência fecal, inferência teórica.**

Quanto a inativação do *Cryptosporidium* pelos Quaternários de Amônio **não existem** referências que indiquem um Ct, ou seja, **NÃO EXISTE UM Ct PARA *Cryptosporidium*.**

Veja valores do Ct do QUAT em relação **a vírus**, os valores são extremamente altos. **acima de 100.000**, para desinfecção de superfícies. O que torna inviável a utilização dos QUAT's **como desinfetante/sanitizante/bactericida no meio aquoso**, pois esses valores em função da dinâmica do meio aquoso e o tamanho dos vírus os valores são no mínimo 5 vezes maiores.

QUADRO 5- Eficácia de diferentes quaternários de amônio em vários tempos de exposição contra alguns vírus.

Produto	Tipo da área de aplicação	Concentração	Tempo de exposição	Ct
Cloreto de didecilmetil amônio*	Desinfecção de superfície	0,0025% (25 ppm)	3 dias (4.320 min)	108.000
Mikrobac forte **	Desinfecção de superfície	0,5% (5.000 ppm)	30 min	150.000
Kohrsolin FF**	Desinfecção de superfície	0,5% (5.000 ppm)	30 min	150.000

Ct = mg/L.min

Mikrobac forte = cloreto de benzalcônio + *Lauramina* Óxida (tensoativo suave anfotérico)

Korsolin FF = cloreto de benzalcônio + glutaraldeído + *Cloreto de Didecilamônio*

* CCV - canine coronavírus ** coronavírus SARS

Fonte: Adaptado RABENAU, KAMPF, CINATL, DOERR, 2005; PRATELLI (2007) apud KAMPF, TODT, PFAENDER, STEINMANN, 2020.

A resistência de um protozoário no meio aquoso **com relação ao CRL** se comparado com valor do Ct de um vírus, também no meio aquoso, **é no mínimo 1.000 vezes maior**, em resumo, **para se eliminar um protozoário com CRL é 1.000 vezes mais difícil do que eliminar um vírus.**

Atenção!! O que será apresentado a seguir **é uma inferência teórica**, que na prática poderá ser muito maior, dependendo das condições físicas e das características da água da piscina.

Vamos considerar em função de ser um **biocida NÃO OXIDANTE** o **quaternário de amônio**, o valor apresentado para o Ct no Quadro 4 **é para superfícies**, para inativar o protozoário *Cryptosporidium* na **ÁGUA DE PISCINA** o seu Ct será 2.000 vezes maior que o Ct para o vírus. Em resumo, vamos considerar o Ct do Quaternário de Amônio, no meio aquoso, para o protozoário com o valor de **300.000.000 mg/L.min**.

Levando em consideração que se a utilização de **50 ppm de Quaternário de amônio** em **águas de piscinas**, podemos inferir que, com 50 ppm de QUAT em **ÁGUA DE**

PISCINA, O TEMPO NECESSÁRIO PARA INATIVAÇÃO do protozoário SERÁ NO MÍNIMO, não considerando as características químicas da água:

$$Ct = C \text{ (Concentração em ppm)} \times t \text{ (tempo em minutos)}$$
$$300.000.000 = 50 \times t \text{ (min)} \rightarrow t \text{ (min)} = 6.000.000 \text{ min}$$

Logo a inativação do *Cryptosporidium* com 50 ppm de QUAT necessita do **tempo de exposição de 6.000.000 min** = 100.000 h = 4.166,66 dias = **11,415 anos**.

Em resumo é necessário manter uma **CONCENTRAÇÃO CONSTANTE DE 50 ppm de Quaternário de Amônio** pelo **tempo mínimo de 12 anos**. **A ÁGUA DA ESTRUTURA AQUÁTICA deve ficar exposta a 50 ppm de Quaternário de Amônio POR 12 ANOS no caso de uma emergência fecal, inferência teórica.**

Os cálculos anteriores mostram **quanto são absurdas e até irresponsáveis as dosagens indicadas nas redes sociais** para controle de um acidente fecal na água de uma piscina com esse procedimento de tratamento.

A afirmação a seguir, para observar o **poder de oxidação do peróxido de hidrogênio** é necessário que a água possua contaminantes ou metais e que para **medir o teor de peróxido** utiliza-se um **MEDIDOR DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO** é mais uma **TEORIA** do ramo da **“FAKE-QUÍMICA”!!**

3º O peróxido é um oxidante puro, para observar com qualidade o poder de oxidação dele, é necessário que a água possua contaminantes ou metais. Em água tratada, ele se dissocia lentamente. Nesses casos o ideal seria um medidor de oxigênio na água.

A próxima afirmação nas redes sociais, transcrita **“ipsis litteris”**, faz parte da teoria da nova área da Química a **“FAKE-QUÍMICA”**, um **biocida não oxidante**, o quaternário de amônio, que sequer possui Ct para todos os organismos **têm eficiência equivalente ao agente oxidante hipoclorito de sódio**, que possui Ct para todos os organismos! **ISSO É ASSUSTADOR!!** Com base nos princípios da **“FAKE-QUÍMICA”**, falta somente eles lançarem uma **“água sanitária”** cujo princípio ativo é um quaternário de amônio!! A única no mundo com um **biocida não oxidante** que atua **como um verdadeiro agente oxidante!!**

O Nosso produto que tem CT atestado pela ANVISA é o XXX Sanitizante, a eficiência dele é no mínimo equivalente ao do hipoclorito de sódio a 1ppm. Como determina a AOAC 965.13. (grifo nosso)

A publicação, a seguir, transcrita **“ipsis litteris”**, afirma que o Peróxido de Hidrogênio, usa como estabilizantes quelantes metálicos, apresenta-se a seguir **5 (cinco) referências de autores, forma de publicação e épocas diferentes**, nenhuma cita qualquer quelante metálico como estabilizador de H₂O₂. A segunda parte da publicação entra para um nova teoria da **“FAKE-QUÍMICA”**, onde indica que **“quelantes metálicos em função dos eletrodos do medidor serem metálicos haverá interferência nas medidas de ORP”!**

O ORP mede a DDP (diferença de potencial) da água em “mV” (milivolts) e não tem nada a ver da relação dos eletrodos com a presença de metais na água da piscina, pois existem na água da piscina, por exemplo, alumínio, sódio, cálcio, cobre, ferro, etc..., o

ORP continua a ser avaliado!! O potencial medido é aquele obtido no equilíbrio de todos os pares redox ativos presentes no meio aquoso, mede efeito da adição de todos os oxidantes e redutores na água da piscina. Quando um oxidante é adicionado aumenta-se o ORP, ele atua imediatamente, por exemplo, sobre um metal, aumentando o seu número de oxidação (ex.: Fe^{+2} para Fe^{3+}), essa reação reduz a quantidade de oxidante no meio aquoso e logicamente reduz a sua concentração e que leva a uma redução do ORP, **naquele momento**. Por isso, no uso de clorados deseja-se alcançar o “*break-point*”, onde existe somente no meio aquoso o CRL (agente oxidante) que pode atuar sobre os organismos e ORP alcança os 700 mV. Para o(s) autor(es) **somente existe ORP** se existir a reação de um contaminante com o peróxido, clara teoria da **FAKE-QUÍMICA!**

1º) O Peróxido de Hidrogênio tem alguns “estabilizantes”, **que são quelantes metálicos**, que impedem com que ele se degrade. Acontece **que os principais eletrodos são metálicos e isso pode interferir na leitura do ORP** ao aplicar o peróxido. (grifo nosso)

3º) Os medidores de ORP, medem reações químicas de oxidação ou redução que acontecem entre os eletrodos, **caso não tenha nenhum contaminante reagindo com o peróxido ou um catalizador, o medidor de ORP não irá apontar nenhum valor significativo** ou até mesmo diminuir os valores de ORP, sugerindo que está acontecendo uma redução. (grifo nosso)

Indica-se que façam download e leiam os reviews sobre ORP:

⇒ **NEW REVIEW ORP X IMPORTANCIA X VALORES**

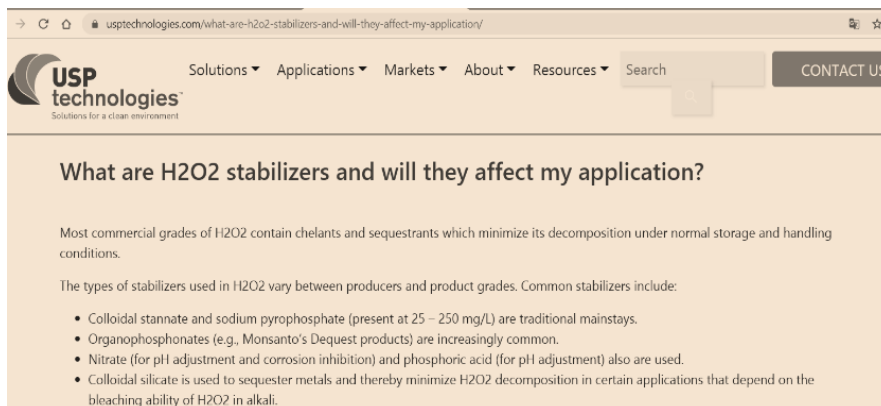
Segundo ZUN, DWORNICKA, WOJCIECHOWSKA, SWIADER, et al. (2014) **não existem quelantes metálicos** para estabilizar o peróxido de hidrogênio.

prepared as emulsions, powders and tablets [5,9]. Acetanilide, oxychinoline, tetrasodium pyrophosphate and several acids are used to obtain more stable preparations [2,5,8].

In current literature, stable complexes of hydrogen peroxide with many substances, i.a. Urea, are described [9]. Urea is an organic chemical compound, a diamide of carbonic acid. It forms colorless crystals of a melting point

Acetanilida, oxicolina, pirofosfato tetrassódico e vários ácidos são usados para obter preparações mais estáveis [2,5,8]. Na literatura atual, complexos estáveis de hidrogênio peróxido com muitas substâncias, i.a. Uréia, são descritos [9]. A uréia é um composto químico orgânico, uma diamida de ácido carbônico.

A empresa USPTECHNOLOGIES (2021) indica também estabilizantes do peróxido de hidrogênio.



Fonte: USPTECHNOLOGIES, 2021.

<https://www.usptechnologies.com/what-are-h2o2-stabilizers-and-will-they-affect-my-application/>

Os tipos de estabilizantes usados em H_2O_2 variam entre os produtores e as qualidades do produto. Os estabilizadores comuns incluem:

- **O estannato coloidal e o pirofosfato** de sódio (presente em 25 - 250 mg / L) são os pilares tradicionais.
- **Organofosfonatos** (por exemplo, produtos Dequest da Monsanto) são cada vez mais comuns.
- **Nitrato** (para ajuste de pH e inibição de corrosão) e **ácido fosfórico** (para ajuste de pH) também são usados.
- **O silicato coloidal** é usado para sequestrar metais e, assim, minimizar a decomposição de H_2O_2 em certas aplicações que dependem da capacidade de branqueamento de H_2O_2 em álcali.

A publicação de CRONK (2013) indica como estabilizantes para o peróxido de hidrogênio: •Sodium Citrate: $Na_3C_6H_5O_7$; •Sodium Malonate: $Na_2C_3H_2O_4$; •Sodium Phytate: $Na_{12}C_6H_6O_{24}P_6$.

As referências MUNN, ALLANOU, ASCHBERGER, BERTHAULT, et al. (2003) e CHAIR, BERGFELD, BELSITO, HILL, et al. (2018) indicam os estabilizantes:

Table 2. Chemicals used to stabilize aqueous Hydrogen Peroxide

Phosphoric acid	Sodium phosphate	Sodium stannate	Ammonium sulphate
Sodium silicate	Acetanilide	8-Hydroxyquinoline	Pyridine carboxylic acids
Tartaric acid	Benzoic acids		

Fonte: MUNN, ALLANOU, ASCHBERGER, BERTHAULT, et al., 2003; Adaptado CHAIR, BERGFELD, BELSITO, HILL, et al., 2018.

