

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ALUNO: WALLACE DOS SANTOS SOUZA

**TÍTULO: A IMPORTÂNCIA DO CLORO COMO SANITIZANTE PARA
ELIMINAÇÃO DE PARASITAS CAUSADORES DE DOENÇAS NA ÁGUA DA
PISCINA**

CURSO EAD

TRATADOR DE PISCINAS

CETTAPI

**CENTRO DE TREINAMENTOS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS DE
PISCINAS**

JULHO DE 2025

1. INTRODUÇÃO

As piscinas representam em toda sociedade importantes centros de lazer e bem-estar social. Nos centros urbanos, estes espaços aquáticos oferecem uma alternativa direta de fugir das pressões da vida moderna, promovendo a saúde física e mental de todas as idades. A sua presença em clubes, condomínios, hotéis e residências privadas enfatiza o seu valor como um equipamento social fundamental (SANTOS et al., 2016).

No entanto, estes ambientes de uso coletivo ocultam um risco inerente à saúde pública. A partilha da mesma de água por múltiplos utilizadores, cada um introduzindo uma carga microbiológica e química única, pode transformar as piscinas em veículos para a transmissão de uma variedade de doenças infecciosas.

Dentro do espectro de agentes patogénicos que podem contaminar as águas de piscinas, os protozoários parasitas emergiram nas últimas décadas como a principal fonte de preocupação. Especificamente, os géneros *Cryptosporidium* e *Giardia* são responsáveis por inúmeros surtos de doenças gastrointestinais em todo o mundo, manifestando-se através de diarreia, cólicas abdominais e náuseas, e representando uma ameaça significativa para a saúde dos banhistas em todo o mundo (BONSERÉ et al., 2020; MADRID, 2015).

O problema central que motiva esta investigação, e que constitui uma falha crítica na segurança das piscinas, reside na extraordinária resistência biológica de um destes parasitas à desinfecção. O *Cryptosporidium*, a sua forma infectante, possui uma parede celular robusta que o torna virtualmente imune ao cloro, um dos produtos mais confiável no tratamento de piscinas, e habitualmente mais utilizado utilizadas (DI BERNARDO et al., 1989).

Esta resistência tem uma consequência prática alarmante: os níveis de cloro residual livre, tipicamente mantidos entre 1 e 3 partes por milhão (ppm) para garantir a qualidade da água e o conforto dos banhistas, são manifestamente ineficazes para inativar este parasita num intervalo de tempo relevante para a exposição humana. A ciência da desinfecção demonstra que seriam necessários dias, e não minutos ou horas, para que o cloro, nestas concentrações, conseguisse eliminar a ameaça desses agentes patogénicos (CLARK et al., 2002).

Esta realidade cria uma perigosa falsa sensação de segurança. A justificação para este estudo torna-se ainda mais importante ao focar-se no cenário brasileiro.

Embora uma quantidade crescente de pesquisas académicas confirme a presença endémica de *Cryptosporidium* em diversas matrizes ambientais no país incluindo águas de rios, esgotos e em reservatórios animais, existe uma notável e desconcertante ausência de relatos oficiais de surtos de criptosporidiose associados a piscinas nos sistemas de vigilância em saúde (BONSERE et al., 2020)

É, portanto, fundamental e urgente alinhar as práticas operacionais e as regulamentações nacionais com o conhecimento científico consolidado internacionalmente. A proteção da saúde pública exige que se reconheça a ameaça do *Cryptosporidium* e que se adotem medidas de controle que sejam comprovadamente eficazes contra este patógeno específico.

Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho é avaliar criticamente a importância e os limites do cloro como agente sanitizante para a eliminação de parasitas em piscinas, com um foco particular na lacuna de segurança representada pelo *Cryptosporidium*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Gênero *Cryptosporidium*

O gênero *Cryptosporidium* comprehende um grupo de protozoários parasitas que se tornaram um dos focos centrais da saúde pública relacionada à água nas últimas décadas. Seu ciclo de vida é do tipo monoxeno, completando-se em um único hospedeiro (BORGES et al., 2007). A transmissão inicia-se com a ingestão de oocistos esporulados, que são as formas de resistência do parasita, presentes em água ou alimentos contaminados.

