

PRESENÇA DE CROMO HEXAVALENTE NA ÁGUA POTÁVEL

AUTOR

Patrícia Alves MOREIRA

Discente do Curso de Engenharia de Alimentos- UNILAGO

Silvia Messias BUENO

Docentes dos Cursos de Engenharia de Alimentos e Medicina- UNILAGO

RESUMO

A água potável é de grande importância para a manutenção da vida e a presença de metais pesados como o cromo que, mesmo em pequenas quantidades, leva a toxicidade através da exposição dérmica ou oral, além de apresentar mobilidade no meio ambiente e ter potencial carcinogênico. O objetivo do trabalho foi realizar uma revisão da literatura sobre a presença de cromo hexavalente em água potável. De acordo com os dados obtidos verificou-se que a água potável deve apresentar-se dentro de certas especificações quanto à qualidade físico-química e bacteriológica além de estar isenta de metais pesados como o cromo.

PALAVRAS - CHAVE

Cromo Hexavalente, Água, Revisão

ABSTRACT

Drinking water is of great importance for the maintenance of life and the presence of heavy metals such as chromium which, even in small quantities, leads to toxicity through oral or dermal exposure, besides presenting mobility in the environment and having carcinogenic potential. The objective of this work was to carry out a literature review on the presence of hexavalent chromium in drinking water. According to the data obtained it was verified that drinking water must comply with certain specifications regarding the physical-chemical and bacteriological quality besides being free of heavy metals such as chromium.

1. INTRODUÇÃO

A água é necessária em todos os aspectos da vida. Os recursos de água doce constituem um componente essencial da hidrosfera da Terra e parte indispensável de todos os ecossistemas terrestres (VICTORINO, 2007).

No interior dos organismos, a água é o meio no qual se dão complexos processos metabólicos. Os organismos simples não podem realizar nenhuma função sem a presença de água e a privação dela causa rapidamente a morte. Contudo, a água tem que ser pura. Os humanos, sendo os orgânicos mais complexos, são afetados pelas alterações químicas que a água possa experimentar. Por ser um solvente universal, pode se associar a diversas substâncias, inclusive com aquelas que podem contaminá-las (MARIN-MORALES, et. al, 2016).

A extração e a utilização de metais que são uns dos principais componentes da infraestrutura que sustenta a sociedade e em bens de valor agregado tornou-se a base da civilização (HURSTHOUSE, 2001). Com a revolução industrial ocorrida na Europa OCIDENTAL. A introdução de tecnologias como a máquina a vapor e a utilização de combustíveis fósseis aumentaram a capacidade da sociedade em manipular os recursos naturais e de processar diversos tipos de materiais (WEDEPOHL 1991; MACKLIN 1992; MARKHAM 1995). O impacto resultante de revolução consistiu basicamente em estimular o crescimento da população aumentando consequentemente por alimentos, produtos e tecnológicos e energia. Em consequência, a baixa eficiência dos processos adotados nestes períodos resultou no lançamento de diferentes resíduos na atmosfera e nos ambientes aquáticos e terrestres. A maioria dos desenvolvimentos tecnológicos ocorrido nesta época estava associada as melhorias obtidas na fabricação de ferro e aço para a indústria pesada (HURSTHOUSE 2001).

Metais pesado, tais como o mercúrio, o chumbo, o cromo, o cobre e o cádmio, conjuntamente com outras substâncias químicas venenosas, podem ser concentrados nos aquíferos a partir de depósitos de lixo, resíduos sólidos como as de indústrias têxtil, tintas, pigmentos, indústrias metalúrgicas e curtumeiras, e resíduos sólidos existentes. A separação e determinações das diferentes espécies de cromo são de grande interesse industrial e ambiental. O elemento cromo existe em soluções aquosas comumente em dois estados de oxidação Cr (III) e Cr (IV) (SIMABUCO & NASCIMENTO, 1994).

A presença do Cr (IV) mesmo em pequenas quantidades torna-se tóxico através da exposição dérmica ou oral, apresenta mobilidade no meio ambiente e tem potencial carcinogênico (GEELHOED et. al, 2002).

A Remoção desse tipo de metal pesado em água potável se faz necessária, por ser um elemento altamente tóxico a saúde do homem. O objetivo do trabalho foi realizar uma revisão da literatura sobre a presença de cromo hexavalente em água potável.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Água

As águas subterrâneas desempenham um papel relevante, tanto para o abastecimento público quanto para fins industriais e agrícolas. Isto se deve à quantidade, excelente qualidade natural e desenvolvimento de tecnologia para captação a grandes profundidades (PATUCI, 2007).