QUADRO 6- Resumo dos estabilizantes indicados nas soluções de peróxido de hidrogênio, com referências de diversos países.

Estabilizantes	Estabilizantes
<i>Estanato coloidal</i>	<i>Ácido fosfórico</i>
<i>Pirofosfato de sódio</i>	<i>Silicato de sódio</i>
<i>Organofosfonatos</i>	<i>Ácido tartárico</i>
<i>Nitrato</i>	<i>Fosfato de sódio</i>
<i>Silicato coloidal</i>	<i>8-Hidroxiquinona</i>
<i>Acetanilida</i>	<i>Ácido piridina carboxílico</i>
<i>Oxicinolina</i>	<i>Ácido benzóico</i>
<i>Pirofosfato tetrassódico</i>	<i>Ácido Acético</i>
<i>Uréia</i>	<i>Carbonato de sódio</i>
Citrato de sódio Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇	<i>Sulfato de magnésio</i>
Malonato de sódio Na ₂ C ₃ H ₂ O ₄	Persulfato de sódio (Na ₂ S ₂ O ₈)
Ftato de sódio Na ₁₂ C ₆ H ₆ O ₂₄ P ₆	

Fonte: ZUN, DWORNICKA, WOJCIECHOWSKA, SWIADER, et al., 2014; USPTechnologies 2021; CRONK, 2013; MUNN, ALLANOU, ASCHBERGER, BERTHAULT, et al., 2003; Adaptado CHAIR, BERGFELD, BELSITO, HILL, et al., 2018; SILVERMAN, 2009.

É importante ressaltar, que, a “Ototoxicidade” **por produtos químicos industriais** é conhecida desde o século XIX, quando foi publicado que certas drogas como o quinino e o ácido salicílico poderiam produzir mudança temporária no limiar auditivo bem como tonteiras e zumbidos MELLO, WAISMANN (2004).

Segundo MELLO, WAISMANN (2004) há evidências de que os produtos químicos podem provocar perda auditiva independentemente da presença do ruído e de que a interação ruído/produtos químicos pode ocasionar uma perda auditiva mais importante do que aquela resultante da exposição isolada ao ruído ou ao produto químico, ou seja, haveria um sinergismo entre estes dois agentes. Os produtos químicos citados seriam **os solventes asfixiantes e os metais**.

“Ototoxicidade” significa que substâncias químicas ou drogas podem causar danos estruturais ou comprometimento funcional na cóclea, nervo coclear e sistema vestibular. A membrana timpânica que está localizada entre o ouvido médio e o conduto auditivo externo é a principal barreira protetora do ouvido médio. Foi demonstrado que em indivíduos com perfuração da membrana timpânica, várias substâncias podem afetar a cóclea através da janela redonda e causar ototoxicidade ao passar do ouvido médio através do canal auditivo externo.

As orelhas internas de indivíduos com perfuração da membrana timpânica são expostas a desinfetantes **usados em água de piscina enquanto mergulha nessas águas**. Portanto, é importante determinar a ototoxicidade dos desinfetantes da água da piscina. Um crescente interesse por alternativas de produtos químicos, incluindo **peróxido de hidrogênio (H₂O₂)**, como desinfetantes de piscinas sem a formação de subprodutos são observados [NABIZADEH, SAMADI, SADEGHPOUR, BEIKZADEH (2008) apud DEMIR, GULUSTAN, ATSAL, DALGIC, et al. 2018).

Pág. 435/436

2018

Original Article

Is Pool Water Disinfectant (Hydrogen Peroxide–Silver Composition) Ototoxic in Rats?

CONCLUSION

Individuals with tympanic membrane perforation have their inner ears exposed to swimming pool disinfectants. Due to the potential risk of ototoxicity, these compounds should be cautiously used in swimming pools for disinfection, and the concentrations must be controlled. H_2O_2 and Ag are attractive for use as they do not form by-products. However, a concentration of 70 mg/dL, which is determined as a safe concentration, has serious ototoxic, neurotoxic, and inflammatory effects. Therefore, further studies are warranted about alternate, safer disinfectants.

*Indivíduos com perfuração da membrana timpânica têm a orelha interna exposta a desinfetantes de piscina. Devido ao potencial risco de ototoxicidade, esses **compostos devem ser usados com cautela em piscinas para desinfecção, E AS CONCENTRAÇÕES DEVEM SER CONTROLADAS.** H_2O_2 e Ag **são atrativos para uso, pois não formam subprodutos.** No entanto, uma **concentração de 70 mg/dL, que é determinada como uma concentração segura, tem graves efeitos ototóxicos, neurotóxicos e inflamatórios. PORTANTO, MAIS ESTUDOS SÃO NECESSÁRIOS SOBRE DESINFETANTES ALTERNATIVOS MAIS SEGUROS.***

MATERIALS and METHODS: The tympanic membranes of both ears of 14 Wistar-type albino female rats were perforated. Since topical application was performed, the right and left ears were categorized as two subgroups (a: right ear, b: left ear). Baseline auditory brainstem response (ABR) was measured. The groups were classified according to topical applications performed as Ia (30 mg/L H_2O_2 -Ag), Ib (saline), IIa (70 mg/L H_2O_2 -Ag), and IIb (saline). The topical applications were performed for 30 min/day for 10 days. The ABR was measured 24 hours after the last application, and the animals were sacrificed. Bilateral temporal bones were examined using light microscopy.

Os grupos foram classificados de acordo com as aplicações tópicas realizadas como Ia (30 mg/L H_2O_2 -Ag), Ib (solução salina), IIa (70 mg/L H_2O_2 -Ag) e IIb (solução salina). As aplicações tópicas foram realizadas por 30 min/dia por 10 dias.

Indicação de DEMIR, GULUSTAN, ATSAL, DALGIC, et al. (2018) como referência é a pesquisa de NABIZADEH, SAMADI, SADEGHPOUR, BEIKZADEH (2008).

Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng., 2008, Vol. 5, No. 4, pp. 235-242

FEASIBILITY STUDY OF USING COMPLEX OF HYDROGEN PEROXIDE AND SILVER FOR DISINFECTING SWIMMING POOL WATER AND ITS ENVIRONMENT

¹R. Nabizadeh, ²N. Samadi, ³Z. Sadeghpour, ³M. Beikzadeh

disinfectant started and monitored periodically. The recommended dose of Nanosil for swimming pools varies from 20 to 70 mg/L according to the documents of supplier. The purpose of this study

“...dose recomendada de Nanosil para piscinas varia de 20 a 70 mg/L de acordo com os documentos do fornecedor.”

OBS.: Nos parece, que DEMIR, GULUSTAN, ATSAL, DALGIC, et al. (2018) digitaram a unidade de referência para a concentração do peróxido de hidrogênio errada na conclusão, citando mg/dL e deveria ser mg/L, de acordo com o texto que consta em “**MATERIALS and METHODS**” de DEMIR, GULUSTAN, ATSAL, DALGIC, et al. (2018) e na referência NABIZADEH, SAMADI, SADEGHPOUR, BEIKZADEH (2008).

8a) Como explicar que o ozônio (O₃) na forma molecular tem potencial de oxirredução de 2,08 mV, maior que o do Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂) com valor de 1,78 mV, mas, o ozônio é considerado desinfetante/sanitizante e o peróxido de hidrogênio é considerado somente agente oxidante??

R: A defesa de pesquisa, em 2019, um “Master of Science” em Engenharia Ambiental no Instituto Politécnico da Universidade Estadual de Virgínia, nos Estados Unidos, concluiu que a DESINFECÇÃO dentro do sistema de ozonização depende apenas da exposição ao ozônio (O₃), e não da exposição ao radical OH•.

Embora as reações OH• resultem em inativação celular e viral, suas concentrações relativas no processo de tratamento são muito baixas para permitir qualquer desinfecção significativa (BUEHLMANN, 2019). A mesma condição acontece com o peróxido de hidrogênio, pois a sua decomposição também resulta no radical Hidroxil (OH•).

A PRIMEIRA EXPLICAÇÃO ou justificativa para o ozônio ser agente de desinfecção na sua forma molecular (O₃) é a maior energia de ligação entre átomos.

A definição de **energia de ligação**, ou entalpia de **ligação**, é a **energia** absorvida na quebra de um mol de **ligação**, no estado gasoso, **entre átomos** a 25 C e 1 atm. Essa definição pode envolver também a **energia** presente na formação da mesma **ligação entre os mesmos átomos** (separados), mas ela apresentará sinal diferente.

Em resumo quanto maior a energia de ligação mais difícil para a molécula sofrer quebra entre suas ligações, ou seja, desfazer as ligações químicas. No caso do ozônio a energia de ligação entre os átomos de oxigênio no ozônio (**O – O**) é de **468,6 KJ/mol** (111,9 Kcal/mol) e a energia de ligação entre átomos de hidrogênio (H) e oxigênio (O) no **peróxido (H – O)** é de **463,5 KJ/mol** (110 Kcal/mol).

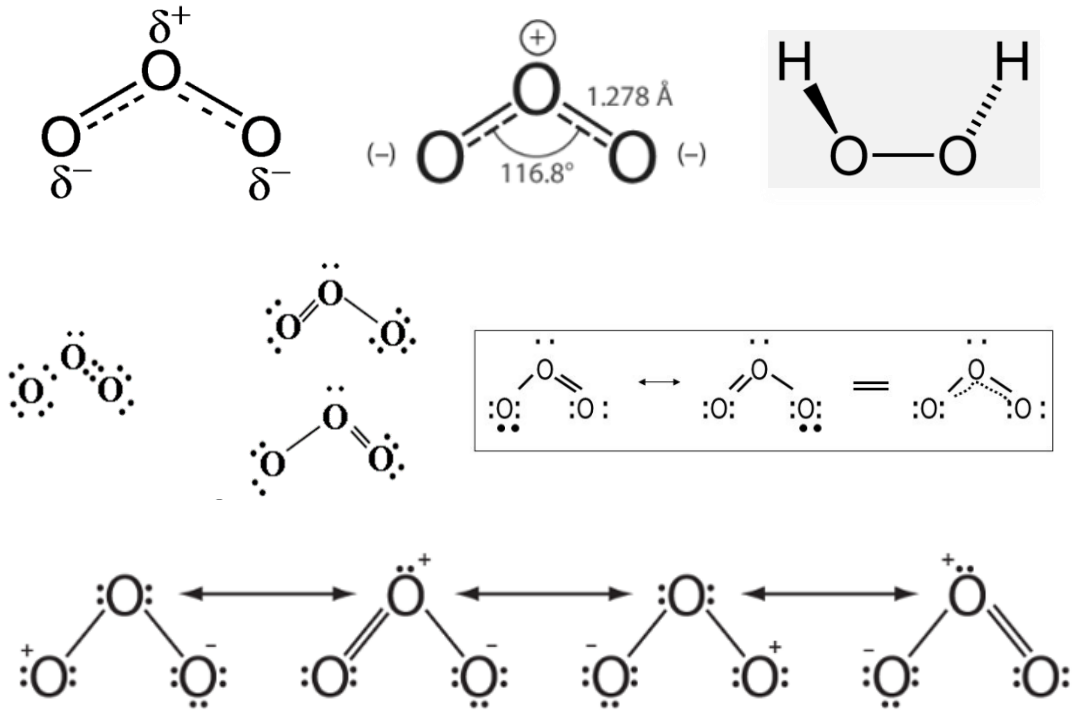
Logo, é mais fácil desfazer a molécula de peróxido de hidrogênio do que a molécula de ozônio, mas, alguns podem contestar que apesar de ter ligações mais frágeis o peróxido de hidrogênio tem um potencial de oxidação bem menor que o do ozônio. Mas, o principal motivo da estabilidade do ozônio está a seguir.

