

## Monitorização de Trihalometanos (THMs) em águas de consumo humano e piscina

### Monitoring of Trihalometanes (THMs) in drinking water and swimming pools

Sílvia S. José, Isabel Albergaria, Zelinda Silva, Ana Sofia Cardoso, Helena Rebelo

silvia.jose@insa.min-saude.pt

Departamento de Saúde Ambiental, INSA.

#### \_Resumo

A água é essencial à vida, pelo que é fundamental e obrigatório garantir a sua qualidade química e microbiológica. O cloro é o desinfetante mais utilizado para prevenir o desenvolvimento na água de microrganismos, embora possam também ser utilizados outros desinfetantes, como por exemplo o bromo. Ambos os compostos podem reagir com a matéria orgânica presente na água originando subprodutos dos quais os mais representativos são os Trihalometanos. Dado que foram reconhecidas a estes compostos potenciais efeitos mutagénicos e cancerígenos, considera-se a sua monitorização de particular importância. Este trabalho teve como principal objetivo estudar o teor de Trihalometanos em amostras de água da rede pública de abastecimento e piscinas cobertas de utilização pública visando reunir informação relevante que permita identificar e corrigir eventuais riscos para a saúde pública. A metodologia utilizada foi a micro extração em fase sólida associada à cromatografia gasosa com detetor de captura eletrónica. De um modo geral, pôde concluir-se que a qualidade da água onde é usado o cloro como desinfetante é satisfatória, apresentando reduzidos valores de incumprimento dos normativos em vigor. Contudo, nas águas de piscinas e jacúzis desinfetadas com bromo, verifica-se ser ainda necessário um esforço adicional para controlo do teor de THMs.

#### \_Abstract

Water is essential for life and it is crucial to guarantee its chemical and microbiological quality. Chlorine is the most widely used disinfectant to prevent the development of microorganisms in water beside other disinfectants like bromine. Both compounds can react with organic matter present in water forming disinfection-by-product of which the most important are the trihalomethanes (THMs). THMs have been associated with adverse mutagenic and cancer health effects and its monitoring is essential. The aim of this study was to analyze THMs concentration in drinking and public swimming pool water in order to evaluate information to prevent future public health problems. THMs quantification was performed by gas chromatography with electron capture detector (ECD) using solid-phase microextraction technique. We can conclude that the water quality where the chlorine is used, the water quality is good enough, showing reduced default values based on normative standards. On the other hand, the water of swimming pool and jacuzzi disinfected with bromine needs special control because of highest levels of default values, which were usually above the legal limit.

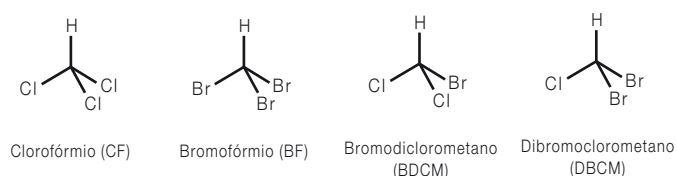
#### \_Introdução

A água é essencial à vida, pelo que é fundamental e obrigatório garantir a sua qualidade. Quer a água se destine ao consumo humano quer a atividades recreativas, por exemplo em piscinas e jacúzis, é fundamental garantir a sua qualidade química e microbiológica com vista a proteger a saúde do consumidor ou do utilizador.

O cloro é o desinfetante mais utilizado para prevenir o desenvolvimento de microrganismos, no entanto, pode reagir com a matéria orgânica presente na água, através de reações de halogenação e oxidação, originando subprodutos dos quais os mais representativos são os Trihalometanos (THMs).

Os THMs mais conhecidos são o clorofórmio (CF), o bromodiclorometano (BDCM), o diclorobromometano (DBCM) e o bromofórmio (BF) <sup>(1)</sup> (figura 1). A monitorização destes compostos reveste-se de particular importância pelo facto de existirem evidências científicas que atribuem aos THMs potenciais efeitos mutagénicos e cancerígenos. As principais vias de exposição são a inalação, uma vez que se tratam de compostos voláteis, a ingestão e o contacto dérmico <sup>(2)</sup>.

Figura 1: Estruturas químicas dos 4 THMs referidos no Decreto-Lei nº 306/2007.



A concentração destes compostos em águas para consumo humano é regulamentada pelo Decreto-Lei nº 306/2007 que define como Valor Paramétrico (VP) para THMs totais (TTHMs), conjunto dos 4 compostos referidos,  $100\mu\text{gL}^{-1}$  <sup>(3)</sup>. Relativa-

mente às águas de piscina, não existe em Portugal legislação específica que regulamente a sua qualidade, sendo o principal referencial a Circular Normativa da Direção Geral de Saúde (DGS) nº 14/DA de 21/08/2009 (4) que estabelece um Valor Guia (VG) de  $100\mu\text{gL}^{-1}$ .