Os recursos hídricos têm sofrido intensas interferências Antrópicas, que tem causada a poluição e o comprometimento de sua qualidade, uns dos maiores responsáveis pela contaminação dos ambientes aquáticos são os efluentes domésticos e industriais sem tratamento e o uso de substâncias químicas na agropecuária (OLIVEIRA et al, 2012).

A aparente abundância de água na natureza talvez justifique, em parte, a negligência histórica dos seres humanos nas suas relações com os recursos hídricos. Sabemos que não existe tanta água potável disponível como a paisagem nos faz ver. O que na realidade temos como água potável é apenas 0,03% do total de água do planeta. Essa insignificante quantia deveria receber todos os cuidados possíveis, no entanto, não é isso o que vemos em quase todos os continentes, os principais aquíferos estão sendo exauridos com uma rapidez maior do que sua taxa natural de recarga (VICTORINO, 2007).

A água subterrânea de algumas cidades localizadas no aquífero Bauru, na região noroeste de São Paulo, intriga cientistas por que apresenta naturalmente uma alta concentração de cromo hexavalente. Uma pesquisa da USP publicada recentemente na revista Geologia USP- Série Científica, do instituto de geociência (IGc), revela a causa do fenômeno: uma combinação de águas profundas muito alcalinas e um mineral de origem vulcânica inesperado no tipo de rocha da região. O pH da água em grandes profundidades como 80 e 90 metros varia em 8,5 e 10,7. O pH é alto por conta de reações químicas que acontecem devido a presença de carbonato de cálcio, oxigênio e óxido de manganês em suas águas. O pH da água subterrânea na natureza normalmente está entre 5,5 e 8,5 (NILBBERTH, 2010).

2.2. Cromo

Nome do Elemento: *Cromo*

Classificação: *Metal de transição*

Símbolo Químico: *Cr*

Estado Físico: *Sólido (T=298K)*

Número Atômico: *(Z):24*

Densidade: *7,140*

Peso Atômico: *51,9961*

Ponto de fusão: *2189,0 K*

Grupo da Tabela: *6 (VIB)*

Ponto de ebulição: *2944,0*

Configuração eletrônica: *1s² 2s² 3p⁶ 3s² 3p⁶
4s² 3d⁴ 4s²*

Estado de oxidação *1765° C*

Descoberto por Louis-Nicholas Vanquelin em 1797, o cromo é um metal prateado, brilhante, com grau de dureza elevado e resistente a corrosão. Ele é um metal de transição, pertence ao grupo 6 da tabela periódica e é um dos mais importantes desse grupo (UNESP, 2018). O elemento foi chamado de crômo do grego “chroma”, (que significa cor), devido às diferentes colorações que apresentam os compostos desse elemento (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018).

O cromo é um mineral traço que ocorre nas valências de -2 a $+6$, sendo as mais comuns $+2$ (Cr^{2+}), $+3$ (Cr^{3+}) e $+6$ (Cr^{6+}), os estados de oxidação $+4$ e $+5$ são pouco frequentes, enquanto que os estados mais estáveis dão $+2$ e $+3$. Está presente em pequenas quantidades em alguns alimentos como carnes, cereais integrais, etc. Cada valência corresponde ao nível do cromo e cada um se distingue de acordo com o seu uso. O Hexavalente (VI), tem sido usado pela indústria de eletrônicos como tratamento anti-corrosivo, tais como: peças com banho de zinco, painéis de circuitos integrados e tubos de raios catódicos, bem como para blindagem elétrica para alguns componentes. Também tem uso em cromados, fabricação de corantes e pigmentos, escurecimentos de peles e preservação da madeira. O elemento integra a listagem da EPA (Agência Ambiental dos EUA) dos 129 poluentes mais críticos (CHEIS, 2013).

O elemento também pode ser encontrado na natureza na forma de cromita (FeCr_2O_4), um óxido duplo de ferro e cromo de coloração amarelo ocre, de onde o cromo é extraído industrialmente por processo térmicos ou eletrolíticos. O metal é resistente ao ataque de ácidos como HCl , e H_2SO_4 à temperatura ambiente, daí vem a importância do metal para a galvanoplastia, que reveste desde maçanetas de portas, até estruturas metálicas pelo processo de eletrodeposição, além de ser usado na fabricação de ligas metálicas contendo ferro e níquel que são altamente resistente a corrosão (INFOESCOLA, 2018).