A SEGUNDA EXPLICAÇÃO ou justificativa é que o ozônio apresenta estruturas de ressonância. As estruturas de ressonância são utilizadas quando não é possível representar uma espécie por uma única estrutura na forma de Lewis. Em resumo, a dupla ligação na molécula de ozônio (O₃) fica alterando o lado.

OBS.:

As características de que nenhuma forma canônica sozinha representa a estrutura real da espécie, nas estruturas de ressonância a posição relativa dos átomos não se altera, apenas o arranjo dos elétrons, a ressonância espalha o caráter de ligação múltipla por toda a molécula (ou íon), abaixando sua energia, quanto maior o número de híbridos de ressonância, mais estável é a espécie. A molécula de ozônio tem menos energia interna, logo, é mais estável. Veja a seguir as estruturas canônicas do híbridos de ressonância da molécula de ozônio.

A estrutura química do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) não permite que exista a presença da ressonância, o que torna a molécula mais instável, apesar do potencial de oxirredução ser menor quando comparado com o valor do ozônio (O_3). Logo, a molécula de ozônio dura mais tempo na água que o peróxido de hidrogênio.

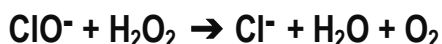


9a. Quais as reações podem ocorrer entre peróxido de hidrogênio e o “cloro dentro da água” (HClO/ClO⁻)?

R: Existem duas possibilidades:

I- Uma água de piscina utiliza o derivado clorado para tratamento na água da piscina para que no processo de hidrólise o resultado seja HClO/ClO⁻ (ácido hipocloroso/hipoclorito) e se adiciona o peróxido de hidrogênio.

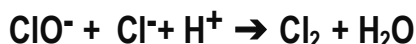
O uso do peróxido de hidrogênio é incompatível com os derivados clorados no processo de desinfecção de águas de piscinas, o H₂O₂ reage com o íon hipoclorito (REZENDE, LOPES, RODRIGUES, GUTZ, 2008; MACEDO, 2019).



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].

H₂O₂ – MM = 1 x 2 + 16 x 2 = 34 g/mol

Cl₂ – MM = 35,453 x 2 = 70,9 g/mol

$$\frac{34,0 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{1 \text{ mmol H}_2\text{O}_2} \times \frac{1 \text{ mmol H}_2\text{O}_2}{1 \text{ mmol OCl}^-} \times \frac{1 \text{ mmol OCl}^-}{1 \text{ mmol Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mmol Cl}_2}{70,9 \text{ mg Cl}_2} = \frac{34,0 \text{ mg H}_2\text{O}_2}{70,9 \text{ mg Cl}_2}$$

= 0,48 massa/massa H₂O₂ como Cl₂

Fonte: WHITE (1986) apud WORLEY, 2000.

Um exemplo clássico dessa reação de consumo de CRL (HClO/ClO^-) foi as piscinas verdes das Olimpíadas de 2016 no Rio de Janeiro.

A resposta oficial FINAL foi **ERRO HUMANO – 160 litros de peróxido de hidrogênio** despejados por engano nas piscinas em 5 de agosto – de acordo com o New York Times. O despejo de peróxido de hidrogênio neutralizou o cloro da piscina e abriu caminho para o crescimento de "compostos orgânicos", possivelmente incluindo algas. Para solucionar o problema, a piscina necessária para o nado sincronizado foi drenada de todos os seus 3.725.000 litros de água e reposta com água limpa de uma piscina (CROSBIE, 2016; CHALASANI, 2016; NEW YORK TIMES, 2016; MOLE, 2024; GOH, 2016).

Although I'm not an expert, I worked as a "pool boy" whilst a graduate student, and studied water chemistry in university, so I became fairly well-acquainted with both the practical and theoretical ways that pool water chemistry can be screwed up. And it is my opinion that the pool water at the Rio Olympics has been screwed up as the direct result of preventable human error. (Read: *inexcusably stupid human error* due to a startling lack of practical and theoretical knowledge of water chemistry.) I say this because, contrary to Rio 2016 spokesman Mario Andrada's ignorant assertion, chemistry actually IS an exact science.

Fonte: FORBES, 2016.

Embora eu não seja um especialista, trabalhei como "piscineiro" enquanto era aluno de pós-graduação e estudei química da água na universidade, então me familiarizei bastante com as formas práticas e teóricas pelas quais a química da água da piscina pode ser estragada. **E É MINHA OPINIÃO QUE A ÁGUA DA PISCINA NAS OLIMPÍADAS DO RIO FOI ESTRAGADA COMO RESULTADO DIRETO DE ERRO HUMANO EVITÁVEL. (LEIA-SE: ERRO HUMANO INEXCUSAVELMENTE ESTÚPIDO DEVIDO A UMA SURPREENDENTE FALTA DE CONHECIMENTO PRÁTICO E TEÓRICO DA QUÍMICA DA ÁGUA.)** Digo isso porque, ao contrário da afirmação ignorante do porta-voz do Rio 2016, Mario Andrada, **A QUÍMICA NA VERDADE É UMA CIÊNCIA EXATA.**

Uma empresa terceirizada DESPEJOU 160 LITROS DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NAS PISCINAS DE POLO AQUÁTICO E SALTOS ORNAMENTAIS no dia 06/08/2016 (sábado), mas os organizadores disseram que só perceberam isso na terça-feira (09/08/2016), quando a água da piscina de saltos ficou verde durante a final feminina da plataforma de 10 metros (EXTRA.GLOBO, 2016).

A PISCINA DE SALTOS ORNAMENTAIS tem dimensões de 50 x 30 x 5/3,80 m, tomando a profundidade máxima como referência, o volume total de água é 7.500 m³.

Considerando apenas uma piscina, os 80 litros de H₂O₂ foram diluídos em 7.500.000 de litros de água e equivalem a uma concentração de peróxido de hidrogênio por litro de água.

Apenas como informação e considerando que utilizaram um peróxido de hidrogênio 50%, teremos uma solução de H₂O₂ com concentração de 500.000 mg/L.

$$\begin{array}{l} 500.000 \text{ mg H}_2\text{O}_2 \quad - \quad 1 \text{ L da solução} \\ X \quad \quad \quad - \quad 80 \text{ L da solução} \end{array} \quad X = 40.000.000 \text{ mg H}_2\text{O}_2$$

$$\frac{40.000.0000 \text{ mg de H}_2\text{O}_2}{7.500.000 \text{ L}} = 5,33333 \text{ mg H}_2\text{O}_2/\text{L} \approx 5 \text{ ppm de H}_2\text{O}_2$$

A dosagem indicada de peróxido de hidrogênio 50% pelos fabricantes é 100 mL / 1 m³. Logo nessa situação deveriam ter colocado na água da piscina 7.500 x 100 mL = 750.000 mL = 750 L de H₂O₂.

$$\begin{array}{l} 500.000 \text{ mg H}_2\text{O}_2 \quad - \quad 1 \text{ L da solução} \\ X \quad \quad \quad - \quad 750 \text{ L da solução} \end{array} \quad X = 375.000.000 \text{ mg H}_2\text{O}_2$$

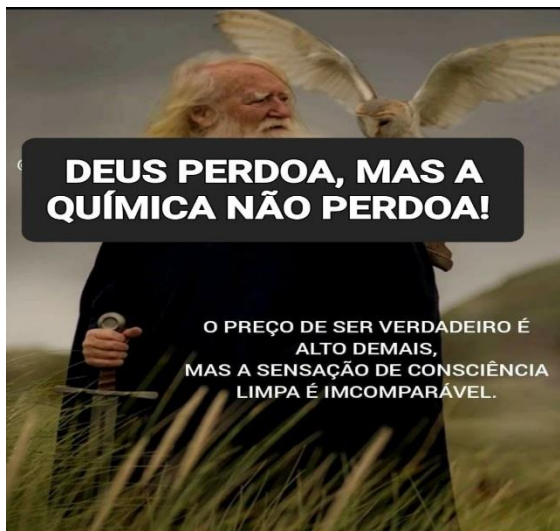
$$\frac{375.000.000 \text{ mg de H}_2\text{O}_2}{7.500.000 \text{ L}} = 50 \text{ mg} \frac{\text{H}_2\text{O}_2}{\text{L}} \approx 50 \text{ ppm de H}_2\text{O}_2$$

Deveria ser utilizado **750 L de H₂O₂** e somente utilizaram **80 L de H₂O₂**. A indicação é **100 mL H₂O₂/m³**, utilizaram 80.000 mL / 7.500 m³ = **10,666 mL/m³**. Em resumo utilizaram uma dosagem quase 11 vezes menor que o indicado.

Surge a pergunta: O que 80 L de H₂O₂ nos 7.500 m³ iria melhorar a qualidade da água da piscina?

R: NADA

NA OPINIÃO DO AUTOR DO REVIEW, APESAR DE EXISTIR UMA REUNIÃO E QUE “ALGUÉM” FALOU QUE USOU O PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO E TINHA FUNCIONADO!! A INDICAÇÃO FOI UMA CLARA TENTATIVA DE JOGADA DE MARKETING PARA DIZER NO FUTURO, NAS PISCINAS DAS OLIMPÍADAS UTILIZOU O H₂O₂!! Mas, ESQUECERAM DE COMBINAR COM A “QUÍMICA”! E DERAM UM TIRO NO PRÓPRIO PÉ!



II- A piscina é tratada com a utilização de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e adiciona-se uma dosagem de um derivado clorado.

Quando se adiciona peróxido de hidrogênio na água de uma piscina que apresenta um residual de HClO/CLO⁻ ocorre uma efervescência.

Essa reação não é com residual de peróxido, pois o peróxido se decompõe rapidamente logo após ser adicionado no meio aquoso, principalmente em piscinas abertas em função da presença da luz.

A reação na verdade é **com o estabilizante que existe no peróxido de hidrogênio e que nenhuma FISPQ indica qual dos 23 princípios ativos é o indicado como estabilizante.**

QUADRO 7- Resumo dos estabilizantes indicados nas soluções de peróxido de hidrogênio, com referências de diversos países.

Estabilizantes	Estabilizantes
<i>Estanato coloidal</i>	<i>Ácido fosfórico</i>
<i>Pirofosfato de sódio</i>	<i>Silicato de sódio</i>
<i>Organofosfonatos</i>	<i>Ácido tartárico</i>
<i>Nitrato</i>	<i>Fosfato de sódio</i>
<i>Silicato coloidal</i>	<i>8-Hidroxiquinona</i>
<i>Acetanilida</i>	<i>Ácido piridina carboxílico</i>
<i>Oxicinolina</i>	<i>Ácido benzóico</i>
<i>Pirofosfato tetrassódico</i>	<i>Ácido Acético</i>
<i>Uréia</i>	<i>Carbonato de sódio</i>
<i>Citrato de sódio Na₃C₆H₅O₇</i>	<i>Sulfato de magnésio</i>
<i>Malonato de sódio Na₂C₃H₂O₄</i>	<i>Persulfato de sódio (Na₂S₂O₈)</i>
<i>Ftato de sódio Na₁₂C₆H₆O₂₄P₆</i>	

Fonte: ZUN, DWORNICKA, WOJCIECHOWSKA, SWIADER, et al., 2014; USPTECHNOLOGIES 2021; CRONK, 2013; MUNN, ALLANOU, ASCHBERGER, BERTHAULT, et al., 2003; Adaptado CHAIR, BERGFELD, BELSITO, HILL, et al., 2018; SILVERMAN, 2009.

