



Significado dos parâmetros incluídos na vertente analítica do Programa de Vigilância Sanitária da Água para Consumo Humano

Tabela 1 – Parâmetros, respectivo valor paramétrico (de acordo com o Decreto-Lei n.º 306/2001, de 27 de Agosto), possível origem para a ocorrência desse parâmetro, principais efeitos para a Saúde, métodos de tratamento preconizados para a eliminação do contaminante e procedimentos de actuação propostos para os Serviços de Saúde Pública (SSP), no caso de ultrapassagem dos valores paramétricos.

Parâmetros	VP	Origem	Potenciais efeitos na Saúde decorrentes da exposição	Métodos para correcção
N.º colónias a 22 °C	100 N/ml	Microorganismos que se desenvolvem habitualmente em biofilmes nas superfícies em contacto com a água. Uma elevada contagem de colónias ocorre especialmente em zonas de maior estagnação dos sistemas de distribuição de água, em redes prediais e em alguns equipamentos (por exemplo, filtros de carvão). Após desinfecção, a presença destes microrganismos indica que o tratamento é ineficaz (WHO).	A maior parte destes microrganismos (com algumas excepções, tais como a <i>Legionella</i>) não causa doenças em pessoas saudáveis, podendo no entanto contribuir para introduzir alterações da cor, cheiro e sabor na água.	Assegurar uma desinfecção eficaz.
N.º colónias a 37 °C	20 N/ml			
Bactérias coliformes	0 (N/100 ml)	A presença de bactérias coliformes constitui uma indicação que poderão estar também presentes bactérias patogénicas com origem no tracto intestinal. A presença de 4 ou menos colónias / 100 ml de bactérias coliformes, na ausência de concentrações elevadas de nitratos ou cloretos, poderá corresponder à entrada de água superficial no sistema de abastecimento. As bactérias coliformes surgem tanto nos esgotos como nas águas naturais. Algumas são excretadas pelas fezes de animais e humanos, mas são capazes de se multiplicar na água e solo.	As doenças causadas pelas bactérias coliformes podem incluir febre tifóide, gastroenterites vírica e bacteriana e ainda hepatite A.	Assegurar uma desinfecção eficaz.
<i>E. coli</i>	0 (N/100 ml)	<i>E. coli</i> (<i>Escherichia coli</i>) está presente no tracto intestinal e fezes de seres humanos e de animais de sangue quente. A presença de <i>E. coli</i> na água de consumo, juntamente com níveis elevados de nitratos ou cloretos, indica habitualmente contaminação por águas residuais (por ex., de fossas sépticas).	A <i>E. coli</i> produz uma toxina muito nociva, podendo causar danos graves. A infecção causa diarreia, frequentemente com presença de sangue e dores abdominais. Normalmente não é acompanhada por febre. Note-se que estes sintomas são comuns a uma variedade de doenças, podendo ser devidos a outras causas além da água de consumo contaminada. Os grupos de risco são as crianças com idade inferior a 5 anos, idosos e pessoas com doenças crónicas (USEPA).	A água pode ser tratada utilizando cloragem, radiação ultravioleta, ou ozono. Todos estes tratamentos destroem ou desactivam <i>E. coli</i> . Os sistemas que utilizam águas superficiais devem recorrer à desinfecção para garantir que toda a contaminação bacteriana é desactivada, tal como <i>E. coli</i> .
<i>Clostridium perfringens</i>	0 (N/100 ml)	A sua origem é exclusivamente fecal. A presença de <i>C. perfringens</i> em águas subterrâneas na ausência de <i>E. coli</i> e enterococos é indicativa de ocorrência de poluição no passado e sugere que a fonte é responsável por contaminação intermitente. Pode ainda contribuir para avaliar a eficiência da ETA na remoção de microrganismos patogénicos resistentes à desinfecção, tais como <i>Giardia</i> e <i>Cryptosporidium</i> , protozoários intestinais formadores de cistos.	Os efeitos adversos são caracterizados por dores abdominais intensas e diarreia, a qual começa cerca de 8 a 22 horas após ingestão (FDA).	Os processos de filtração utilizados na remoção de vírus entéricos ou protozoários deverão remover também <i>C. perfringens</i> . A sua detecção na água imediatamente após o tratamento deverá ser motivo de verificação do desempenho dos sistemas de filtração (WHO).
Enterococos	0 (N/100 ml)	A maioria das espécies pertencentes a este grupo é geralmente indicadora de poluição fecal humana. Podem ser usados como indicador da eficiência de tratamento.	As doenças causadas pelos enterococos podem incluir febre tifóide, gastroenterites viral e bacteriana e ainda hepatite A.	Microfiltração, osmose inversa, ultrafiltração, ou oxidação química e desinfecção.