2.3. Tipos de cromo

2.3.1 Cromo Trivalente

O Cr (III) geralmente não é transportado por grandes distâncias pela água subterrânea devido sua baixa solubilidade. Entretanto, este pode ser convertido na espécie mais solúvel Cr (VI) se as condições redox tornarem oxidantes. Sob condições naturais, o Cr (III) pode ser oxidado a Cr (VI) na presença de manganês (SCHROEDER & LEE, 1975; BARTLETT & JAMES, 1979). O cromo trivalente é o mais estável e é encontrado naturalmente no nosso organismo, a carência deste mineral leva a sintomas referentes ao da diabetes e a doenças cardiovasculares (CROMO, 2015). O **cromo** tem provavelmente um papel de ativador das enzimas e na estabilização das proteínas e ácidos nucléicos. Mas sua principal atuação é de potencializar o papel da insulina, não unicamente no metabolismo dos açúcares, mas também no das proteínas e das gorduras. O cromo, sob forma de FTG (fator de tolerância à glucose) que contém, além do cromo, o ácido nicotínico e aminoácidos (glicina, ácido glutâmico e cisteína), aumenta a ação da insulina. O papel do cromo no metabolismo dos lipídeos foi demonstrado. Numerosos estudos estabelecem que o cromo tem um efeito favorável sobre às taxas de colesterol e de lipoproteínas. O recomendado por dia é de 50 a 200 mcg para adultos. (National Research Council). Os Finlandeses mostram em um estudo intensivo que os alimentos mais ricos em cromo eram os: levedo de cerveja, carnes, queijos, cereais integrais, cogumelos e nozes (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018).

2.3.2. Cromo Hexalente

O Cr (VI) pode ser transportado a grandes distâncias pela água subterrânea devido sua alta solubilidade. Caso este penetre numa região da matriz sólida porosa com valores relativamente baixos este pode ser reduzido a Cr(III) podendo ocorrer a precipitação. O Cr(VI) pode ser reduzido rapidamente para Cr(III) na presença de matéria orgânica, Fe(II) e sulfetos dissolvidos, especialmente em locais com baixos valores de pH (Schroeder & Lee 1975; Bartlett & Kimble 1976; Bloomfield & Pruden 1980). O cromo ocorre na natureza em dois estados de oxidação, Cr⁺³ e Cr⁺⁶ ou Cr(III) e Cr(VI). O Cr(VI) é altamente solúvel, o que possibilita a contaminação de lençóis freáticos e outras fontes de água potável, sendo mais estável que o trivalente. Por outro lado, o Cr(III) é facilmente precipitado e não apresenta toxicidade, sendo considerado um elemento essencial para o metabolismo humano, em níveis controlados (LUME, 2012).

2.4. Toxicidade

O interesse sobre acumulação e toxicidade de metais tem crescido nos últimos anos, como consequência das exposições ocupacionais e ambientais ou dos distúrbios causados por estes elementos, induzidos por situações especiais de doença como, por exemplo, a insuficiência renal (MOREIRA & MOREIRA, 2004). A água é o maior vetor de transporte de metais pesados na litosfera, atuando nos sólidos presentes nos solos, a águas superficiais e subterrâneas, podendo conduzir significantes quantidades de metais tóxicos e proporcionar a interação com vários ciclos hídricos e processos biogeoquímicos (BOURG & Loch, 1995).

Os danos ocasionados pelos metais pesados à saúde humana são os mais diversos e variam conforme a taxa de ingestão, acumulação e concentração do metal no corpo. Caso a concentração de metais pesados no corpo não seja controlada, intoxicações agudas ou crônicas são graves consequências (LIMA, 2013).

A toxicidade do cromo está limitada aos compostos hexavalentes (Cromo VI), que têm uma ação irritante e corrosiva no corpo humano. A exposição do cromo hexavalente pode ocorrer, geralmente, através da inalação contato com a pele e ingestão. A inalação, por exemplo, do cromo VI, além de causar grave irritação das vias respiratórias, já foi reconhecida como um carcinogênico humano (isto é, cancerígeno). Apesar da Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelecer o limite para o consumo humano, de 0,05 miligramas por litro, não há estudos científicos que comprovem qual o nível de cromo ingerido pode vir causar a doença. Os potenciais efeitos do cromo hexavalente variam, principalmente, com as espécies e as quantidades absorvidas na corrente sanguínea, a rota e a duração da exposição (CHEIS, 2013).

O consumo de água contendo cromo hexavalente pode resultar em reações alérgicas, úlceras, redução de respostas do sistema imune, câncer e outras alterações do material genético (BERGAMASCO et al, 2011).