A seguir apresentamos algumas referências bibliográficas que comprovam a rápida decomposição do peróxido de hidrogênio no meio aquoso, e páginas anteriores existem outras publicações de pesquisadores/profissionais diferentes, em diferentes formas de publicação, de diferentes países e de épocas diferentes que fazem a mesma afirmação da instabilidade do H_2O_2 .

Ao adicionar água sanitária em um aquário ($NaClO$ - adiciona o $HClO$ – ácido hipocloroso) **os peixes morrem**, ao adicionar o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) no mesmo aquário **os peixes não morrem, sobrevivem!!** Apesar do **POR do peróxido de hidrogênio - H_2O_2 (POR = 1,76 mV)** ser **MAIOR** que o **POR do ácido hipocloroso - $HClO$ (POR = 1,48 mV)**.

UTILIZANDO O $NaClO$ (água sanitária) preparei soluções de diluídas com concentrações de 5 mg CRL/L (5 ppm), 14,5 mg CRL/L (14,5 ppm) ou 18 mg CRL/L (18 ppm).

→ $HClO$ → POR = 1.48 mV

UTILIZANDO O H_2O_2 (peróxido de hidrogênio) preparei soluções de diluídas com concentrações de 5 mg H_2O_2 /L (5 ppm) (H_2O_2 50%), 14,5 mg H_2O_2 /L (14,5 ppm) (H_2O_2 50%) ou 18 mg CRL/L (18 ppm) (H_2O_2 12%).

→ H_2O_2 → POR = 1.76 mV

VOU ADICIONAR 5 mL de UMA DAS soluções no aquário, PARA MANTER 5 ppm CRL o que vai acontecer com os peixes?



VOU ADICIONAR 5 mL de UMA DAS soluções no aquário, PARA MANTER 5 ppm H_2O_2 . O que vai acontecer com os peixes?



Basta avaliar o seu uso na aquicultura (criação de peixes), quando aplicado na água, o H_2O_2 **se decompõe rapidamente em produtos atóxicos** aos animais cultivados, como pode ser visto na reação a seguir: $2H_2O + O_2$ [ARVIN, PEDERSEN (2014) apud TORRES; RAULINO, LIMA, et al., 2020; MATTOS, SHIRAIISHI, BRAZ, FERNANDES, 2003; BURRIDGE, WEIS, CABELLO, PIZARRO, 2010]. O peróxido de hidrogênio, portanto, ao liberar O_2 dissolvido para água, **pode ser eficazmente empregado como fonte emergencial de O_2** . É comum o uso eventual de H_2O_2 em **tanques de transporte** de alevinos e pós-larvas de peixe e camarão, tilápia *Oreochromis niloticus* [TAYLOR, ROSS (1988) apud TORRES; RAULINO, LIMA, et al., 2020; LIMA, BRITO, COSTA, et al., 2012].

Logo, aparece(m) o(s) distribuidor(es) de TIQ (transferência de informação Química) distorcida, verdadeiro fake-news do conhecimento, afirmando: “que os peixes sobrevivem quando se adiciona o peróxido de hidrogênio, por que o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) é menos tóxico que o ácido hipocloroso ($HClO$)”.

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%)** (veja o Quadro 1).

O ácido hipocloroso (HClO) a **DL50 varia >2.000 mg/Kg – 5.800 mg/Kg.**

Considerando a **DL50 do H₂O₂ 50%**, utilizado em águas de piscinas, se comparada com a DL50 do HClO, **o peróxido de hidrogênio (50%) é mais tóxico que HClO de 8,4 vezes (5.800:693,7=8,36) a 8,9 vezes (2.001:225=8,89), em resumo, o H₂O₂ (50%), com relação a DL50 é em média 8,7 vezes mais tóxico ao HClO**, e mesmo assim, os peixes não morrem quando se adiciona H₂O₂, para fornecimento de oxigênio.

Ciência Animal, v.30, n.3, p.13-22, 2020.


**PREPARO DE ÁGUA SUPEROXIGENADA COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO
PARA USO EMERGENCIAL EM TANQUES DE AQUICULTURA**

Arthur Borges TORRES¹; Antonio Éder Soares RAULINO¹; Francisco Roberto dos Santos LIMA¹; Marcos Luiz da Silva APOLIANO¹; Davi de Holanda CAVALCANTE²; Marcelo Vinícius do CARMO-E-SÁ^{1*}

Uma solução de baixo custo para o problema da suspensão temporária da aeração suplementar de tanques de aquicultura é a oxigenação química da água (TAYLOR e ROSS, 1988). Com essa finalidade, o produto mais conhecido e disponível no mercado é o peróxido de hidrogênio (H₂O₂). Quando aplicado na água, o H₂O₂ se decompõe rapidamente em produtos atóxicos aos animais cultivados, como pode ser visto na reação a seguir: 2H₂O₂ → 2H₂O + O₂ (ARVIN e PEDERSEN, 2015). O peróxido de hidrogênio, portanto, ao liberar O₂ dissolvido para água, pode ser eficazmente empregado como fonte emergencial de O₂. É comum o uso eventual de H₂O₂ em tanques de transporte de alevinos e pós-larvas de peixe e camarão (TAYLOR e ROSS, 1988). Entretanto, o uso mais frequente do peróxido de

Fonte: ARVIN, PEDERSEN (2014) apud TORRES; RAULINO, LIMA, et al., 2020


Na pesquisa de RODRIGUES, MARKS (2020) o **uso do peróxido de hidrogênio 50%**, a metodologia do trabalho, o fornecimento do produto, indicação de **concentração**, foram **orientações** da empresa que vende peróxido de hidrogênio para água de piscinas, o que torna conclusão da pesquisa **MAIS RELEVANTE** no que tange **a não manutenção de residual do peróxido de hidrogênio**. Mostra a responsabilidade da empresa **em transmitir uma informação correta aos usuários de seus produtos** com base em um pesquisa científica, que ela contribuiu para alcançar os resultados.



ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO

Eric Augusto de Medeiros Rodrigues⁽¹⁾
Mestre em Tecnologia na área de Meio Ambiente e Tecnólogo em Saneamento pela Universidade Estadual de Campinas-Unicamp. Possui experiência na área de Saneamento Ambiental, com ênfase em Tratamento de Água, atuando principalmente nas seguintes linhas de pesquisa: Tecnologias alternativas de Oxidação Aplicadas ao Tratamento de Água, Cromatografia Aplicada ao Saneamento Ambiental, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

Roberto Hazentratz Marks⁽²⁾
Qualificação do Autor Doutor em Tecnologia Nuclear, Universidade de São Paulo, USP, Brasil



CONCLUSÕES

O processo oxidativo avançado, por meio da conjugação de peróxido de hidrogênio e radiação ultravioleta (H₂O₂+UV) mostrou ser uma tecnologia promissora em comparação ao cloro, principalmente na oxidação de STD, que foi 30% mais eficiente que o cloro em 3 horas de reação e 29% mais eficiente em 6 horas. Na inativação de bactérias heterotróficas para ambos oxidantes, foi mais eficiente em 3 horas de reação, sendo que o cloro removeu 97,7% de bactérias e o H₂O₂+UV removeu 99,4%. **O único inconveniente deste POA é não prover residual de desinfetante, o que pode ser desfavorável em longos períodos sem tratamento.** Como recomendação para trabalhos futuros, é possível analisar os subprodutos do processo de desinfecção (SPDs), como os trihalometanos e ácidos haloacéticos.

A publicação de RODRIGUES, MARKS (2020) apresenta a conclusão: **“O único inconveniente deste POA É NÃO PROVER RESIDUAL DE DESINFETANTE, o que pode ser desfavorável em longos períodos sem tratamento”.**

Como LUZ UV **NÃO MANTÉM RESIDUAL** e o único produto químico envolvido é o **peróxido de hidrogênio**, se comprova de modo inquestionável que também **não mantém residual!!**

METODOLOGIA

A matriz água bruta foi preparada por uma proporção 1:1 de água de torneira e água pluvial, sendo deixada em repouso por 30 dias em abrigo da luz. A dosagem do hipoclorito de sódio (NaClO), estoque 30%, deu-se a fim de se obter uma concentração de 10 mg/L, uma concentração comumente utilizada no tratamento de água superficial bruta (RODRIGUES, 2020; FAUSTINO, 2016; RODRIGUES, 2015). Já para a dosagem do peróxido de hidrogênio, estoque 50%, deu-se a fim de se obter uma concentração de 50 mg/L, como orientado pelo fabricante do produto (Maresias Química do Brasil). Os parâmetros analisados, bem como as técnicas utilizadas são observados na Tabela 1.


AESABESP - Associação dos Engenheiros da Sabesp

2

Como já citado, outra forma de confirmar que o peróxido de hidrogênio não deixa residual, é pelo fato que, **não é indicada a utilização por banhistas da piscina quando na utilização do agente oxidante com ORP acima de 1,55 mV!** Por esse motivo o **agente oxidante** não mantém residual na água da piscina! Se a água da piscina estivesse com residual de peróxido de hidrogênio com ORP de 1,77 mV, os frequentadores ficariam com os pelos loiros, em resumo, a piscina seria para as mulheres que gostam manter os pelos loiros uma nova forma de tratamento.

Outra confirmação da resposta, de que peróxido de hidrogênio, não deixa residual são as FISPQ's de produtos com princípios ativo "peróxido de hidrogênio" para **água de piscina**, disponíveis na internet, nas quais a(s) **Empresa(s) FORNECE(M) A INFORMAÇÃO CORRETA** sobre a questão, e comprova de modo inquestionável que a reação de decomposição é muito rápida: **“Persistência e degradabilidade: O peróxido de hidrogênio decompõe-se rapidamente para oxigênio e água”.** Como a informação é idêntica nos dois produtos comerciais, nas duas FISPQ's o texto apresentado será somente um, abaixo se encontram os links para acesso a documentos originais.

Os peixes **NÃO** respiram Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2)! Se existisse algum residual de H_2O_2 na água em função da sua toxicidade (DL50) iriam morrer!! Logo, pode-se tirar a conclusão de que o H_2O_2 **se decompõe rapidamente em $H_2O + O_2$** , conforme **informação correta** das FISPQ's da empresa que vende peróxido de hidrogênio para águas de piscinas.


 Em conformidade com NBR 14275-4:2014

FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Produto: Oxidante Multição Maresias **FISPQ 118**

Revisão: 03 Data: 16/08/18

<https://maresias.ind.br/wp-content/uploads/2021/01/118-Oxidante-Multiacao-Maresias.pdf>

 Em conformidade com NBR 14275-4:2014

FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Produto: Mplus Oxidante Maresias **FISPQ 115**

Revisão: 03 Data: 17/08/18

<https://maresias.ind.br/wp-content/uploads/2020/12/115-Mplus-oxidante.pdf>

12. INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

Efeitos ambientais, comportamento e impactos do produto	
Ecotoxicidade:	Nocivo para os organismos aquáticos.
Persistência e degradabilidade:	O peróxido de hidrogênio decompõe-se rapidamente para oxigênio e água.
Potencial bioacumulativo	Não são conhecidos efeitos bioacumulativos.
Mobilidade no solo	Não determinada.
Outros efeitos adversos	Não determinada.

MT PLUS ECO FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS (FISPQ)

E-mail mtpluseco.barretos@gmail.com

Comportamento esperado: rápida decomposição em oxigênio e água.

Fonte: MTPLUSECO, 2018.

Todo composto químico absorve, transmite ou reflete **luz** (radiação eletromagnética) em uma certa amplitude de comprimento de onda. **A energia é inversamente proporcional ao comprimento de onda.** A luz vermelha (490 a 500 nm) tem comprimento de onda maior do que a luz azul (435 a 480 nm), ou seja, a luz vermelha é menos energética que a luz azul.