Parâmetros	VP	Origem	Potenciais efeitos na Saúde decorrentes da exposição	Métodos para correcção
Desinfectante residual	0,2-0,6 mg/l de cloro residual livre	O desinfectante residual é a quantidade de desinfectante que permanece na água após tratamento, de modo a combater eventuais contaminações futuras. Do processo de desinfeção resultam ainda subprodutos. Os principais subprodutos da desinfeção são: trihalometanos (THMs) e ácidos cloroacéticos. Também se podem formar aldeídos, e ainda os iões clorito e clorato.	Os efeitos adversos para a saúde humana podem ser originados por duas situações: 1) Deficiência de desinfectante residual; 2) Excesso de desinfectante residual. No primeiro caso, os efeitos adversos são os mesmos que ocorreriam na ausência de desinfeção (por exemplo, contaminação por <i>E. coli</i> ou por outros microrganismos causadores de doenças, tais como febre tifóide, disenteria, gastroenterite, hepatite A e cólera). No segundo caso, os efeitos adversos para a saúde são derivados das substâncias químicas constituintes do desinfectante. Na maioria das situações o desinfectante é composto por cloro ou seus derivados, os quais podem conferir sabor à água para consumo. A utilização de uma elevada concentração de desinfectante não é aconselhável, pois dá origem à formação de subprodutos tóxicos, nomeadamente THMs.	Uma vez que não há forma de reduzir as concentrações de clorato, o seu controlo deve ser baseado na prevenção da sua adição. No que diz respeito aos subprodutos da desinfeção, as estratégias básicas que podem ser adoptadas para reduzir as suas concentrações são: <ul style="list-style-type: none"> ■ Mudar as condições do processo (incluindo a remoção de determinados compostos antes da aplicação); ■ Utilização de um desinfectante químico diferente, com uma reduzida capacidade de produção de subprodutos; ■ Utilização de desinfeção não química; ■ Remoção dos subprodutos antes da distribuição da água.
Alumínio	200 µg/l Al	O alumínio (Al^{3+}) é um metal abundante na superfície terrestre, mas a sua solubilidade na água é tão baixa que raramente é uma preocupação para os sistemas de abastecimento de água. A maior parte da água natural contém de 0,1 a 9,0 µg/L de alumínio, embora a fonte principal de alumínio na água de consumo seja o uso de sulfato de alumínio como coagulante nas ETA's.	A ingestão alimentar total de sais de alumínio ronda os 20 mg/dia. Casos de contaminação por alumínio da água para consumo humano reportam sintomas que incluem: náuseas, vómitos, diarreia, úlceras bucais, úlceras e irritações dérmicas e dores corporais (WHO).	<ul style="list-style-type: none"> ■ Resina permutadora de cationes, devendo ser usados ácido sulfúrico ou clorídrico na regeneração para remover o alumínio da resina ■ Osmose inversa (eficiência: 98%). ■ Destilação (eficiência: 99%). ■ Electrodialise.
Amónio	0,50 mg/l NH_4	O amónio surge no ambiente através dos processos metabólicos, agrícolas e industriais e através da desinfeção com cloraminas. A produção intensiva de pecuária também pode potenciar as concentrações de amónio nas águas superficiais. A contaminação por amónio pode ser um indicador de poluição por adubos, esgotos e resíduos de animais (WHO).	O amónio na água para consumo humano não tem consequências directas de grande relevância na saúde. No entanto, a sua presença pode comprometer a eficiência de desinfeção, provocar formação de nitritos nos sistemas de distribuição, prejudicar o desempenho dos filtros para remoção de manganês e ainda causar problemas aos níveis do cheiro e sabor (WHO). Pode provocar corrosão do cobre, bem como de ligas com este metal.	O amónio pode ser removido através de nitrificação biológica (WHO) ou por esgotamento (<i>stripping</i>) após subida do pH. Em condições adequadas pode ser oxidado.
Arsénio	10 µg/l As	O arsénio pode estar presente na água por causas naturais (elemento constituinte de alguns solos) ou por contaminações de origem agrícola ou industrial.	Espessamento e descoloração da pele, dor abdominal, náuseas, vómitos, diarreia, parestesias das mãos e pés; paralisias parciais; e cegueira. Está associado a cancro da bexiga, pulmões, pele, rim, cavidade nasal, fígado e próstata (US EPA).	<ul style="list-style-type: none"> ■ Seleccionar uma outra captação de água. ■ Adsorção ■ Coagulação após oxidação (com sais de alumínio ou ferro) /filtração. ■ Permuta iónica. ■ Oxidação/filtração.