Duas características biológicas tornam o *Cryptosporidium* um patógeno hídrico. Primeiramente, seus oocistos de parede espessa são extremamente resistentes às condições ambientais adversas e aos desinfetantes químicos, incluindo o cloro nos níveis convencionalmente utilizados no tratamento de água e em piscinas (DI BERNARDO et al., 1992; MASTROPSULO, 2015). Eles podem permanecer viáveis e infectantes no ambiente aquático por vários meses. Em segundo lugar, a dose infeciosa é muito baixa. A ingestão de um número relativamente pequeno de oocistos (menos de 100, e possivelmente menos de 10) é suficiente para causar a doença em um indivíduo saudável, o que aumenta drasticamente o risco de transmissão.

2.1.2. O Gênero Giardia

A Giardia lamblia é outro protozoário intestinal de grande importância em saúde pública, causador da giardíase. Seu ciclo de vida também envolve duas formas: o cisto, que é a forma de resistência excretada nas fezes e responsável pela transmissão, e o trofozoíto, a forma vegetativa que coloniza o intestino delgado (MASTROPSULO, 2015).

Embora os cistos de Giardia sejam mais resistentes à desinfecção por cloro do que a maioria das bactérias patogênicas, eles são significativamente menos resistentes que os oocistos de Cryptosporidium (CLARK et al., 2002; MASTROPSULO, 2015).

2.2. Fundamentos da Desinfecção por Cloro e Fatores Interferentes

A manutenção da qualidade microbiológica da água de piscinas depende fundamentalmente da desinfecção. O cloro é o agente químico mais utilizado para este fim. Contudo, sua eficácia não é absoluta e é governada por uma série de reações químicas e fatores interferentes.

2.2.1. Química do Cloro e a Influência Crítica do pH

O cloro, ao entrar em contato com a água, forma ácido hipocloroso (HClO) e o íon hipoclorito. A soma de ambos constitui o "cloro residual livre" (HELLER et al., 1997). O HClO é o principal agente biocida, sendo entre 80 e 100 vezes mais eficaz que o ClO^- . O fator mais importante que determina a proporção entre estas duas espécies é o pH da água. Em valores de pH mais baixos (condições mais ácidas), o equilíbrio favorece a predominância do eficaz HClO . À medida que o pH aumenta, a forma predominante passa a ser o íon hipoclorito, que é muito menos eficaz (ALHEIRO, 2025; HELLER et al., 1997). Um controle rigoroso do pH na faixa de 7,2 a 7,5 é, portanto, essencial.

Banhistas liberam suor e urina na água, ricos em compostos nitrogenados como amônia. O cloro livre reage com a amônia para formar cloraminas (cloro combinado), que possuem capacidade desinfetante muito inferior e são responsáveis pelo "cheiro de cloro" e pela irritação dos olhos (BARBOSA, 2009; BARONI, 2019).

Além disso, o cloro é consumido ao reagir com outras substâncias orgânicas introduzidas pelos usuários (FERNANDES et al., 2010). Apenas após satisfazer essa demanda é que um residual de cloro livre pode ser estabelecido.

3. CONCLUSÕES

A presente análise demonstrou de forma direta que o cloro, embora seja um componente essencial no tratamento da água de piscinas, possui limitações críticas que comprometem a segurança dos usuários quando confrontado com patógenos resistentes como o *Cryptosporidium spp.* A investigação revelou que a eficácia da desinfecção não pode ser avaliada apenas pela concentração residual de cloro, mas deve ser compreendida através da ciência da cinética de inativação, quantificada pelo conceito de CT (Concentração × Tempo).