### \_Objetivo

Este trabalho teve como principal objetivo estudar o teor de THMs em amostras de água da rede pública de abastecimento e piscinas cobertas de utilização pública visando reunir informação relevante que permita identificar e corrigir eventuais riscos para a saúde pública.

### \_Materiais e métodos

Para este estudo foram consideradas 204 amostras de água da rede pública de abastecimento de um concelho do país, analisadas no período compreendido entre 2012 e 2015, e 99 amostras de água de piscinas cobertas de utilização pública e jacúzis, analisadas durante os anos de 2014 e 2015.

O processo analítico incluiu a extração dos THMs por micro-extração em fase sólida (SPME), utilizando como fase estacionária uma fibra de poldimetilsiloxano (PDMS) e a sua quantificação por cromatografia gasosa (GC) associada a um detetor de captura eletrónica (ECD), sensível a espécies eletronegativas.

### \_Resultados

Da análise dos resultados ressalta uma percentagem de 37,3% de incumprimentos relativamente ao teor de THMs presente nas águas da rede pública de distribuição analisadas, considerando como referência o VP da legislação ( $100\mu\text{gL}^{-1}$ ), de 8,6% nas águas de piscina com desinfeção com cloro e de 77,8% nas águas de piscina e jacúzis com desinfeção com bromo, considerando como referência o VG da Circular Normativa da DGS ( $100\mu\text{gL}^{-1}$ ).

Verifica-se ainda uma grande amplitude de resultados em particular nas amostras de água da rede pública de abastecimento analisadas em 2012 e 2013 e nas amostras de água de piscinas e jacúzis tratados com bromo (tabelas 1 e 2).

Tabela 1: Avaliação geral dos resultados obtidos na análise de THMs em águas de consumo humano entre 2012 e 2015.

	Águas de consumo humano				
	Valores de TTHMs ( $\mu\text{gL}^{-1}$ )				
	2012	2013	2014	2015	Total
Nº amostras	25	95	51	33	204
Média	158,7	98,3	52,9	47,9	89,4
Desvio Padrão	72,6	51,1	24,6	21,7	42,5
Amplitude	207,9	162,2	82,0	81,2	133,3
Nº de incumprimentos (valores $>100\mu\text{gL}^{-1}$ )	21	51	3	1	76
% de incumprimentos (valores $>100\mu\text{gL}^{-1}$ )	84,0	53,7	5,9	3,0	37,3

Tabela 2: Avaliação geral dos resultados obtidos na análise de THMs em águas de piscina e jacúzi entre 2014 e 2015.

	Águas de piscina e jacúzi	
	Valores de TTHMs ( $\mu\text{gL}^{-1}$ )	
	Desinfeção com cloro	Desinfeção com bromo
Nº amostras	81	18
Média	39,3	169,1
Desvio Padrão	41,5	82,5
Amplitude	125,9	276,5
Nº de incumprimentos (valores $>100\mu\text{gL}^{-1}$ )	7	14
% de incumprimentos (valores $>100\mu\text{gL}^{-1}$ )	8,6	77,8

Nas amostras de água com origem na rede pública de abastecimento, foi observado que o CF é claramente a espécie predominante entre os 4 compostos quantificados, sendo assim, o que mais contribui para a concentração de TTHMs (gráfico 1).

Ao longo dos quatro anos de duração do estudo relativo às águas de consumo humano foi verificada uma melhoria muito significativa nos teores de THMs, passando a percentagem de incumprimentos de 84% para 3% o que reflete naturalmente a implementação de medidas corretivas a nível do tratamento e desinfeção.

artigos breves\_ n. 7

Relativamente aos resultados obtidos na análise de THMs em amostras de água de piscina e jacúzis, verifica-se que, nos casos em que a desinfecção é feita com bromo, o teor de TTHMs é mais elevado comparativamente aos casos em que a desinfecção é efetuada com cloro, pelo que as águas desinfetadas com bromo são as que apresentam maior percentagem de incumprimentos (77,8%) (gráfico 2, tabela 2). De referir que a desinfecção com bromo respeita sobretudo a jacúzis.