10a. 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
Ion hipoclorito (ClO^-)	290
Ion Dicloroisocianurato (Cl_2Cy)	215
Ion Monochlorisocyanurato (HClCy)	220
$\text{HOCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^- // \text{H}_2\text{Cy} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{Cy}^- // \text{H}_2\text{Cy}^- + \text{HOCl} \rightleftharpoons \text{HClCy} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HClCy}^- + \text{HOCl} \rightleftharpoons \text{Cl}_2\text{Cy}^- + \text{H}_2\text{O}$	

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. Na Figura 1, pode-se analisar e verificar o espectro de absorbância do ácido hipocloroso (HClO), no comprimento de onda de 292 nm, e seu coeficiente de absorção molar é de $350 \text{ M}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{cm}^{-1}$ (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): $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 196,2 \text{ KJ}$.

Outro fator fundamental, é que, o 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.

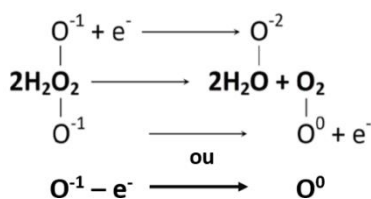
Acta Innovations • ISSN 2300-5599 • 2018 • no. 26: 45-52 • 47

DECOMPOSITION OF HYDROGEN PEROXIDE - 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, ZAWADZKI, 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

How long does peroxide last in water?

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.

Fonte: BORER, 2022.

Quanto tempo dura o peróxido na água?

*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.

A pesquisa publicada por YAZICI, DEVECI (2010) mostra que, para o peróxido de hidrogênio se manter estável no meio aquoso **o pH deve estar na faixa de 10,5-11, sem mudança de temperatura**. Essa pesquisa comprova que na água de uma piscina, considerando pH 7,2-7,8 o peróxido de hidrogênio **não tem estabilidade e se decompõe rapidamente em H₂O + O₂**.



PROCEEDINGS
 OF THE

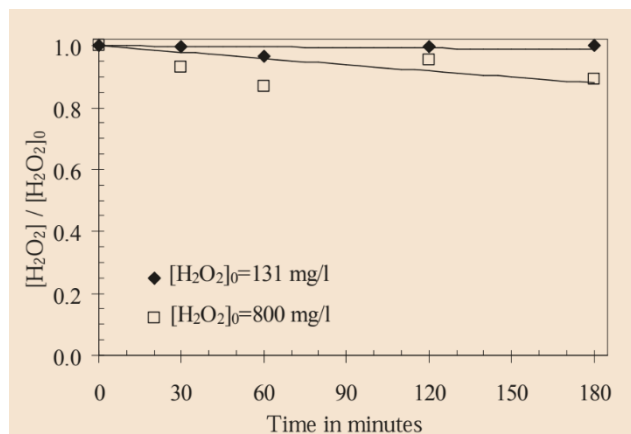
XIth INTERNATIONAL MINERAL
 PROCESSING SYMPOSIUM

6-8 OCTOBER 2010, CAPPADOCIA-NEVSEHIR, TURKEY

Factors Affecting Decomposition of Hydrogen Peroxide

E. Y. Yazıcı and H. Deveci

Dept. of Mining Engineering, Karadeniz Technical University, 61080, Trabzon, Turkey



Fonte: YAZICI, DEVECI, 2010.

Figure 1. Effect of initial concentration of H₂O₂ on the decomposition of hydrogen peroxide (pH 10.5-11)

Os peróxidos são compostos que apresentam uma ligação simples oxigênio-oxigênio: um exemplo típico é o peróxido de hidrogênio H_2O_2 . **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 O_3 é 128 pm e em O_2 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 H_2O_2 é inerentemente instável**, pois é facilmente decomposto em água e oxigênio pela luz, por compostos orgânicos e íons metálicos: $2H_2O_{2(l)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$, o $\Delta H^\circ = -196$ kJ/mol. **Em outras palavras, H_2O_2 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 H_2O_2 , pois **“quanto mais, mais rápido”**. Em outras palavras, uma solução de H_2O_2 diluída e mantida fria é a mais estável (FRAU, 2024).

A publicação da LENNTECH (2024) **indica que o peróxido de hidrogênio aumenta a sua degradação 220% a cada aumento de 10°C na temperatura**.

Destruction of hydrogen peroxide

Hydrogen peroxide can disintegrate during transport. Oxygen and heat are released. Hydrogen peroxide itself is inflammable, but the oxygen can enhance the inflammation of other substances. In diluted solutions, the heat is absorbed by water. In concentrated solutions, the temperature of the solution is increased, accelerating hydrogen peroxide destruction. The rate of destruction is multiplied with 2,2 for every 10 °C of rise in temperature. The alkalinity and presence of pollutions also accelerate the destruction of hydrogen peroxide.

For the production of hydrogen peroxide, special catalysers are used to make sure that hydrogen peroxide is not destroyed by pollutants in the water.

Fonte: LENNTECH, 2024.

Destruição de peróxido de hidrogênio

O peróxido de hidrogênio pode se desintegrar durante o transporte. Oxigênio e calor são liberados. **O próprio peróxido de hidrogênio é inflamável, mas o oxigênio pode aumentar a inflamação de outras substâncias**. Em soluções diluídas, o calor é absorvido pela água. Em soluções concentradas, a temperatura da solução aumenta, acelerando a destruição do peróxido de hidrogênio. **A taxa de destruição é multiplicada por 2,2 para cada 10 °C de aumento de temperatura**. A alcalinidade e a presença de poluições também aceleram a destruição do peróxido de hidrogênio. Para a produção de peróxido de hidrogênio, são utilizados catalisadores especiais para garantir que o peróxido de hidrogênio não é destruído por poluentes na água.

Is hydrogen peroxide used for swimming pool disinfection?

The application of peroxides for disinfection and water treatment are limited. Recently, more stable forms have been developed, which can be used for application in swimming pools. Hydrogen peroxide disinfection requires a high dose. The main disadvantage is the small disinfecting and oxidising ability of hydrogen peroxide at active concentrations (tens of milligrams per litre), which are required for swimming pool disinfection. Another problem is the quick decomposition of hydrogen peroxide in water and the presence of oxygen radicals. Through stabilizer addition, the decomposition of hydrogen peroxide is delayed and the disinfection ability can be maintained.

Fonte: LENNTECH, 2024.

A aplicação de peróxidos para desinfecção e tratamento de água é limitada. Recentemente, foram desenvolvidas formas mais estáveis, que podem ser utilizadas para aplicação em piscinas. A desinfecção com peróxido de hidrogênio requer uma dose alta. A principal desvantagem é a pequena capacidade desinfetante e oxidante do peróxido de hidrogênio em concentrações ativas (dezenas de miligramas por litro), necessárias para a desinfecção de piscinas. **Outro problema é a rápida decomposição do peróxido de hidrogênio em água e a presença de radicais de oxigênio**. **Através da adição de estabilizador, a decomposição do peróxido de hidrogênio é retardada** e a capacidade de desinfecção pode ser mantida.

11a. Quais são os agentes de descloração(Dechlorinating Agents) ?

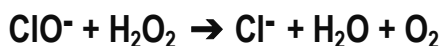
I) O PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO (H₂O₂) é indicado como “DECLORADOR” na Norma. NSF/ANSI/CAN 50 (NSF/ANSI/CAN, 2019).

© 2019 NSF NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

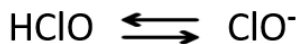
Table N-12.1
Approved standardized evaluation levels

Chemical	Synonyms	Strength	CAS#	Standardized evaluation level (mg/L)	Standardized evaluation Lb/10,000 gal)
dechlorinator chemicals					
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

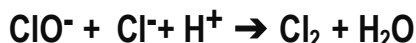
Fonte: NSF/ANSI/CAN, 2019.



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].

H₂O₂ – MM = 1 x 2 + 16 x 2 = 34 g/mol

Cl₂ – MM = 35,453 x 2 = 70,9 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 massa/massa H₂O₂ como Cl₂**

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].

$$\frac{176,01 \text{ mg } \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6}{1 \text{ mmol } \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6} \times \frac{1 \text{ mmol } \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6}{1 \text{ mmol } \text{Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mmol } \text{Cl}_2}{70,9 \text{ mg } \text{Cl}_2} = \frac{176,01 \text{ mg } \text{H}_2\text{O}_2}{70,9 \text{ mg } \text{Cl}_2}$$

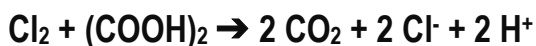
= 2,48 massa/massa $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ como Cl_2

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.



$$\begin{aligned} (\text{COOH})_2 - \text{MM} &= (12 + 16 \times 2 + 1) \times 2 = 45 \times 2 = 90 \text{ g/mol} \\ \text{Cl}_2 - \text{MM} &= 35,453 \times 2 = 70,9 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

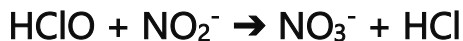
A análise estequiométrica da equação acima mostra que **1,27 mg de ácido oxálico** são necessários para reduzir **1 mg de CRL como Cl₂** [WHITE (1986) apud WORLEY, 2000].

$$\frac{90,0 \text{ mg } (\text{COOH})_2}{1 \text{ mmol } (\text{COOH})_2} \times \frac{1 \text{ mmol } (\text{COOH})_2}{1 \text{ mmol } \text{Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mmol } \text{Cl}_2}{70,9 \text{ mg } \text{Cl}_2} = \frac{90,0 \text{ mg } (\text{COOH})_2}{70,9 \text{ mg } \text{Cl}_2}$$

= 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)**.

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – MM = $23 \times 2 + 32 \times 2 + 16 \times 3 = 46 + 64 + 48 = 158$ g/mol

Cl_2 – MM = $35,453 \times 2 = 70,9$ g/mol

$$\frac{158 \text{ mg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{4 \text{ mmol Cl}_2} \times \frac{4 \text{ mmol Cl}_2}{4 \times 70,9 \text{ mg Cl}_2} = \frac{158 \text{ mg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{283,6 \text{ mg Cl}_2}$$

$$= 0,56 \text{ massa/massa Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ como Cl}_2$$

Fonte: WHITE (1986) apud WORLEY, 2000; TCHOBANOGLOUS, BURTON, STENSEL, 2003.

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.

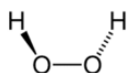


Portanto, **exatamente 3,01 mg de tiosulfato de sódio são necessários para reduzir 1 mg de CRL (como HClO)**.

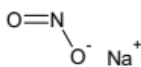
$$\frac{158 \text{ mg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{2 \text{ mmol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ mmol HClO}} \times \frac{1 \text{ mmol HClO}}{52,46 \text{ mg Cl}_2} = \frac{158 \text{ mg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{52,46 \text{ mg Cl}_2}$$

= 3,01 massa/massa Na₂S₂O₃ como HClO

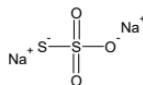
Fonte: Fonte: SARI, RHAMADANI, AMANAH, NUGROHO, 2022.



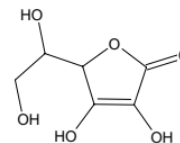
Peróxido de Hidrogênio



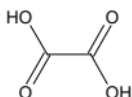
Sodium Nitrite



Sodium Thiosulfate



L-ascorbic Acid



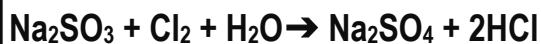
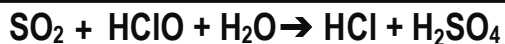
Oxalic Acid

Valores típicos para decoloração requerida por CRL (expresso em mg Cl₂/L).