Parâmetros	VP	Origem	Potenciais efeitos na Saúde decorrentes da exposição	Métodos para correcção
Cheiro	3 (a 25 °C)	Alterações do sabor e do cheiro podem estar associadas a problemas diversos na água de consumo, resultantes de crescimento biológico ou de actividades industriais. A origem desses problemas pode estar na captação, na ETA (resultante de reacções químicas com os desinfectantes), no sistema de distribuição e/ou na rede interna dos consumidores. Sabores e cheiros podem ser causados por contaminantes minerais presentes na água, tais como o cheiro a "ovos podres" causado pelo sulfureto de hidrogénio. O cheiro pode ainda ser devido a cianobactérias (cheiro a "erva", a "mofo" ou a "condimentos"), ou ainda a concentrações elevadas de micro-algas (cheiro a "podre", "séptico", a "peixe" ou a "medicamento"). A vegetação caída é provavelmente a causa mais vulgar de alterações do sabor e do cheiro em captações superficiais. Em águas tratadas, o cloro pode reagir com matéria orgânica e causar cheiros.	Efeitos estritamente organolépticos.	Os métodos para controlar o cheiro na água para consumo humano podem incluir: <ul style="list-style-type: none"> ■ Arejamento; ■ Carvão activado; ■ Ozonização.
Cobre	2,0 mg/l Cu	Corrosão de sistemas prediais de distribuição de água; erosão de depósitos naturais.	O VP é baseado na exposição de curta duração, o qual pretende proteger contra a sintomatologia relacionada com agressão gástrica directa (problema dependente da concentração do cobre na água). Se o VP for excedido, há um risco acrescido de ocorrência de queixas gastrointestinais nos consumidores (náuseas, vómitos, dores epigástricas, diarreia). As crianças com idade < 1 ano são mais sensíveis ao cobre presente em água de consumo que os adultos. A exposição de longa duração (> 14 dias) ao cobre pode estar associada a insuficiência renal e hepática em crianças daquele grupo etário. Entre os factores que conferem maior vulnerabilidade à toxicidade do cobre incluem-se lesão hepática ou doença de Wilson.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Controlo da corrosão ■ <u>Consumidores domésticos</u>: não usar a água para beber ou cozinhar que tenha estado em contacto com a rede predial mais de 6 horas. De manhã, fazer correr a água fria da torneira durante 2-3 minutos antes de a utilizar.
Condutividade	2500 µS/cm a 20° C	Condutividade é a capacidade da água garantir a passagem de corrente eléctrica. Indica a presença física de substâncias químicas dissolvidas (na forma iónica) na água. Por exemplo, quando o cloreto de sódio (NaCl) se dissolve na água, dissocia-se nos iões Na+ e Cl-. O movimento destes iões conduz corrente eléctrica através da água. A dissociação de componentes inorgânicos naturais é a maior fonte de iões na água de consumo.	Uma concentração elevada de sólidos dissolvidos na água pode originar sabor na água para consumo.	(não aplicável)
Cor	20 mg/l PtCo	A cor na água é quase sempre originada pela presença de material orgânico proveniente de vegetação caída. Alterações da cor são vulgares em águas superficiais, sendo quase inexistentes em nascentes e em águas subterrâneas. A cor pode ainda ser resultante da presença de iões metálicos de origem natural (ferro e manganês). <ul style="list-style-type: none"> ■ Cor amarelada – presença de ácidos húmicos ■ Cor avermelhada – presença de ferro precipitado Manchas de cor nas instalações sanitárias e na roupa lavada: <ul style="list-style-type: none"> ■ Vermelho-acastanhado – presença de hidróxido de ferro, que precipita quando a água está exposta ao ar ■ Castanho-escuro ou preto – manganês ■ Azul ou verde – cobre (mesmo que < VP). 	Os efeitos adversos para a saúde são dependentes do(s) factor(es) que estão na origem da coloração.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Coagulação, floculação e filtração ■ Filtração por carvão activado