A norma brasileira, ao prescrever uma faixa de cloro livre adequada para o controle bacteriano, é completamente insuficiente para inativar oocistos de *Cryptosporidium* em um tempo hábil. Esta insuficiência gera uma falsa sensação de segurança, onde uma piscina em conformidade com a legislação pode, na verdade, ser um veículo de transmissão para a criptosporidiose. A ausência de protocolos de remediação para incidentes de contaminação fecal na regulamentação nacional representa a mais grave lacuna de segurança identificada.

Para futuras pesquisas, sugere-se a realização de estudos de campo para quantificar a prevalência de parasitas em piscinas brasileiras e investigações epidemiológicas para dimensionar a real incidência de surtos atualmente subnotificados. A transição de um paradigma de simples conformidade para uma gestão de risco proativa e cientificamente embasada é essencial para garantir que as piscinas continuem a ser espaços seguros de lazer e saúde para a população.

4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHEIRO, S. **A problemática das Piscinas Domésticas e Públicas.** Webinar - A problemática das piscinas domésticas e públicas. IPQ – Instituto Português de Qualidade. 2 julho 2025. Disponível em: <https://storagewebsiteipq.blob.core.windows.net/website/Webinar-A-problematica-das-Piscinas-Domesticas-e-Publicas_-Susana-Alheiro.pdf>. Acesso em 15 de julho de 2025.

BARBOSA, A. A. da S. **Estudo da transferência de cloraminas da água de piscinas cobertas para o ar envolvente.** Porto. 71p. Dissertação [Mestrado em Engenharia do Ambiente] – Instituto Superior de Engenharia do Porto. 2009.

BARONI, I. R. **Cloro hidrato: avaliação de risco à saúde humana como subproduto da desinfecção da água.** Ribeirão Preto. 57p. Dissertação [Mestrado em Tecnologia ambiental] – Universidade de Ribeirão Preto. 2019.

BORGES, J. C. G. et al. Criptosporidiose: uma revisão sobre a sua implicação na conservação dos mamíferos aquáticos. **Biota Neotropica.** v.7. n.2. 2007.

CLARK, R. M. et al. Development of a Ct Equation for the Inactivation of Cryptosporidium Oocysts with Chlorine Dioxide. **Water Research.** v.37, n.11, pp.2773-2783. 2002.

DI BERNARDO, L. **Remoção de Algas em Sistemas de Filtração Direta Descendente.** 1º SIMPÓSIO ÍTAO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 29 março- 03 abril, 1992, Rio de Janeiro, Brasil. Estações de Tratamento de Água.

DI BERNARDO, L. **Anais do Seminário Nacional sobre Coagulação e Filtração Direta.** Escola de Engenharia de São Paulo – Universidade de São Paulo, 1989, São Carlos, Brasil.

BONSERE, W. C. P et al. Surtos de criptosporidiose em humanos: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 2, 2020.

FERNANDES, N. M. G. et al. Influência do pH de coagulação e da dose de sulfato de alumínio na remoção de oocistos de Cryptosporidium por filtração direta descendente. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, p. 375-384, 2010.

HELLER, L. et al. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. Saneamento e Saúde. Organização PanAmericana da Saúde. Brasília. 1997.

MADRID, D. M. C.; BASTOS, T. S. A.; JAYME, V. S. Emergência da criptosporidiose e impactos na saúde humana e animal. **Enciclopédia Biosfera** - Centro Científico Conhecer. Goiânia. v.11. n.22. pp.1150-1171. 2015.

MASTROPAULO, A. A. **ocorrência de cistos de Giardia e oocistos de Cryptosporidium em água para consumo humano em solução alternativa coletiva de abastecimento em distritos do município de são paulo.** 96 f. Dissertação (Mestrado em Doenças Infecciosas e Parasitárias) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo. 2015.

SANTOS, R. D.; et al. Avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas de piscinas localizadas no município de Ariquemes-RO. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente.** v.7. n.1. pp.120-136. 2016.