

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ALUNO:

FERNANDO COSTA DE PAULA

TÍTULO:

CONCEITOS DE ORP (POTENCIAL DE OXIRREDUÇÃO) E CT (TEMPO DE CONTATO) E SUA IMPORTÂNCIA NO MEIO AQUOSO.

CURSO EAD 40 HORAS

TRATADOR DE PISCINAS

CETTAPI

CENTRO DE TREINAMENTO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS DE PISCINAS

FEVEREIRO/2025

1- INTRODUÇÃO

Na rotina de tratamento da água de piscinas, são necessários controles em demasia dos índices de pH, Alcalinidade Total, residual de cloro livre, dureza cálcica, fatores comuns e extremamente importantes para o equilíbrio físico químico da água, além disso, alguns fatores podem influenciar estes parâmetros causando alterações nos mesmos, como exemplo, influência da temperatura, adição de produtos, aumento do fluxo de banhistas, chuvas, aumento da carga orgânica, proveniente de folhas e secreções.

Considerando ainda este último fator devemos ressaltar a presença de microrganismos patogênicos que interferem diretamente na segurança microbiológica da piscina, hoje grande parte dos profissionais da área de tratamento, detêm pouco conhecimento no que tange este aspecto, dificultando por vezes o entendimento e conseqüente aplicação do derivado clorado, para atingir a completa inativação desses elementos no tanque de água utilizado.

Por fim, avaliação do ORP e conhecimento do tempo de contato, propiciam a segurança microbiológica da água, bem como, tratamento eficaz e eficiente.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ORP - POTENCIAL DE OXIRREDUÇÃO

Este parâmetro consiste em avaliar a taxa de desinfecção de um meio por meio da introdução de agentes oxidantes. Considerando a definição do processo de oxirredução, os oxidantes (desinfetantes) são responsáveis pela aceitação de elétrons, enquanto os redutores (contaminantes) cedem elétrons.

Enquanto que o potencial de oxirredução (E) é medido em volts (V), indicando a força com que uma substância pode ser oxidada ou reduzida. Quanto mais positivo o valor de E, maior a tendência de uma substância se reduzir.

Para medirmos o ORP, utilizamos um eletrodo de referência, por exemplo, SHE, (eletrodo de hidrogênio padrão) com potencial definido em 0V.

Ao nos referirmos a piscinas, o principal agente responsável pela ação desinfetante é o cloro, especificamente o ácido hipocloroso (HClO). É importante ressaltar que este composto é responsável pela inativação de microrganismos e pela

oxidação de matéria orgânica. A presença de oxidantes (HClO) elevará o valor de milivolts, ou seja, proporcionará maior eficiência na ação desinfetante.

Por outro lado, alguns elementos poderão levar à diminuição do Potencial de Oxidação-Redução (ORP); quando esse fenômeno ocorre, observa-se um aumento da demanda de cloro. Exemplos disso incluem a oscilação do pH acima de 7,8, que influencia o aumento da concentração do íon hipoclorito, a formação de cloraminas e a carga orgânica.

Ademais, por meio de pesquisas com microrganismos específicos, demonstrou-se uma correlação direta entre o aumento do ORP e a completa inativação de microrganismos (NSW Health, 2016). De acordo com o exposto, é viável correlacionar a adição do derivado clorado para manter a faixa ideal de 2 a 4 ppm, garantindo assim que, através da introdução do oxidante, o ORP seja mantido acima de 700 mV.

DESINFECÇÃO

Quando pensamos no processo de desinfecção associamos indiretamente a completa eliminação de microrganismos patogênicos e não-patogênicos, contudo, consiste na eliminação parcial destes, reduzindo significativamente seus números de forma a garantir a saúde dos usuários da piscina, ainda no tocante, a agentes para desinfecção este precisa seguir alguns critérios conforme exposto (MONTEIRO, BRANDRÃO, SOUZA, 1998 APUD MACEDO, 2019):

1. Possuir capacidade de inativar, por tempo limitado, os organismos patógenos;
2. Concentração deve ser precisa na água e de fácil mensuração em campo e laboratório;
3. viabilidade na aplicação nas diversas condições apresentadas pelas águas;
4. manter residual para evitar recontaminação nos sistemas de distribuição;
5. não deve ser tóxico ao ser humano e não produzir substâncias tóxicas acima do especificado e tampouco interferir na aceitabilidade do usuário;
6. Facilidade de manuseio e aplicação, respeitando os critérios de segurança;
7. Razoabilidade nos custos envolvidos no processo, equipamentos e instalações e conseqüentemente sua manutenção;

Ao avaliarmos a gama de agentes desinfetantes, não há nenhum que satisfaça todas as condições acima citada e cada um apresenta vantagens e desvantagens que

devem ser levadas em consideração no momento de sua escolha para aplicação, respeitando as concentrações ideais, bem como, o tempo de contato, ao tratarmos de piscinas no processo de desinfecção química o principal agente são os desinfetantes clorados.