Parâmetros	VP	Origem	Potenciais efeitos na Saúde decorrentes da exposição	Métodos para correcção
Ferro	200 µg/l Fe	O ferro está presente em águas subterrâneas sob três formas: ferro ferroso (bicarbonato ferroso), ferro férrico (hidróxido férrico), e ferro heme (ferro orgânico – complexo orgânico do ferro com vegetação decomposta). Cada um pode estar presente isoladamente ou em combinação com os outros.	A dose média letal de ferro é de 200 a 250 mg/kg de peso corporal, mas há casos de morte provocada por 40 mg/kg de peso corporal. As autópsias revelam necroses hemorrágicas e alterações ao nível das mucosas do estômago (WHO).	<p>lão ferroso (Fe⁺⁺)(clear water iron):</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Uso de um amaciador, desde que o ferro seja inferior a 0,5 ppm por cada grau de dureza e o pH da água seja superior a 6,8; se o ferro ferroso for maior que 5,0 ppm, deverá ser convertido em ferro férrico através do contacto com um agente oxidante (cloro, por exemplo), antes da sua remoção por filtração mecânica <p>lão férrico (Fe⁺⁺⁺) (red water iron):</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Filtração mecânica <p>Ferro orgânico (ferro heme):</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Resina de permuta iónica ■ Oxidação com cloro seguida de filtração mecânica <p>Ferrobactérias:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Uso de agentes oxidantes, como o cloro.
Manganês	50 µg/l Mn	É um dos metais mais abundantes na crosta terrestre, ocorrendo normalmente associado ao Ferro. Este elemento é essencial aos humanos e outros animais e está presente em variados alimentos. Encontra-se muitas vezes presente nas águas superficiais bem como nas subterrâneas, particularmente em condições anaeróbias ou de baixa oxidação (WHO).	Os efeitos adversos provenientes do manganês podem resultar tanto devido a deficiência ou excesso deste elemento. Causa danos ao nível neurológico após exposição via respiratória ou após ingestão de água com elevados níveis de contaminação (WHO).	Uma concentração de 50 µg/l deverá ser alcançada através de oxidação e filtração (WHO).
Nitratos	50 mg/l NO ₃	Os nitratos são principalmente utilizados nos fertilizantes inorgânicos. A concentração de nitratos em águas subterrâneas é geralmente baixa, mas pode atingir níveis muito elevados devido a lixiviações provenientes de terrenos agrícolas ou contaminação de resíduos humanos ou animais como consequência da oxidação de amónia e fontes semelhantes (WHO).	A primeira preocupação relativa aos nitratos e nitritos é a formação de metahemoglobina, conhecida por causar o "síndrome do bebé azul." O nitrato é reduzido a nitrito no organismo das crianças, e o nitrito tem a capacidade de oxidar a hemoglobina (Hb) para metahemoglobina (metHb), a qual é incapaz de transportar o oxigénio pelo corpo. O transporte reduzido de oxigénio torna-se crítico quando as concentrações de metHb atingem 10% ou mais das concentrações normais de Hb. Esta condição provoca cianose e, a concentrações mais elevadas, asfixia. O nível normal de metHb em crianças até 3 meses de idade é inferior a 3% (WHO).	Uma concentração de 5 mg/l ou inferior deverá ser atingida utilizando desnitrificação biológica (para águas superficiais) ou troca iónica (para águas subterrâneas (WHO).
Nitritos	0,5 mg/l NO ₂	O nitrito de sódio é normalmente utilizado como conservante na comida, principalmente carne fumada. Condições anaeróbias podem estar na origem da formação e persistência dos nitritos. A cloraminação pode potenciar a formação de nitritos nos sistemas de distribuição de água, se a formação de cloraminas não for controlada. A formação dos nitritos é consequência da actividade microbiana e pode ser intermitente (WHO).	A depleção de oxigénio dissolvido na água para consumo pode potenciar a redução de nitrato para nitrito e de sulfato para sulfito. Pode também causar um aumento da concentração de ferro.	Uma concentração de 0,1 mg/l deverá ser alcançada utilizando cloragem (para formação de nitrato) (WHO).
Oxidabilidade	5,0 mg/l O ₂	A oxidabilidade mede a quantidade de oxigénio consumida na degradação de todos os compostos químicos degradáveis. Pode ser considerado como um indicador global de poluição orgânica.		(não aplicável)