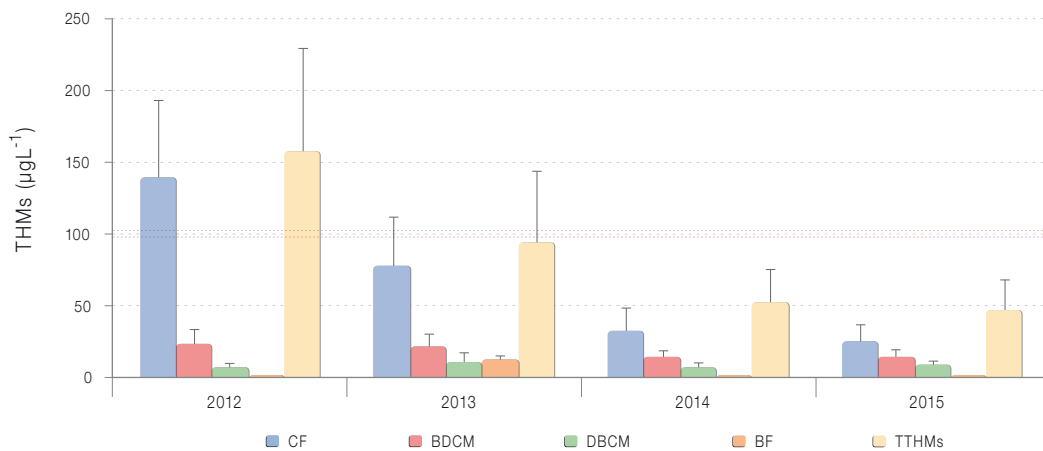
**Conclusões**

Face aos resultados obtidos, pode concluir-se existir por parte da entidade gestora dos respetivos sistemas de abastecimento analisados uma crescente preocupação com a qualidade da

água distribuída, não menosprezando naturalmente as competências da Autoridade de Saúde local e da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR).

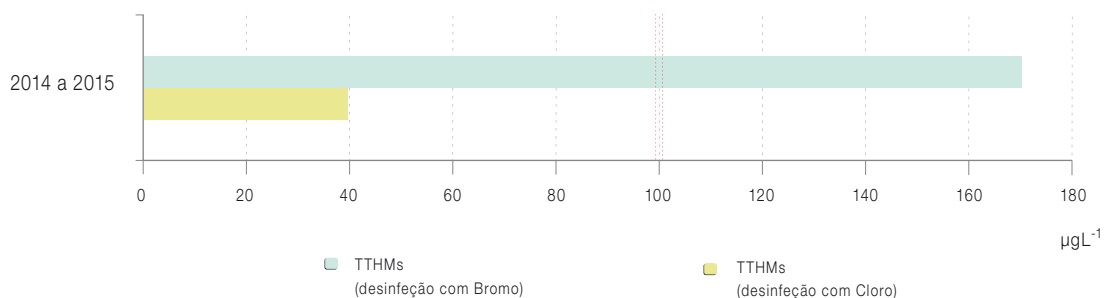
No que diz respeito a águas de piscina e jacúzis desinfetados com cloro observa-se que a qualidade está, regra geral, assegurada com um baixo valor de incumprimentos (8,6%). Contudo, nas águas analisadas de piscinas e jacúzis desinfetadas com bromo, verifica-se ser ainda necessário um esforço adicional para controlo do teor de THMs. A elevada percentagem de incumprimentos (77,8%) bem como a elevada amplitude de resultados ( $125,9\mu\text{gL}^{-1}$ ) denuncia deficiências operacionais, nomeadamente desajuste a nível do tratamento/renovação da água dos tanques face ao número de utilizadores.

Gráfico 1: Concentração de THMs em águas da rede pública de abastecimento entre 2012 e 2015.



Os valores representam a média de THMs para cada composto, encontrando-se assinalado no gráfico o valor guia a ser considerado ( $100\mu\text{gL}^{-1}$ ).

Gráfico 2: Concentração de THMs em águas de piscina e jacúzi entre 2014 e 2015.



Os valores representam a média de TTHMs, encontrando-se assinalado no gráfico o valor guia a ser considerado ( $100\mu\text{gL}^{-1}$ ).

artigos breves\_ n. 7

Para uma melhor interpretação de resultados seria necessário associar outros dados de qualidade das águas como sejam os teores de desinfetante, matéria orgânica (teor de carbono orgânico total), pH, condutividade elétrica, entre outros.

Os resultados obtidos não excluem a possibilidade de risco potencial para a saúde dos utilizadores.

**Referências bibliográficas:**

- (1) Sá CS, Boaventura RA, Pereira IB. Analysis of trihalomethanes in water and air from indoor swimming pools using HS-SPME/GC/ECD. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 2011;46(4):355-63.
- (2) Nieuwenhuijsen MJ, Smith R, Golfinopoulos S, et al. Health impacts of long-term exposure to disinfection by-products in drinking water in Europe: HIWATE. *J Water Health.* 2009;7(2):185-207.
- (3) Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto. DR 1ª Série, nº 164:5747-65. Estabelece o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano, revendo o Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de setembro, que transpôs para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 98/83/CE, do Conselho, de 3 de novembro  
<https://dre.pt/application/file/640836>.
- (4) Direção-Geral da Saúde. Circular Normativa nº 14/DA, de 21/08/2009. Programa de Vigilância Sanitária de Piscinas.  
[www.dgs.pt/directrizes-da-dgs/normas-e-circulares-normativas/circular-normativa-n-14da-de-21082009.aspx](http://www.dgs.pt/directrizes-da-dgs/normas-e-circulares-normativas/circular-normativa-n-14da-de-21082009.aspx)