Alguns agentes de decoloração (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

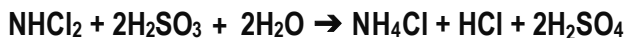
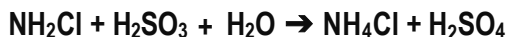
Portanto, **exatamente 1,16 mg de ácido sulfuroso são necessários para reduzir 1 mg de CRL (como Cl_2).**

$$\frac{82,0 \text{ mg } \text{H}_2\text{SO}_3}{1 \text{ mmol } \text{H}_2\text{SO}_3} \times \frac{1 \text{ mmol } \text{H}_2\text{SO}_3}{1 \text{ mmol } \text{HClO}} \times \frac{1 \text{ mmol } \text{HClO}}{1 \text{ mmol } \text{Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mmol } \text{Cl}_2}{70,9 \text{ mg } \text{Cl}_2} = \frac{82,0 \text{ mg } \text{H}_2\text{SO}_3}{70,9 \text{ mg } \text{Cl}_2}$$

$$= 1,16 \text{ massa/massa } \text{H}_2\text{SO}_3 \text{ como } \text{Cl}_2$$

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 = $1 \times 23 + 1 \times 1 + 32 \times 1 + 16 \times 3 = 23 + 1 + 32 + 48 = 104$ g/mol
 Cl_2 – MM = $35,453 \times 2 = 70,9$ g/mol

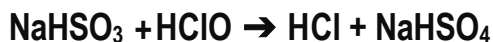
Portanto, **exatamente 1,46 mg de bisulfito de sódio são necessários para reduzir 1 mg de CRL (como Cl_2).**

$$\frac{104 \text{ mg NaHSO}_3}{1 \text{ mmol NaHSO}_3} \times \frac{1 \text{ mmol NaHSO}_3}{1 \text{ mmol Cl}_2} \times \frac{1 \text{ mmol Cl}_2}{70,9 \text{ mg Cl}_2} = \frac{104 \text{ mg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{70,9 \text{ mg Cl}_2}$$

= 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 = $1 \times 1 + 35,453 \times 1 + 16 \times 1 = 1 + 35,45 + 16 = 52,45$ 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

VII) 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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACT. **A code of practice to minimize the public health risks from swimming/spa pools - Part a: general guidelines**. Canberra/Weston Creek: ACT Government Health /Department Of Health And Community Care. September 1999. Disponível em: <https://www.health.act.gov.au/sites/default/files/2018-09/Swimming_%26_spa_pools_Part_A_General_guidelines.pdf>. Acesso em 07 de julho de 2021.

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.

AOUDJ, S.; KHELIFA, A.; ZEMMOURI, H.; HAMADAS, I.; YATOUI, S.; ZABCHI, N.; DROUICHE, N. Degradation of EDTA in H₂O₂ containing wastewater by photo-electrochemical peroxidation. **Chemosphere**. v.208. pp.984–990. October 2018.

APOLINÁRIO, M. F.; MEIRELES, D. J.; SANTANA, H. F. Estudo da remoção de íons ferro e manganês da água utilizando peróxido de hidrogênio como agente oxidante. **Journal of Engineering and Exact Sciences – JCEC**. v.04. n.04. 2018.

ARAÚJO, J. K.; BAYDUM, V. P. A. Estudo do uso combinado de hidróxido de sódio e peróxido de hidrogênio em manancial eutrofizado destinado ao abastecimento humano. Anais da FENASAN – Feira Nacional de Saneamento e Meio Ambiente São Paulo: AESabesp – Associação dos Engenheiros da. Sabesp. 03 a 05 de Outubro 2017.

ARVIN, E.; PEDERSEN, L.F. Hydrogen peroxide decomposition kinetics in aquaculture water. **Aquacultural Engineering**. v.64. pp.1-7. 2015.

ASANO, T.; BURTON, F. L.; LEVERENZ, H.; TSUCHIHASHI, R.; TCHOBANOGLOUS, G. **Water Reuse – Issues, Technologies, and Applications**. New York: McGraw-Hill. 1570p. 2007.

AUSTRALIA. **Public Health Guidelines for Aquatic Facilities**. Casuarina, Northern Territory: Environmental Health Program Department of Health and Families. 48p. August 2006.

AUSTRALIA. **Guidelines for Managing Risks in Recreational Water**. Canberra: Australian Government / National Health and Medical Research Council. 215p. 2008.

AVANZI. **FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO Peróxido de Hidrogênio**. 05/08/2015. Disponível em: <<https://avanziquimica.com.br/wp-content/uploads/2019/06/PER%C3%93XIDO-DE-HIDROGENIO.pdf>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

BACS. **The use of Hydrogen Peroxide in Drinking Water Disinfection information note**. Tamworth / Staffordshire: BACS - (British Association of Chemical Specialities. Disponível em: <<https://www.legionellacontrol.org.uk/news/108/>>. Acesso em 28 de julho de 2021.

BARBIN, E. L.; SPANÓ, J. C. E.; SILVA, R. S.; PÉCORA, J. D. Análise *in vitro* da variação térmica durante a utilização do hipoclorito de sódio, em diferentes concentrações, com peróxido de hidrogênio a 3%. **Revista da Odontologia da Universidade de São Paulo**. v.9. n.3. pp.189-192. jul/set 1995.

BEAUDET, S.; EYKELBOSH, A. **Float tanks: Review of current guidance and considerations for public health inspectors.** Vancouver, BC: National Collaborating Centre for Environmental Health. July 2016. Disponível em: <http://www.ncceh.ca/sites/default/files/Float_Tanks_Review_Current_Guidance_July_2016.pdf>. Acesso em 07 de julho de 2021.

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.

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.

BLOCK, S. S. (Ed.) **Disinfection sterilization and preservation**, 5.ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 1162p. 2001.

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. June 2003.

BRASIL. Resolução-RDC n.39, de 28 de abril de 2000, dispõe sobre atualização de normas e procedimentos referentes à registro de produtos Saneantes Domissanitários com ação antimicrobiana. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil. N.83-E. p.20. 2 de maio de 2000. Seção1.

BRASIL. Resolução RDC da ANVISA 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. Seção1.

BRASIL. Resolução RDC da ANVISA nº 693, de 13 de maio de 2022. Dispõe sobre as condições para registro de produtos saneantes com ação antimicrobiana. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil]. Brasília. n.93. 18 de maio de 2022. Seção 1.

BRASIL. Resolução RDC da ANVISA 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.

BUEHLMANN, P. H. Balancing Bromate Formation, Organics Oxidation, and Pathogen Inactivation: The Impact of Bromate Suppression Techniques on Ozonation System Performance in Reuse Waters. Blacksburg, VA. 67p. Master of Science [In Environmental Engineering] - State University / Virginia Polytechnic Institute. August 5th, 2019.

BURRIDGE, L.; WEIS, J.; CABELLO, F.; PIZARRO, J. Chemical use in salmon aquaculture: a review of current practices and possible environmental effects. **Aquaculture.**, v.306, pp.7-23. 2010.

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.

CASEMORE, D. P. Epidemiological aspects of human cryptosporidiosis. **Epidemiology and Infection**. v.104. pp.1–28. 1990.

CDC. **Fecal Incident and Outbreak Response**. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/healthywater/swimming/aquatics-professionals/fecalresponse.html>>. Acesso em 16 de novembro de 2016.

CDC. **2016 Annex to the Model Aquatic Health Code - Scientific Rationale**. 2nd Edition. Atlanta: DHHS - U.S. Department of Health and Human Services / CDC - Centers for Disease Control and Prevention. July 2016a.

CDC. **Annex to the 2018 Model Aquatic Health Code, 3RD Edition**. Atlanta: CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services / U.S. Department of Housing and Urban Development. 256p. 2018.

CDC. **Annex to the 2023 Model Aquatic Health Code, 4th Edition SCIENTIFIC AND BEST PRACTICES RATIONAL**. Atlanta: CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services / U.S. Department of Housing and Urban Development. 249p. February 2023.

CDC. **Model Aquatic Health Code (MAHC) Disinfection and Water Quality Module CODE Draft Sections for the First 60-day Review**. Washington, D.C.: Department of Health and Human Services / CDC - Centers for Disease Control and Prevention. 27p. February 27, 2012.

CDC. **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.

CE. DIRETIVA 98/83/CE DO CONSELHO, de 3 de novembro de 1998, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano. **Jornal Oficial das Comunidades Européia**. L 330/32-54. 05.12.98.

CE. DIRETIVA (UE) 2020/2184 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, de 16 de dezembro de 2020, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano (reformulação). **Jornal Oficial da União Européia**. L435/2-52. 23.12.2020.

CHAIR, W. F.; BERGFELD, M. D.; BELSITO, D. V.; M.D.; HILL, R. A.; et al. Safety Assessment of Hydrogen Peroxide as Used in Cosmetics. **Cosmetic Ingredient Review**. 57p. October 16, 2018.

CHALASANI, R. **Green pool**. August 3, 2016. Disponível: <<https://www.cbsnews.com/pictures/rio-olympics-problems/2/>>. Acesso em 17 maio de 2024.

CHEN, L.; DENG, Y.; DONG, S.; WANG, H.; et al. The occurrence and control of waterborne viruses in drinking water treatment: A review. **Chemosphere**. v.281. 2021.

CHICK, H. Investigation of the Laws of Disinfection. **Journal Hygiene**. v.8. p.92. 1908.

CONNER. W. V. **Hydrogen Peroxide Safety Issues**. Springfield: National Technical Information Servics, U.S. Department of Commerce. 13p. April 14, 1993.

CONTROL LAB. FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO PEROXIDO DE HIDROGENIO 30%. 12/05/2013. Disponível em: <https://controllabpr.com.br/files/fispq/15101596517FISPQ_PEROXIDO_DE_HIDROGENIO_30_.pdf>. Acesso em 24 de junho de 2022.

COSTA, N. M. **Tratamento de efluente de biodiesel pela integração dos processos de coagulação-floculação, UV-C e oxidação avançada.** Uberlândia. 107p. Dissertação [Mestrado em Química] - Universidade Federal de Uberlândia. 2018.

COSTA, F. Link 03: <https://www.lenntech.com/processes/disinfection/chemical/disinfectants-hydrogen-peroxide.htm> (Peróxido de Hidrogênio). [mensagem pessoal <marketing@maresias.ind.br>]. Mensagem recebida por <j.macedo@terra.com.br> em 27 de janeiro de 2021.

COSTA, F. **Peroxido de Hidrogenio .pdf.** [mensagem pessoal <marketing@maresias.ind.br>]. Mensagem recebida por <j.macedo@terra.com.br> em 27 de janeiro de 2021a.

COSTA, W. F. **Avaliação da elevação da temperatura produzida pela reação exotérmica de algumas associações de substâncias químicas utilizadas no preparo do canal radicular.** Ribeirão Preto. 147p. Tese (Livre Docência) – [Universidade de São Paulo / Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto]. 1987.

CRONK, G. **Evaluation of Stabilizers of Hydrogen Hydrogen Peroxide for Inclusion in the General WDR.** December 12, 2013. Disponível em: <https://www.waterboards.ca.gov/losangeles/board_decisions/adopted_orders/WDR_Update/Sodiumcitrate,sodiummalonate,andsodiumphytate-OxidantActivators.pdf>. Acesso em 12 de julho de 2021.

CROSBIE. **47 galons de hidrogen peroxide made the olimpic pools green.** Aug. 13, 2016. Disponível em: <<https://www.inverse.com/article/19679-hydrogen-peroxide-rio-olympic-science-green-pools-mystery-solved>>. Acesso em: 17 de maio de 2024.

DANIEL, L. A.; BRANDÃO, C. C. S.; GUIMARÃES, J. R.; LIBÂNIO, M. L.; DE LUCA, S. J. **Processos Alternativos de desinfecção da água.** PROSAB EDITAL 2. Rio de Janeiro: RIMA /ABES. 155p. 2001.

