

Foto: Maikon E. Waskiewicz



Principais problemas de qualidade da água subterrânea da região do Alto Uruguai Catarinense (e subsídios para resolvê-los)

Alexandre Matthiensen¹
Michael de Mello Oliveira²

Introdução

Considera-se água subterrânea toda água que ocorre abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou espaços intersticiais das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas cristalinas. Ela desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo nos fluxos de rios, lagos e áreas alagadas. Dependendo das características climáticas, meteorológicas e geológicas da região, o nível do lençol freático pode permanecer em grandes profundidades ou se aproximar da superfície do terreno, podendo originar zonas alagadas ou pantanosas, ou criando nascentes quando se aproxima da superfície em terrenos com inclinação. Da mesma forma que as águas superficiais, as águas subterrâneas são extremamente variáveis em quantidade. Embora se encontrem armazenadas em poros e fissuras milimétricas das rochas, normalmente ocorrem ao longo de grandes extensões, constituindo-se em importantes reservas de água doce. Porém, é importante salientar que nem todas as formações geológicas possuem características hidrodinâmicas que possibilitam sua extração de

forma econômica para o atendimento das necessidades de grandes vazões pontuais.

As águas subterrâneas apresentam algumas características que tornam o seu uso preferencial em relação ao das águas superficiais. Pode-se dizer que são naturalmente filtradas e purificadas através da percolação (deslocamento da água através do solo), o que confere qualidade e normalmente dispensa tratamentos prévios. Outros pontos positivos são: não necessita de armazenamento em superfície (não ocupam espaço da propriedade), sofre menor influência das variações climáticas, possui temperatura constante, são passíveis de extração perto do local de uso e apresentar relativa proteção contra agentes contaminantes.

No Brasil a Resolução Conama nº 396, de 03 de abril de 2008 (BRASIL, 2008), dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas. Segundo esta Resolução, os usos preponderantes para águas subterrâneas são o consumo

¹Oceanologia, doutor em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

²Geólogo, Hidroani Poços Artesianos Ltda., Concórdia, SC

humano, a dessedentação de animais, irrigação e recreação. Ainda, independentemente da fonte (superficial, subterrânea ou pluvial), quando a água possui uso para consumo humano é a Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água e seu padrão de potabilidade.

Cadastramento das fontes de água destinadas ao abastecimento

De acordo com a referida Portaria do Ministério da Saúde, cabem aos responsáveis pela Vigilância Sanitária, em nível local, exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle da qualidade da água, de acordo com as diretrizes do Sistema Único de Saúde (SUS). Uma das ações básicas, dentro dos princípios e diretrizes do SUS, é o cadastramento das fontes de abastecimento de água, tanto no meio urbano quanto rural, para que se possa realizar o planejamento das ações de vigilância e garantir o controle da qualidade de água de consumo, tanto humano quanto aos animais de criação.

Os cadastros relacionados à qualidade da água para consumo devem ocorrer sobre todas e quaisquer formas de abastecimento de água, coletivas ou individuais, na área urbana e rural, de gestão pública ou privada. O cadastro tem como principal finalidade a obtenção de informações dos sistemas, soluções alternativas coletivas e individuais de abastecimento de água e a construção de indicadores que permitam mapear grupos, fatores e situações de risco e avaliar sua distribuição e evolução, espacial e temporal (BRASIL, 2007).

As informações cadastradas devem ser incorporadas ao Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) para que sejam devidamente sistematizadas e gerem os indicadores necessários ao exercício da vigilância nas diversas esferas: municipal, regional, estadual e no nível central.

Sistemas de abastecimento de água

O fornecimento de água para as populações pode ser realizado por dois tipos diferentes de instalações, conforme definido pela Portaria MS nº 2914/2011: Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e Sistema Alternativo Coletivo (SAC) para consumo humano. Além disso, o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano inclui também os Sistemas de Abastecimento Individuais (SAI).

- **SAA:** um sistema de abastecimento de água é uma instalação destinada à produção e distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão (BRASIL, 2011). Não existe arranjo único que possa caracterizar um SAA, no entanto a maioria deles consta dos seguintes componentes: manancial, captação, adução, tratamento, armazenamento, distribuição e, eventualmente, estações elevatórias e ligações prediais.
- **SAC:** um sistema alternativo coletivo é toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do SAA, incluindo a fonte, poço comunitário, captação pluvial, distribuição por veículo transportador, e instalações em condomínios horizontal e vertical (BRASIL, 2011). Pode conter ou não rede de distribuição. A principal diferença em relação às SAA reside no fato de que, em todo sistema de abastecimento de água como SAC, o responsável pela prestação do serviço não é o município.
- **SAI:** um sistema individual de abastecimento de água para consumo humano é definida como toda e qualquer solução alternativa de abastecimento de água que atenda a um único domicílio (BRASIL, 2011).