2.5. Contaminação

Os metais podem ser introduzidos de maneira natural ou artificial nos ecossistemas aquáticos. Natural por meio da chuva, pela liberação e transporte a partir da rocha matriz ou outros compartimentos do solo onde estão naturalmente (PAULA, 2006; SEYLER; BOAVENTURA, 2003). Artificial através de esgotos, efluentes de indústrias, atividades agrícolas. A agricultura constitui uma das mais importantes fontes de poluição por metais em corpos d'água. As principais fontes liberadoras são os fertilizantes (Cd, Cr, Pb, Zn), os pesticidas (Cu, Pb, Mn, Zn), os preservativos de madeira (Cu, Cr) e dejetos de produção intensiva de bovinos, suínos e

aves (Cu, As, e Zn) (COSTA, 2007). Devido a sua toxicidade é importante o conhecimento da presença do cromo na água potável além da forma na qual o elemento se encontra trivalente ou hexavalente. Prova de que esta diferenciação entre as formas de cromo é importante temos o CONAMA 430/2011, onde o limite definido para cromo trivalente é de 1mg/L enquanto para o cromo hexavalente é de 0,1mg/ L.

2.6. Tratamento

O tratamento convencional para águas residuais contendo Cr(VI) é a redução com metabiolssulfito, porém este método apresenta alguns problemas: exige um excesso de produtos químicos e, ainda, ocorre a formação de lama ou a liberação de dióxido de enxofre. Desta maneira, estudos vêm sendo direcionados ao desenvolvimento de tecnologias mais limpas para remediação de efluentes contendo cromo, entre eles, a fotocatalise heterogênea (LUME, 2012).

Patuci (2007) em seu estudo para remoção de Cr (VI) das águas subterrâneas, através de mecanismo de adsorção, por percolagem de solução aquosa sintética de Cr (VI) por coluna contendo carvão ativo de origem vegetal (casca de côco), alcançou aproximadamente 88% de eficiência, sendo mais adequado, que o processo atualmente utilizado, de mistura de águas contendo Cr (VI) com águas sem Cr (VI), provenientes de outra região, pois este acarreta custos de instalação e transporte das águas além de se ter outras variáveis na água misturada.

Dos processos mais utilizados para remover o Cr (IV) de água residuarias incluem filtração por membranas, precipitação química, osmose reversa, evaporação, troca iônica, extração por solventes adsorção, entre outros. Entre esses métodos, a adsorção se destaca como processo físico-químico eficaz na remoção de metais pesados de águas, até mesmo presentes em baixas concentrações. (CHEIS, 2013). Outro método adotado de tratamento para retirada de metais pesados como o Cromo Hexavalente e Arsênio, é feito por Adsorção química. O processo consiste em redução/Oxidação onde, o contaminante é neutralizado e passa a fazer parte integrante do material de Cleanit LC/LC Plus, fazendo com que não gera impacto ambiental. O Cleanit LC/LC Plus é uma técnica de adsorção a base de Ferro de Zerovalente (HOGANAS,2018).

3. CONCLUSÃO

A água desempenha um papel relevante, tanto para o abastecimento público quanto para fins industriais e agrícolas e sua qualidade físico - química e microbiológica é de extrema importância para manutenção da saúde e, a presença de metais pesados como o cromo, pode deixa-lá insalubre e levar ao desenvolvimento de enfermidades. Os danos ocasionados pelos metais pesados à saúde humana são os mais diversos como a insuficiência renal além de, causar grave irritação das vias respiratórias e possuir propriedades carcinogênicas. Assim, faz-se necessária a remoção deste contaminante antes do uso da água potável.

4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BERGAMASCO, A. M. D.; SÉKULA, C.; DANIEL, M. H. B; QUEIROZ, F. B.; CABRAL, A. R. **Contaminantes químicos em águas destinadas ao consumo humano no Brasil**. V. 19, N. 4, **Cad. Saúde Colet.**, 2011.

BOURG, A.C.M; LOCH, J.P.G. Mobilization of heavy metals as affected by pH under redox conditions. In: SOLOMONS, W.; STGLIANI, W.M. **Biogeochemistry of Pollutants in soils and Sediments** – risk assessment of delayed and direct – linear responses. Berlin: Springer, p. 87 -100. 1995.

CONAMA, **Conselho Nacional do Meio-Ambiente**. Resolução n. 430. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA 430/2011. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646> Acesso em 24 out. 2018

CHEIS, D. Os danos que o Cromo Hexavalente pode causar à saúde. **Revista TAE**, 2013. Disponível em: <http://www.revistatae.com.br/6928-noticias>. Acesso em: 22 out 2018.

COSTA, J. R. **Distribuição de metais em peixes marinhos ao longo do litoral sudeste do Brasil**. 43 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2007.