DIAS, V. D. **Radiação ultravioleta e ozônio aplicados como métodos alternativos de desinfecção de efluentes secundários de esgoto sanitário.** São Carlos. 150p. Dissertação [Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento] – Universidade de São Paulo. 2001.

DEMIR, E.; GULUSTAN, F.; ATAL, G.; DALGIC, A.; CATLI, T.; YILMAZ, O.; AKTAS, S.; OLGUN, L. Is Pool Water Disinfectant (Hydrogen Peroxide-Silver Composition) Ototoxic in Rats? **Journal of International Advanced Otology.** v.14. n.3. pp.432-436. 2018.

DI BERNADO, L. D.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água – Volume 2.** 2ª edição. São Carlos: Rima Editora. 1565p. 2005.

DUPONT, H. L.; CHAPPELL, C. L.; STERLING, C. R.; OKHUYSEN, P. C.; ROSE, J. B.; JAKUBOWSKI, W. The infectivity of *Cryptosporidium parvum* in healthy volunteers. **New England Journal of Medicine.** v.332. n.13. pp.855–859. 1995.

ECHA. **Hydrogen peroxide.** Sd. Disponível em: <<https://echa.europa.eu/pt/registration-dossier/-/registered-dossier/15701/7/3/1>>. Acesso em 25 de junho de 2022.

ECHA. **O que faz.** 26/05/2020. Disponível em: <https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/echa_pt#o-que-faz>. Acesso em 07 de julho de 2021.

ECHA. **Opinion on the application for approval of the active substance: Hydrogen peroxide // Product type: 5 ECHA/BPC/43/2015. 2 February 2015.** Disponível em: <<https://echa.europa.eu/documents/10162/5e480ce0-8f18-45f1-b722-71e71fa8b969>>. Acesso em 27 de julho de 2021.

EPA. **Water Treatment Manual: Disinfection.** Wexford, Ireland: EPA - Environmental Protection Agency. 200p. 2011.

EPANZ. **Chemical Classification and Information Database (CCID) | EPA - Hydrogen peroxide, 60% aqueous solution.** 2022. Disponível em: < <https://www.epa.govt.nz/database-search/chemical-classification-and-information-database-ccid/view/8BCD973C-534A-4576-AD13-B833FB15DF13>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

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. **Rio 2016 diz que água verde em piscinas foi causada por uso de peróxido de hidrogênio.** 13 de agosto 2016. Disponível em: <<https://extra.globo.com/noticias/economia/rio-2016-diz-que-agua-verde-em-piscinas-foi-causada-por-uso-de-peroxido-de-hidrogenio-19917716.html>>. Acesso em 23 de abril de 2018.

EYKELBOSH, A.; BEAUDET, S. **Float tanks: Considerations for environmental public health.** Vancouver, BC: National Collaborating Centre for Environmental Health. July 2016. Disponível em: <http://www.nccch.ca/sites/default/files/Float_Tanks_Considerations_EPH_July_2016.pdf>. Acesso em 07 de julho de 2021.

FAG CAVALCANTI. **FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO - PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO - Solução Aquosa.** 16/03/2016. Disponível em: <<https://agroquimicadonordeste.com.br/pdf/produtos/fispq-peroxido-de-hidrogenio-agroquimica.pdf>>. Acesso 24 de junho de 2022.

FEACHEM, R. G.; BRADLEY, D. J.; GARELICK, H.; MARA, D. D. **Sanitation and disease: Health aspects of excreta and wastewater management.** New York: John Wiley and Sons. 1983.

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.

FINLAND. **Regulation (EU) No 528/2012 concerning the making available on the market and use of biocidal products - Hydrogen peroxide.** 87p. March 2015.

FORBES. **Why Are Rio's Olympic Pools Green And Smelly? Ryan Lochte's Hair Holds The Answer.** Aug 19, 2016, Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/grlscientist/2016/08/15/chemistry-its-why-the-rio2016-pool-water-is-green/?sh=2dc018552d6c>>. Acesso em 15 de junho de 2024.

FRANÇA, M. D. **Degradação de paracetamol empregando Tecnologia oxidativa 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&srid=306i6B&target_type=answer>. 2020. Acesso em 01 de julho de 2024.

FURTADO, M. **Substitutos do cloro ganham espaço no saneamento – Meio ambiente.** 14 de janeiro de 2019. Disponível em: <<https://www.quimica.com.br/substitutos-do-cloro-ganham-espaco-no-saneamento-meio-ambiente/>>. Acesso em 6 de julho de 2021.

GOH, B. **Rio 2016 diz que água verde em piscinas foi causada por uso de peróxido de hidrogênio.** 13/08/16. Disponível em: <<https://extra.globo.com/economia-e-financas/rio-2016-diz-que-agua-verde-em-piscinas-foi-causada-por-uso-de-peroxido-de-hidrogenio-19917716.html>>. Acesso em 15 de maio de 2024.

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.

GOTAQUÍMICA. **FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO SOLUÇÃO AQUOSA**, com concentração entre 35% e 50%. 28/05/2015. Disponível em: <<https://www.gotaquimica.com.br/wp-content/uploads/2021/05/PEROXIDO-DE-HIDROGENIO.pdf>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

GROSSMAN, L. I. Irrigation of root canals. **Journal of the American Dental Association.** v.30. n.16. pp.1915-1917. Dec. 1943.

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.

HQUÍMICA. **FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO - PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO.** 30/08/2015. Disponível em: <<http://www.hquimica.com.br/fichas/fispq-hquimica-peroxido-de-hidrogenio.pdf>>. Acesso em 25 de junho de 2022.

HOIGNÉ, J.; BADER, H. Role of Hydroxyl Radical Reactions in Ozonation Processes in Aqueous Solutions. **Water Research.** v.10. p.377. 1976.

HONG KONG. **Guidelines on Infection Control of Commercial Spa Pools.** Hong Kong: Infection Control Branch / Centre for Health Protection / Department of Health. 19p. June 2017.

HTH. **GREEN TO BLUE® EXTRA SHOCK.** 28/10/2019. Disponível em: <https://www.hthpiscine.fr/download.php?id=43&id_info=79>. Acesso em 6 de julho de 2021.

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.

KAMPF, G.; TODT D.; PFAENDER, S.; STEINMANN, E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. **Journal of Hospital Infection.** v.104. pp.246-251. 2020.

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.

KOLOVEC. FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO 20–60%. 30/06/15. 11p. Disponível em: <http://labmixquimica.com.br/wp-content/uploads/2016/07/021-a_fispq_peroxido_hidrogenio.pdf>. Acesso 27 de junho de 2022.

LANREWAJU, A. A.; ENITAN- FOLAMI, A. M.; SABIU, S.; SWALAHA, F. M. A review on disinfection methods for inactivation of waterborne viruses. **Frontiers in Microbiology**. pp.1-19. 23 September 2022.

LENNTECH. **Disinfectants Hydrogen peroxide**. 2024. Disponível em: <<https://www.lenntech.com/processes/disinfection/chemical/disinfectants-hydrogen-peroxide.htm>>. Acesso em 06 de julho de 2024.

LIMA, J. P. V.; BRITO, L. O.; COSTA, W. M.; COSTA, W. M.; GÁLVEZ, A. O. Utilização de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) no incremento de oxigênio dissolvido em cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Pesquisa Agropecuária Pernambuco**. v.17. n. único. pp. 73-77, jan./dez. 2012.

LINLEY, E.; DENYER, S. P.; MCDONNELL, G. Use of hydrogen peroxide as a biocide: new consideration of its mechanisms of biocidal action. **Journal Antimicrobial Chemotherapy**. v.67. pp.1589 –1596. 2012.

MACEDO, J. A. B. **Piscina – Água & Tratamento & Química**. 2^a. Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 775p. 2019.

MAHMOUD, A. **Avaliação de métodos emergentes visando aumentar a eficiência do ozônio na mineralização do azocorante Preto Remazol B**. São Paulo. 94p. Dissertação [Mestrado em Química] – Universidade de São Paulo. 2006.

MANCHESTER CHEMICAL. **FISPQ - Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico Peróxido de Hidrogênio**. Dezembro de 1999. Disponível em: <<http://201.57.253.136/qualidade/FISPQs/FISPQs/P/peroxido%20de%20hidrogenio.pdf>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

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.

MATTOS, I. L.; SHIRAIISHI, K. A.; BRAZ, A. D.; FERNANDES, J. R. Peróxido de hidrogênio: importância e determinação. **Química Nova**. v.26. n.3. pp.373-380. 2003.

MELLO, A. P.; WAISMANN, W. Exposição Ocupacional ao Ruído e Químicos Industriais e seus Efeitos no Sistema Auditivo: Revisão da Literatura. **Otorhinolaryngology**. v.8. n.3. Jul/Set 2004.

MERCKMILLIPORE. **FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO Peróxido de Hidrogênio 30% (Perhydrol®)**. 29.04.2022. Disponível em: <https://www.merckmillipore.com/BR/pt/product/msds/MDA_CHEM-107209?Origin=PDP>. Acesso em 24 de junho de 2022.

MERCKMILLIPORE. **FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO Peróxido de Hidrogênio 30% Suprapur®**. 21.08.2021. Disponível em: <https://www.merckmillipore.com/Web-AT-Site/de_DE/-/EUR/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM-107298&DocumentType=MSD&DocumentId=107298_SDS_PT_PT.PDF&DocumentUID=373754&Language=PT&Country=PT&Origin=PDP>. Acesso 24 de junho de 2022.

MIL. **Manual of Naval Preventive Medicine - Chapter 4 - RECREATIONAL WATER FACILITIES - NAVMED P-5010-4 (Rev. 6-2020)**. Falls Church/Virginia: Department of the Navy/Bureau of Medicine and Surgery. 141p. 30 June 2020.

MOLE, B. **Wrong chemical dumped into Olympic pools made them green, smelly—and unsafe - Worker wrongly used hydrogen peroxide, which neutralized the chlorine.** 8/15/2016. Disponível em: <<https://arstechnica.com/science/2016/08/wrong-chemical-dumped-into-olympic-pool-made-them-green-smelly-and-unsafe/>>. Acesso em: 15 de junho de 2024.

MTPLUSECO. **FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS (FISPQ) – MTPLUSECO.** 15p. 20 de março de 2018.

MUNN, S.; ALLANOU, R.; ASCHBERGER, K.; BERTHAULT, F.; DE BRUIJN, J.; MUSSET, C.; O'CONNOR, S.; PAKALIN, S.; PELLEGRINI, G.; SCHEER, S.; VEGRO, S. European Union Risk Assessment Report. Hydrogen Peroxide. Helsinki/Finland: European Commission – European Communities. 246p. 2003

NABIZADEH, R.; SAMADI, N.; SADEGHPOUR, Z.; BEIKZADEH, M. Feasibility study of using complex of hydrogen peroxide and silver for disinfecting swimming pool water and its environment. *Iran Journal of Environmental Health Science & Engineering*. v.5. n.4. pp.235-242. 2008.

NASCIMENTO, A. C.; CUNHA JUNIOR, A. P.; SILVA, C. R. G.; LEÃO, M. V. P.; SANTOS, S. S. F. **Estabilidade do ácido peracético no processo de desinfecção prévia à lavagem.** Revista Associação Paulista dos Cirurgiões Dentistas. v.69. n.4. Out./Dez. 2015.

NEW YORK TIMES. **The Olympic pool mystery is solved: How a hydrogen peroxide dump caused green water.** Aug 14, 2016. Disponível em: <<https://nationalpost.com/sports/olympics/the-olympic-pool-mystery-is-solved-how-a-hydrogen-peroxide-dump-caused-green-water>>. Acesso em 14 de maio de 2024.