A Resolução Conama nº 396/2008 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas. Dentre os usos preponderantes para as águas subterrâneas desta Resolução estão o consumo humano e a dessedentação de animais. Em relação aos valores máximos permitidos (VMPs) dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos para o consumo humano, as tabelas que constam nos anexos da referida Resolução estão em consonância com os VMPs presentes nas tabelas nos anexos da Portaria MS nº 2914/2011. Os VMPs para dessedentação animal constam apenas na Resolução Conama

nº 396/2008. O Art. 35 da referida Resolução ainda coloca que deverão ser fomentados estudos para definição de VMPs que reflitam as condições nacionais, especialmente para dessedentação de animais e irrigação.

Problemas de qualidade de água subterrânea na região do Alto Uruguai Catarinense (AUC)

Durante o percurso o qual a água realiza por entre os poros e fissuras do subsolo e das rochas, ocorre uma depuração da mesma através de uma série de processos físico-químicos (troca iônica, decaimento radioativo, remoção de sólidos em suspensão, alteração de pH, etc.) e microbiológicos (normalmente, eliminação de microrganismos devido à ausência de nutrientes e oxigênio no subsolo). Esses processos modificam as características da água, tornando-a mais (ou menos) adequada ao consumo humano e animal.

Ou seja, a composição química da água subterrânea é o resultado combinado da composição da água que entra no solo e da evolução química influenciada diretamente pelas litologias atravessadas. De uma forma geral, as concentrações de substâncias dissolvidas nas águas subterrâneas vão aumentando à medida que prosseguem no seu movimento. Esse acúmulo de substâncias dissolvidas pode extrapolar os limi-

tes considerados seguros (VMPs da Portaria nº 2914/2011 e Resolução nº 396/2008) para o consumo da água durante uma vida toda. Assim, as análises de qualidade de água subterrânea fornecem informações sobre os limites de parâmetros e contaminantes físico-químicos e microbiológicos, e é parte fundamental para a melhor gestão da água destinada ao consumo humano e animal na propriedade.

Os resultados apresentados na Tabela 1 sobre os principais problemas de qualidade de água subterrânea observados na região do AUC foram baseados em relatórios de trabalhos realizados no território denominado como tal, nos anos de 2012 a 2015 (FILIPINI, 2013; COMASSETTO et al., 2014).

Em um diagnóstico da qualidade da água subterrânea de 23 poços tubulares profundos na bacia do rio Jacutinga, Filipini (2013) encontrou concentrações acima dos níveis permitidos pela legislação de potabilidade brasileira de ferro dissolvido, manganês, pH alcalino, coliformes totais e termotolerantes. Em outro levantamento de dados realizados pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Contíguos, em 2013, num total de 100 poços amostrados em toda a região do AUC (18 municípios), foram encontrados problemas associados a coliformes totais, *E. coli*, pH alcalino, fluoretos, manganês, ferro, alumínio, sulfato, nitrato e amônia (Tabela 1).

Tabela 1. Principais problemas de qualidade de água encontrados na água subterrânea da região do AUC

Principais problemas observados	Percentual de poços com VMPs acima do permitido para consumo humano pela Portaria nº 2914/2011	
	2012	2013
Coliformes totais	3 (13 %)	61 (61 %)
<i>E. coli</i> / coliformes termotolerantes	3 (13 %)	16 (16 %)
pH alcalino	1 (4,3 %)	17 (17 %)
Manganês	3 (13 %)	5 (5 %)
Ferro	11 (47,8 %)	4 (4 %)
Fluoreto	0	6 (6 %)
Alumínio	0	4 (4 %)
Amônia	0	1 (1 %)
Sulfato	0	1 (1 %)
Nitrato	0	1 (1 %)
Total de poços analisados	23	100

A Tabela 1 mostra os resultados apenas dos parâmetros que apresentaram VMPs fora dos limites aceitáveis para uso como água potável para consumo humano, de acordo com a Portaria nº 2914/2011. As amostras de água também foram analisadas para:

- Temperatura da água.
- Cor aparente.
- Condutividade.
- SDT.
- Salinidade.
- Dureza total.
- Dureza em cálcio.
- Dureza em magnésio
- Alcalinidade total
- Concentração de nitritos
- Cloretos
- Sulfatos
- Cloro DPD.