CROMO, 2018. Consulta homepage oficial. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/quimica/cromo.htm>. Acesso em 24 out. 2018

GEELHOED, J.; MEEUSSEN, J.; HILLIER, S.; LUMSDON, D.; THOMAS, R.; FARMER, J.; PATERSON, E. Identification and geochemical modeling of processes controlling leaching of Cr(VI) and other major elements from chromite ore processing residue. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 66, n. 22, p. 3927–3942, 2002.

Hursthouse, A.S. **The relevance of speciation in the remediation of soils and sediments contaminated by metallic elements – an overview and examples from central Scotland, UK**. Journal of Environmental Monitoring, 3(1), 49-60. 2001.

HOGANAS, 2018. Disponível em: < <https://www.hoganas.com/en/Industries/environmental/drinking-water/how-it-works>>. Acesso em 27 out 2018.

INFOESCOLA, 2018. Metais pesados. Disponível em: < <https://www.infoescola.com/quimica/metais-pesados/>>. Acesso em: 21 out 2018.

James, B.R., & Bartlett, R.J. Behavior of chromium in soils: V. **Fate of organically complexed Cr(III) added to soil**; VI. **Interactions between oxidation-reduction and organic complexation**; VII. Adsorption and reduction of hexavalent forms. Journal of Environmental Quality, 12(2), 169-181. 1983.

LIMA, D. P. **Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da bacia do rio cassiporé, estado do Amapá, Amazônia, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2013.

LUME, 2012. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/64186/Resumo_23520.pdf?sequence=1. Acesso em 22 out 2018.

NILBBERTH, S. Pesquisa explica excesso de cromo em águas subterrâneas. **Agência USP de notícias**, 2010. Disponível em: <<http://www.usp.br.agen/?p=18333>>. Acesso em 26 out 2018.

MARIN-MORALES, M. A.; ROBERTO, M. M.; ANGELIS, D. F; ANGELIS, D. A. **Importância da água para a vida e garantia de manutenção da sua qualidade**. CBMAI/DRM, UNICAMP, Paulínia, 2016.

MACKLIN, M.G. **Metal contaminated soils and sediment: a geographical perspective**. Em: Newson M.D. (Ed). *Managing the human impact on the natural environment: patterns and processes*. London:Belhaven press. Cap.9. pp.172-195. 1992.

MARKHAM, A. **A brief history of pollution**. London: Earthscan Publications. pp.162. 1995.

MOREIRA, F.R; MOREIRA, J.C. A importância das análises de especiação do chumbo em plasma para a avaliação dos riscos a saúde, **Química Nova**, v .27, n.2, p.251 – 260 mar/abr. 2004

OLIVEIRA, J. P. W.; SANTOS, R. N. D.; BOEIRA, J. M. Gonotoxicidade e análises físico-químicas das águas do Rio dos Sinos (RS) usando *Allium cepa* e *Eichhornia crassipes* como bioindicadores. **BBr – Biochemistry and Biotechnology Reports**, v. 1, n. 1, 2012.

PAULA, M. Inimigo invisível: metais pesados e a saúde humana. **Tchê-Química**, v. 3, n. 6, p. 37-44, 2006.

PATUCI, R.C.A.R. **Estudo e determinação de traços de Cromo hexavalente em águas para consumo nas regiões de Jales e Urânia (Estado de São Paulo) por espectrofotometria na região visível**. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, São Paulo, 2007.

PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018. Disponível em :< <https://www.portalsaofrancisco.com.br/quimica/cromo>>. Acesso em: 21 out 2018.

SEYLER, P. T.; BOAVENTURA, G. R. Distribution and partition of trace metals in the Amazon basin. **Hydrological Processes**, v. 17, p. 1345–1361, 2003.

SCHROEDER, D.C., & LEE, G.F. **Potential transformation of chromium in natural waters**. *Water, Air, & Soil Pollution*, 4(3-4), 355-365. 1975.

SIMABUCO, S. M. & NASCIMENTO V.F. **Análise quantitativa por fluorescência de raios X por dispersão de energia em amostras de água e efluentes industriais**. In: V Congresso Geral de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, 1994.

UNESP. LABORATÓRIO VIRTUAL DE QUÍMICA. **CROMO**. 2018. Disponível em: < http://www2.fc.unesp.br/lvq/LVQ_tabela/024_cromo.html>. Acesso em 24 out 2018.

VICTORINO, C. J. A; **Planeta Água Morrendo de Sede**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

WEDEPOHL, K.H.). **The composition of the upper earth's crust and the natural cycles of selected metals**. Em: Merian, E., & Weinheim, V.C.H (Eds). *Metals and their compounds in the environment*. Weinheim: VCH. pp.3-17,1991.