NOVAESCOTIA. **Nova Scotia Operational Guidelines for Aquatic Facilities.** Nova Scotia / Canada: NS Government. 126. 2014. 2014.

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.

NSW. **Public swimming pool and spa pool advisory document.** Sydney: Health Protection NSW (New South Wales) / NSW Government. 92p. 2013.

OSINSKI, A. **Pool Tip #36: Hydrogen Peroxide Oxidation.** 2006. Disponível em: <http://www.alisonosinski.com/wp-content/pdf/pool_tip_36.pdf>. Acesso em 07 de julho de 2021.

PRATELLI A. Action of disinfectants on canine coronavirus replication in vitro. *Zoonoses and Public Health*. v.54. pp.383-386. 2007.

PÉCORA, J. D. **Soluções auxiliares da biomecânica dos canais radiculares.** 03/11/2004. Disponível em: <http://www.forp.usp.br/restauradora/temas_endo/solu/solu.htm>. Acesso em: 07 julho de 2021.

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.

PERES, F. A. S.; TEIXEIRA, L. A. C.; YOKOYAMA, L.; CAMPOS, J. C.; MIGUEL, M. A. L. Tratamento de águas de refrigeração com peróxido de hidrogênio. *Química Nova*. v.31. n.7. pp.1851-1855. 2008.

PEROXYCHEM. **SAFETY DATA SHEET HYDROGEN PEROXIDE 50%.** 2015-03-18. Disponível em: <https://www.h2o2.com/files/PeroxyChem_50_SDS.PDF>. Acesso em 24 de junho de 2022.

PERRUCCI, C. J.; RODRIGUES, S. G. C.; SILVA, E. P. **Aplicação de peróxido de hidrogênio em substituição ao cloro na etapa de pré-oxidação no processo de tratamento de águas de abastecimento como alternativa para a redução da formação de trihalometanos.** Anais da FENASAN – Feira Nacional de Saneamento e Meio Ambiente São Paulo: AESabesp – Associação dos Engenheiros da. Sabesp. 03 a 05 de Outubro 2017.

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.

POSTLEWAITE, J.; TARABAN, L. **A Study Monitoring the Hydrogen Peroxide Stability for Shelf-Life Determination Using a Permanganate Titrate Test Method.** **TechNotes.** v.XIV. n.9. 4/2015.

PRATELLI, A. **Action of disinfectants on canine coronavirus replication in vitro.** **Zoonoses Public Health.** v.54. n.9-10. pp.:383-386. 2007.

PWTAG. **Pool Water Guide - The Treatment and Quality of Swimming Pool Water.** Tamworth/England: Pool Water Treatment Advisory Group/PWTAG (Pool Water Treatment Advisory Group). 1995.

PWTAG. **Swimming pool water – Treatment and quality standards.** 2nd ed. Pool Water Treatment Tamworth/England: PTAG - Pool Water Treatment Advisory Group. 202p. 2009.

PWTAG. **Code of Practice / The Management and Treatment of Swimming Pool Water.** Tamworth/England: PTAG - Pool Water Treatment Advisory Group. 89p. August 2019

RABENAU, H.F.; KAMPF, G.; CINATL, J.; DOERR, H. W. Efficacy of various disinfectants against SARS coronavirus. **Journal of Hospital Infection.** n.61. pp.107–111. 2005.

RAMOS, R. O.; ALBUQUERQUE, M. V. C.; AMANDA, S. B. C.; SILVA, M. C. C. P.; et al. Validação de método espectrofotométrico para determinação do teor de H₂O₂ em água de abastecimento público. **Brazilian Journal of Development.** v.6. n.8. pp.61828-61836. August 2020.

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.

RENDTORFF, R. C. The experimental transmission of human intestinal protozoan parasites. II. *Giardia lamblia* cysts given in capsules. **American Journal of Hygiene.** v.59. pp.209–220. 1954.

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.

RODRIGUES, E. A. M.; MARKS, R. H. Análise da eficiência do tratamento de água utilizando processo oxidativo avançado. **IN: 31º Encontro Técnico AESabesp.** São Paulo: Associação dos Engenheiros da SABESP/ Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. 24 a 26 de novembro 2020.

RODRIGUES, E. A. M. **Avaliação de alternativas de pré-oxidação com dióxido de cloro e peróxido de hidrogênio em Estação de Tratamento de Água com dois mananciais de captação: Ribeirão Pinhal e Rio Jaguari.** Limeira. 54p. Trabalho de Conclusão de Curso [Tecnólogo em Saneamento Ambiental] - Universidade Estadual de Campinas. 2015.

ROTH. **Ficha de Dados de Segurança Hidrogênio peróxido 30 %, Ph.Eur., estabilizador**. 09.09.2021. Disponível em: <<https://www.carlroth.com/medias/SDB-9681-PT-PT.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wzNDY0NzB8YXBwbGJjYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oYjUvaDE4LzkwNDIxMDk3MjY3NTAucGRmfGM3NzdjNWNhZThhODIiOWY4ZWQzZTRjZGNIbTViYzJjZDI0ZDEyMTlyNDZkMzJmYjFIMzgwYjQ3NTIhNDE3Mzc>>. Acesso em 24 de junho de 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.

SCIENCELAB. **Material Safety Data Sheet Hydrogen Peroxide - 3%**. 05/21/2013. Disponível em: <<https://www.jscc.edu/about-jackson-state/administration/safety-and-security/sds-files/hydrogen-peroxide.pdf>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

SEELER. **Safety Data Sheet Hydrogen Peroxide - 50% (All Grades)**. 5/11/2015. Disponível em: <<http://seeler.com/wp-content/uploads/2018/11/50-Hydrogen-Peroxide-SDS-GHS.pdf>>. Acesso em 24 de junho de 2022.

SHIELDS, J. M.; HILL, V. R.; ARWOOD, M. J.; BEACH, M. J. Inactivation of *Cryptosporidium parvum* under chlorinated recreational water conditions. **Journal Water Health**. v.6. n.4. pp.513-520. Dec 2008.

SINGER, P. C.; ASCE, M. Control of disinfection by-products in drinking water. **Journal of Environmental Engineering**. v.120. n.4. pp.727–741. July/August, 1994.

SOUZA, J. B.; DANIEL, L. A. Comparação entre hipoclorito de sódio e ácido peracético na inativação de *E. coli*, colifagos e *C. perfringens* em água com elevada concentração de matéria orgânica. **Engenharia Sanitária Ambiental**. v.10. n.2. pp.111-117. abr-jun, 2005.

TEIXEIRA, L. A. C.; GARDINGO, M. F.; BONFATTI, J. M.; PATRIARCA, P. **Diminuição na dosagem de cloro em ETAs usando peróxido de hidrogênio**. Anais do 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 25 a 29 de setembro de 2011.

TCHOBANOGLIOUS, G.; BURTON, F. L.; STENSEL, H. D. **Wastewater engineering - treatment and reuse**. New York: McGraw Hill. 1819p. 2003.

TORRES, A. B.; RAULINO, A. E. S.; LIMA, F. R. S.; APOLIANO, M. L. S.; CAVALCANTE, D. H.; CARMO-E-SÁ, M. V. Preparo de água superoxigenada com peróxido de hidrogênio para uso emergencial em tanques de aquicultura. **Ciência Animal**. v.30. n.3. pp.13-22. 2020.

USEPA. **R.E.D. FACTS Peroxy Compounds - EPA-738-F-93-026**. Washington, D.C.: Office of Water / USEPA - U.S. Environmental Protection Agency. 4p. December 1993.

USEPA. **Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual**. Washington, D.C.: Office of Water / USEPA - U.S. Environmental Protection Agency. 30p. April 1999.

USEPA. **Peroxy compounds: Hydrogen Peroxide and Peroxyacetic acid / Environmental Fate Science Chapter**. Washington, D.C.: Office of Water / USEPA - U.S. Environmental Protection Agency. 35p. July, 12, 2007.

USPTECHNOLOGIES. **Turn-key advanced oxidation program helps refinery process stored high strength caustic wastewater outage.** 2015. Disponível em: <https://www.usptechnologies.com/wp-content/uploads/2021/03/Case-Study_Refinery-TurnkeyOxidation-15-HR.pdf>. Acesso em 06 de agosto de 2022.

USPTECHNOLOGIES. **What are H₂O₂ stabilizers and will they affect my application?** Disponível em: <<https://www.usptechnologies.com/what-are-h2o2-stabilizers-and-will-they-affect-my-application/>>. Acesso em 07 de julho de 2021.

VASCONCELOS JUNIOR, E. M.; SILVA, S. F. **Aplicação de peróxido de hidrogênio em substituição ao cloro gasoso na etapa de pré oxidação no processo de tratamento de águas de abastecimento como alternativa para a redução de custo.** Anais 30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental da ABES. Natal: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 16 a 19 de junho de 2019.

VICTORIA. **Water quality guidelines for public aquatic facilities** / Managing public health risks. Melbourne/Victoria/Australia: Departament Health and Human Services. 63p. August 2019.

VICTORIA. **Pool operators' handbook.** Melbourne/Victoria/Australia: Regional Health and Aged Care Services / Division Victorian Government Department of Human Services. 89p. February 2008.

WARNER, S. C.; SLAYTON, J. L. **Surrogate and Matrix Spike Recoveries in Chlorinated Samples Using Sodium Thiosulfate, Sodium Arsenite, and L-Ascorbic Acid as Dechlorinating Agents.** US EPA - Central Regional Laboratory, US EPA. EPA-903/9-89-001. Washington, D.C.: Office of Water / USEPA - U.S. Environmental Protection Agency. 1998.

WATSON, H. E. A Note on the Variation of the Rate of Disinfection With Change in the Concentration of the Disinfectant. **Journal Hygiene.** v.8. p.538. 1908.

WHO. **Guidelines for safe recreational water environments. Volume 2, Swimming pools and similar environments.** Geneva: World Health Organization. 118p. 2006.

WHO. **The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2019.** Geneva: World Health Organization. 98p. 2020.

WHITE, G. C. **Handbook of Chlorination.** 2nd ed. New York: John Wiley and Sons, Inc. 1070p.1986.

WHITE, G. C. **Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants.** 4 ed. New York: John Wiley and Sons, Inc. 156 pp. 1999.

WISEMAN, K. C. Use of Ascorbic Acid to Remove Chloramine from Dialysate Water. **Journal American Nephrology Nurses Association.** v.24. n.1. pp.67-68. 1997.

WOLF, D. **Use of Hydrogen Peroxide for Coronavirus Disinfection.** Knoxville / Tennessee: MTAS – Municipal Technical Advisory Service / Institute for Public Service. April 17, 2020.

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.

YAZICI, E. Y.; DEVECI, H. **Factors Affecting Decomposition of Hydrogen Peroxide.** IN: XIIth - International Mineral Processing Symposium. Cappadocia-Nevüehør, Turkey. pp.609-616. 6-8 October 2010.

YOSHPE-PURER, Y.; E. EYLAN. Disinfection of water by hydrogen peroxide. **Health Lab. Sci.** v.5. pp.233-238. 1968.

ZACARIAS, N. A. **Redução de oxigênio molecular em soluções aquosas através da metodologia de modificação de eletrodos.** São Paulo. 145p. Tese [Doutorado em Química] – Universidade de São Paulo. 2007.

ZUN, M.; DWORNICKA, D.; WOJCIECHOWSKA, K.; SWIADER, K.; KASPEREK, R.; RZADKOWSKA, M.; POLESZAK, E. Kinetics of the decomposition and the estimation of the stability of 10% aqueous and non-aqueous hydrogen peroxide solutions. **Pharma-Medical Science.** v.27. n.4. pp.213-216. 2014.