Parâmetros	VP	Origem	Potenciais efeitos na Saúde decorrentes da exposição	Métodos para correcção
pH	6,5≥pH≤9, 0	<p>O pH indica a acidez ou alcalinidade de uma solução. Não representa a medição da quantidade de ácidos ou bases, mas antes a relação dos ácidos e das bases. O pH descreve a actividade do ião hidrogénio, e varia entre 0 e 14.</p> <p style="text-align: center;">[0]===== [7]===== [14] Ácido Alcalino</p> <p>Todas as águas naturais têm valores de pH entre 6,0 e 8,0, sendo o 7,0 considerado pH neutro; Se pH < 7,0 o meio é ácido; se o pH > 7,0 o meio é básico. O pH da água baixa se a concentração em CO₂ subir, e aumenta com o teor em bicarbonatos. O <i>ratio</i> de dóxido de carbono e bicarbonatos (entre 3,6 a 8,4) é uma indicação do valor de pH da água. Água com pH ≤ 3,5 indica, habitualmente, presença de ácidos minerais, tais como ácido sulfúrico ou clorídrico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ pH > 11: Irritação ocular e exacerbação de lesões cutâneas e em membranas mucosas, podendo ainda ocorrer problemas gastrointestinais (WHO). ■ A exposição a baixos valores de pH pode causar igualmente irritação e vermelhidão nos olhos, e abaixo de pH 2,5 os problemas na pele são extensos e irreversíveis (WHO). 	<p>Para elevar o pH:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Adição de cal, hidróxido de sódio (soda cáustica), carbonato de sódio, bicarbonato de sódio ou hidróxido de potássio na água. ■ Pode-se usar um filtro neutralizador com carbonato de cálcio (CaCO₃), ou carbonato duplo de cálcio e magnésio e/ou óxido de magnésio (MgO), se o pH estiver entre 5 e 6.
Sabor	3 (a 25 °C)	<p>O sabor na água pode ser devido a um variado número de factores, nos quais se podem incluir a presença de: cianobactérias e algas; amónio; cloretos (sabor “salgado” se os cloretos forem ≥ 500 mg/l); clorofenóis; cobre; diclorobenzenos; etilbenzenos; cálcio; magnésio; ferro; manganês; alterações no pH; sódio; sulfatos; entre outros (WHO).</p>	<p>Os efeitos adversos para a saúde são dependentes do(s) factor(es) que estão na origem do sabor.</p>	<p>Os métodos para controlar o sabor na água para consumo humano podem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Arejamento; ■ Carvão activado; ■ Ozonização.
Trihalometanos	150 µg/l	<p>Os trihalometanos, dos quais o clorofórmio é o mais frequente, são subprodutos da desinfecção com cloro ou bromo e a sua formação ocorre quando há contacto entre o cloro livre e compostos orgânicos (precursores) presentes na água. Os principais precursores são os ácidos húmicos e fúlvicos. São factores favoráveis à sua formação a concentração de matéria orgânica na água bruta, o cloro livre, a presença de algas, a elevação da temperatura e do pH, a concentração de brometos, bromatos e iodatos.</p>	<p>De acordo com o IARC, os trihalometanos são compostos potencialmente cancerígenos para os humanos. Diversos estudos epidemiológicos evidenciaram correlações positivas entre a exposição aos trihalometanos (através da ingestão, inalação ou contacto com água clorada) e a incidência de diversas neoplasias, nomeadamente da bexiga, intestino, recto, rins, estômago, cólon e tórax. Alguns estudos apontaram também para a associação entre a exposição a trihalometanos durante a gravidez e o parto prematuro e baixo peso ao nascer.</p>	<p>Uma vez formados, é muito difícil remover os trihalometanos da água. O arejamento pode revelar alguma eficácia mas apenas para os compostos mais voláteis. Assim, o importante é prevenir a sua formação através da eliminação dos seus precursores na água bruta, do controlo do cloro livre, oxidabilidade, pH e algas. Existem estudos que sugerem ainda que a utilização de produtos de cloro estabilizados tem vantagens na prevenção das reacções de formação dos trihalometanos.</p>
Turvação	4 UNT	<p>A turvação resulta da presença de partículas coloidais na água. É encontrada na maioria das águas superficiais, mas normalmente não existe nas águas subterrâneas, excepto em poços e nascentes após chuvas intensas. A turvação transmite à água um aspecto nebuloso ou de sedimentos sujos. Materiais não dissolvidos como areia, argila ou ferro em suspensão contribuem para a turvação. A turvação pode causar a coloração de recipientes (lavatórios, pias) e equipamentos, e também a descoloração de tecidos.</p>	<p>A turvação não tem efeitos directos na saúde. Pode ser indicativa da presença de microrganismos patogénicos (incluindo bactérias, vírus e parasitas).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Filtração ■ Coagulação, floculação, decantação e/ou filtração. ■ Ultrafiltração.

Referências bibliográficas:

- FDA: US Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition.
- LeChavelier MW, Au K-K. Water treatment and pathogen control. Process efficiency in achieving safe drinking-water. WHO Drinking-water Quality Series. WHO, 2004. Cornwall, UK.
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). 2006 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/drinking/dwstandards.pdf>
- WHO. Guidelines for Drinking-water Quality. 3rd Edition. World Health Organization, Geneva, 2004.
- WHO. Guidelines for Drinking-water Quality. First Addendum to Third Edition. Volume 1, Recommendations. World Health Organization, Geneva, 2006.