

## FT-QI-05 - FERRO

### Descrição sumária

O ferro é o segundo metal mais abundante da crosta terrestre, da qual constitui cerca de 5%. A sua importância é tal que designa uma época histórica, função da sua utilização desde pelo Homem, há mais de 2 milénios (são conhecidos artefactos Chineses datados de 550 AC de ferro fundido).

A sua forma elementar raramente se encontra na natureza, pois os iões  $Fe^{2+}$  e  $Fe^{3+}$  rapidamente se combinam com compostos de oxigénio e enxofre, entre outros, formando óxidos, hidróxidos, carbonatos e sulfuretos. Assim, os óxidos constituem a forma mais comum em que se encontra o ferro.

A concentração de ferro em águas naturais varia entre 0,5 e 50 mg/L. Em águas subterrâneas, em condições anaeróbias, com presença de ferro (II), as concentrações são da ordem dos 0,5 a 10 mg/L, mas também podem ocorrer valores acima de 50 mg/L. Em águas de nascente mineralizadas, com um total de sólidos dissolvidos da ordem de 500 mg/L, o sabor só é detectado acima de 120  $\mu$ g/L de ferro.

Na água de abastecimento o ferro ocorre normalmente em consequência da sua utilização nos processos de tratamento, como agente de coagulação, ou, no transporte e distribuição, quando há corrosão dos materiais usados, como ferros fundidos, aços e galvanizados.

Em redes de abastecimento, os sais de ferro (II) são instáveis e precipitam na forma de hidróxido de ferro (III), com coloração acastanhada típica. Em águas subterrâneas, em condições anaeróbias, pode existir ferro (II) em concentrações superiores a vários miligramas por litro sem que se notem problemas de cor ou turvação logo após a bombagem<sup>1</sup>, embora estes problemas possam surgir após exposição atmosférica, e na rede de distribuição, em tubagens e reservatórios (com particular relevância nas paredes), para valores de ferro acima de 50-100  $\mu$ g/L. Valores acima de 300  $\mu$ g/L de ferro causam o aparecimento de manchas em loiças sanitárias e na roupa após lavagem.

A existência de ferro também promove o crescimento indesejável de ferrobactérias nos sistemas de distribuição, levando à deposição de uma camada viscosa no interior das condutas (biofilme).

---

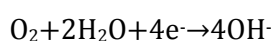
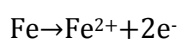
<sup>1</sup> A cor na água é definida pelos compostos em solução (dissolvidos), enquanto a turvação representa as matérias em suspensão

O Decreto-Lei nº 306/2007, de 27 de agosto, que estabelece o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano, tendo por objetivo proteger a saúde humana dos efeitos nocivos resultantes da eventual contaminação dessa água, define um valor paramétrico para o ferro de 200 µg/L.

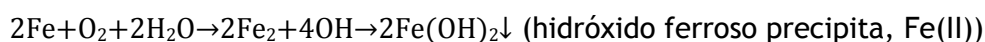
### Fórmula molecular/iónica

Fe

A formação de “ferrugem” em atmosfera húmida, de água doce ou salgada em contacto com o ar, pode ser explicada nas seguintes reacções químicas:



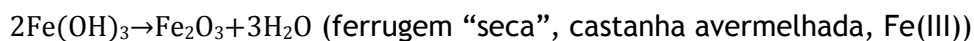
O que resulta na reacção combinada,



Que por sua vez resulta numa “ferrugem”,



E caso se desidrate, por acção de calor,



Existem outros compostos mais importantes na ferrugem, tal como os oxihidróxidos de ferro (FeOOH), que aqui não foram referidos, mas que se podem entender como um estado menos hidratado do Fe(OH)<sub>3</sub>. Em geral, estas ferrugens apresentam uma cor castanha-alaranjada (com várias tonalidades), podendo existir sob ela uma camada menos oxidada de magnetite.

### Tecnologias de tratamento

A tecnologia de tratamento da água com ferro depende da origem deste metal. No caso de estar presente na forma dissolvida em águas não tratadas, deverá ser efectuada uma oxidação química seguida de clarificação. No caso de estar presente na forma oxidada, deve ser assegurado que o processo de clarificação utilizado tem capacidade para reduzir a sua concentração para o valor desejado.

No entanto, o ferro pode também ter origem na utilização de sais de ferro, enquanto coagulante, no tratamento da água. Neste caso, a pH e carga iónica adequada, transforma-se em hidróxido de ferro que deve ser removido por processos de

clarificação. Normalmente, as etapas de coagulação-floculação, decantação e a filtração permitem eliminar a maior parte do ferro presente.

### Efeitos na saúde

O ferro é um elemento essencial nos organismos vivos, e as necessidades nutricionais nos humanos variam entre 10 e 50 mg/L, dependendo da idade, sexo, condição física, entre outros fatores.

A maioria do ferro é absorvida pelo duodeno (parte do intestino delgado) e trato intestinal médio. Esta absorção depende da sua presença no organismo, sendo por este regulado, pelo que quantidades excessivas não são normalmente assimiladas. A quantidade total no corpo humano é habitualmente de 50 e 34-42 mg/kg em homens e mulheres, respectivamente. A maior parte está presente na hemoglobina, mas também se encontra no baço, no fígado, nos ossos e nas fibras musculares.

A ingestão de grandes quantidades de ferro (dose média letal na ordem de 200 a 250 mg/kg de massa corporal) resulta em hemocromatose, podendo levar a danos dos tecidos, como resultado da acumulação de ferro.

A Organização Mundial de Saúde não estabelece valor guia para o ferro pois os níveis encontrados que causam problemas de aceitabilidade no consumo da água não colocam qualquer problema para a saúde humana. Por este facto, tanto as orientações canadianas para a água de consumo, bem como as americanas, estabeleceram, apenas por razões organoléticas, um limite de 300 µg/L.

### Bibliografia

- Decreto-Lei 306/2007 de 27 de agosto, relativo ao controlo da qualidade da água destinada ao consumo humano.
- WHO (2011) - Guidelines for Drinking-Water Quality, fourth edition, Geneva.
- WHO (2003) - Iron in Drinking-water, World Health Organization.
- Health Canada (1978). Guidelines for Canadian Drinking Water quality. Guideline technical Document - Iron, Health Canada, Ottawa.
- Drinking Water Standards and Health Advisories, United States Environmental Protection Agency, 2011.