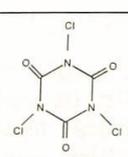
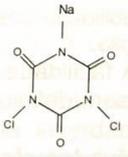
TIPOS DE DERIVADOS CLORADOS

Atualmente há divisão dos derivados se restringe a orgânicos e inorgânicos:

I) Representando os orgânicos possuímos o Dicloroisocianurato de Sódio (DCIS) e o Ácido Tricloroisocianúrico (ATIC)

II) Representando os inorgânicos, são eles o cloro gás, o hipoclorito de sódio e o hipoclorito de cálcio;

No imagem 1, a seguir podemos são representadas algumas características como estrutura química, massa molar e teores da substância:

Compostos clorados	Teor máximo (%) (Princípio Ativo)	Massa Molar	Fórmulas
Compostos clorados inorgânicos			
Hipoclorito de sódio (CAS 7681-52-9)	10-12	74,44 g/mol	NaClO
Hipoclorito de cálcio (CAS 7778-54-3)	65	142,98 g/mol	Ca(ClO) ₂
Gás cloro (CAS:7782-50-5)	100	70,906 g/mol	Cl ₂
Compostos clorados orgânicos			
Ácido tricloro isocianúrico (CAS 87-90-1)	90	232,41g/mol	
Dicloroisocianurato de sódio (CAS 51580-86-0)	56 (**) 60 (*)	255,98 g/mol (**) 219,95 g/mol (*)	

Fonte: MACEDO, 2019.

Os derivados clorados são utilizados por diversas empresas e comercializados para o tratamento de água de piscinas.

TEMPO DE CONTATO

Apesar da presença dos desinfetantes conforme exposto no tópico anterior, apenas a sua presença não garante a segurança do meio aquosa, uma vez que, devemos considerar o fator CT como índice para nortear o processo.

Em regra, quanto maior o valor de CT haverá mais dificuldade na inativação do microorganismo, quanto menor o valor de CT haverá menos dificuldade na inativação, de acordo com as condições específicas de uso.

Por vezes, maiores concentrações de desinfetantes resulta na inativação em menor tempo do microorganismo, pensando ainda, em piscinas e considerando os fatores de pH e temperatura também interferem neste processo.

Considere que o Ct é utilizado em caráter comparativo observando a eficácia do desinfetante a diferentes patógenos, calculado a partir da concentração de CRL (Cloro Residual Livre em ppm), quantidade necessária para inativar uma porcentagem do patógeno em um dado tempo (minutos) de acordo com sua exposição, conforme fórmula abaixo:

$$Ct = C \text{ (Concentração em ppm)} \times t \text{ (tempo em minutos)}$$

Fator Ct, é um número ao qual irá representar maior ou menor dificuldade na inativação de um microorganismo através de uma substância química ou sistema de desinfecção, ao considerar este processo deve ser observado esse fator. [LANTAGNE (2008), WILHELM, KAUFMANN, BLANTON, LANTAGNE (2018) apud MACEDO, 2019].

Este parâmetro foi obtido em laboratório através de estudos científicos e atualmente é o mais aceitável para comparar a eficiência dos desinfetantes. “Ct” deriva da lei de Chick-Watson (1908) de acordo com a equação:

$$K = Cn.t$$

K = constante para um microorganismo específico exposto as condições específicas (mg.minuto / L);

C = concentração da substância química (desinfetante) (mg/L);

n = coeficiente de diluição;

t = tempo de contato necessário para inativação ou morte de uma porcentagem dos organismos (minutos)

Deverão ser considerados alguns fatores como influência do pH e temperaturas mais baixas, além é claro, da dispersão de partículas presentes no meio. Para demonstrar a eficiência da desinfecção do derivado clorado apresentamos os Cts no quadro abaixo:

Quadro 1: Efeito do processo de cloração na inativação de patógenos específicos

Patógeno	Diretrizes da OMS – Qualidade da água potável				CRL (mg/L)	Tempo de contato (min)	Ct	% de inativação	Variáveis que interferem no Ct	
	Importância saúde	Persistência em suprimentos de água	Tolerância aos DC	Infectividade relativa					Temperatura (°C)	pH
BACTERIAS										
<i>Burkholderia pseudomallei</i>	baixa	Pode multiplicar	baixa	baixa	1,0	60	60	99	22,0-25,0	6,25-7,0
<i>Campylobacter jejuni</i>	alta	moderada	baixa	moderada	0,1	5	0,5	99-99,9	25,0	8,0
<i>Escherichia coli</i>	alta	moderada	baixa	baixa	0,5	<0,5	0,25	99,99	23,0	7,0
<i>E. coli (entero-hemorrágica)</i>	alta	moderada	baixa	alta	0,5	<0,5	0,25	99,98-99,99	23,0	7,0
<i>Salmonella typhi</i>	alta	moderada	baixa	baixa	0,05	20	1	99,2	20,0-25,0	7,0
<i>Shigella dysenteriae</i>	alta	baixa	baixa	moderada	0,05	<1	<0,05	99,9	20,0-25,0	7,0
<i>Shigella sonnei</i>	-	-	-	-	0,5	1	0,5	99	25,0	7,0
<i>Vibrio cholerae (superfície lisa)</i>	alta	baixa	baixa	baixa	0,5	<1	0,5	100	20,0	7,0
<i>Vibrio cholerae (superfície rugosa)</i>	alta	baixa	baixa	baixa	2	20	40	99,99	20,0	7,0
<i>Yersinia enterocolitica</i>	alta	longa	baixa	baixa	1	>30	>30	82-82	20,0	7,0
VIRUS										
<i>Coxsackie A</i>	alta	longa	moderada	alta	0,46-0,49	0,3	0,14-0,15	99	5,0	6,0
<i>Coxsackie B</i>	alta	longa	moderada	alta	0,48-0,50	4,5	2,16-2,25	99	5,0	7,81-7,82
<i>Echovirus</i>	alta	longa	moderada	alta	0,48-0,52	1,8	0,89-0,94	99	5,0	7,79-7,83
<i>Hepatitis A</i>	alta	longa	moderada	alta	0,41	<1	<0,41	99,99	25,0	8,0
<i>Poliovirus</i>	alta	longa	moderada	alta	0,5	12,72	6,36	99,99	5,0	6,0
<i>Adenoviruses</i>	alta	longa	moderada	alta	0,17	4,41	0,75	99,99	5,0	7,0
<i>Noroviruses</i>	alta	longa	moderada	alta	1,0	0,07	0,07	99,99	5,0	7,0
<i>Rotavirus</i>	alta	longa	moderada	alta	0,20	0,25	0,05	99,99	4,0	7,0
PROTOZOARIOS										
<i>Ectoparoxia histolytica</i>	alta	moderada	alta	alta	2,0	10	20	99	27,0-30,0	7,0
<i>Giardia intestinalis</i>	alta	moderada	alta	alta	1,5	10	15	99,9	25,0	7,0
<i>Toxoplasma gondii</i>	alta	moderada	alta	alta	100	1440	144.000	-	22,0	7,2
<i>Cryptosporidium parvum</i>	alta	longa	alta	alta	80	90	15.300	99,9	25,0	7,5

Fonte: CDC,2012 apud MACEDO, 2018.

De acordo com o quadro acima demonstra-se, em quais circunstâncias e concentrações os microrganismos serão inativados, além de informar, quais destes apresentam maior risco a nossa saúde.

3- CONCLUSÃO

Baseando-se nos parâmetros físico-químicos, bem como, conhecendo os efeitos que estes possuem sobre os microrganismos, o profissional atua de forma a garantir a qualidade da água no tocante a inativação de patógenos. Em realidade ainda há um grande descompasso entre o conhecimento teórico e algumas práticas da área de tratamento, havendo necessidade de maior engajamento do profissional para obtenção de conhecimento e desmitificação de alguns termos.

Por fim, os conceitos apresentados são relativamente novos no campo de tratamento de águas de piscinas, contudo, são de extrema importância para garantir a segurança da água.

4- REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MACEDO J. A. B., **Piscina - Água & Tratamento & Química - A Piscinologia Contemporânea**. 2º EDIÇÃO. BELO HORIZONTE: CRQMG. 796p. 2019.

WILHELM, N.; KAUFMANN, A.; BLANTON, E.; LANTAGNE, D. S. Sodium hypochlorite dosage for household and emergency water treatment: updated recommendations. *Journal of Water and Health*. v.16. n.1. pp.112- 125. 2018. APUD Valores de Ct para vírus e outros organismos.

MACEDO, J. A. B, Abril/2020. Disponível em: <https://www.aguaseaguas.com/files/ugd/b3ec10_ffe107fba7cd4898acd49300dc72117.pdf>. Acesso em: 02 de março de 2025.