Todos esses demais parâmetros ficaram dentro dos VMPs da Portaria nº 2914/2011 para todos os poços analisados. Assim, de uma forma geral, e com base nessas análises, os principais problemas de qualidade de água subterrânea encontrados para o território do AUC são a presença de:

- Bactérias coliformes, possivelmente associadas à localização inadequada dos poços tubulares profundos na região (no meio de plantações, poteiros ou ao largo de estradas), à falta de manutenção ou manutenção inadequada dos poços, bem como a não proteção do poço (cercamento do poço e presença de laje em seu entorno).
- pH alcalino, possivelmente relacionado à química do basalto, litologia predominante na região. Sendo uma rocha ígnea vulcânica básica, composta essencialmente de feldspato plagioclásio (Ca, Na)Al (Al, Si) Si₂O₈ e piroxênios (Ca, Mg, Al)₂(Si, Al)₂O₆. Toda água que percola e acumula neste aquífero herdará características químicas semelhantes, tornando-as alcalinas e podendo ocorrer altos teores de dureza.
- Ferro e manganês, possivelmente relacionado à geologia local (dissolução de rochas e minerais), podendo levar à contaminação por bactérias ferruginosas, que crescem e se reproduzem oxidando o ferro ferroso dissolvido presente na água (e também, apesar de menos frequente, o manganês), gerando hidróxidos férricos insolúveis, que parte é englobada pela bactéria e outra parte precipita no meio. Este processo leva à formação de uma massa gelatinosa vermelho-acastanhada, viscosa, constituída por pre-

cipitados globulares, colônias de bactérias e produtos orgânicos por elas gerados. São estas massas que aderem às conexões dos encanamentos, ralos de captações e invadem tubulações de distribuição (SILVA, 1979).

O que fazer em relação aos principais problemas de qualidade de água subterrânea?

Abaixo estão elencados os problemas mais comumente encontrados em relação à qualidade de água subterrânea no território do AUC, e é apresentada uma breve descrição de possíveis soluções de abordagens para os mesmos.

Situação 1: minha água deu positivo para bactérias coliformes ou *E. coli*

Coliformes totais são fácil e rapidamente testados em laboratórios certificados e podem ser usados como indicadores da qualidade microbiológica da água. Se essas bactérias não estão presentes na água (ou seja, o resultado é apresentado como “ausência” ou “< 1 colônia/100 mL”), isso deve ser interpretado como “provável que a água não contenha contaminantes microbiológicos que possam causar problemas de saúde”. Se o teste acusar presença de bactéria coliforme na água (ou seja, se o resultado do teste apresentar “1 ou mais colônias/100 mL”), isso deve ser interpretado como “maior probabilidade da água conter agentes contaminantes que podem causar problemas de saúde”, portanto alguma ação é necessária (ORAM et al., 2011).

Escherichia coli é uma linhagem bacteriana mais comumente encontrada em humanos e demais mamíferos. E, a presença desse grupo na água sugere fortemente que a fonte de contaminação da água é de dejetos humanos ou de outros mamíferos. O VMP para coliformes totais e fecais para água subterrânea utilizada para o consumo humano pela Resolução Conama nº 396/2008 é de ausência em 100 mL e para dessedentação de animais é de até 200 colônias/100 mL.

Em caso dessa situação se confirmar, a primeira recomendação é que você tenha seu poço inspecionado por um profissional da área e avalie a possibilidade de realizar uma desinfecção (cloração de choque) no poço e no sistema de distribuição (tubulações).

Após a desinfecção e a purga do poço, a água deve ser novamente testada em laboratório para avaliar a qualidade microbiológica. Até o sistema todo ser inspecionado, desinfetado e testado novamente é recomendável não usar a água para consumo ou banho, caso você possua feridas ou lesões na pele. Se essa for a única fonte para consumo é recomendável ferver a água de consumo por, pelo menos, cinco minutos.

Situação 1a: Após a cloração de choque, o novo teste também foi positivo para bactéria coliforme

É recomendável fazer modificações no poço. É recomendável construir (ou reconstruir, caso já exista) o selo sanitário, que é um sistema de isolamento para que não haja aporte de material contaminante para dentro do poço e, conseqüentemente, não contamine o aquífero. Segundo as normas NBR 12212 e 12244 (ABNT, 2006a; 2006b), o processo de selamento consiste em "isolamento através do preenchimento do espaço anular entre a perfuração e a coluna de revestimento com cimento e/ou pellets de argila expansiva, ou outra técnica que evite a percolação de águas superiores pela parede externa do revestimento". Faz parte do isolamento do poço a laje sanitária e o lacre (Figura 1). A laje consiste na construção de concreto com dimensão mínima de 1 m² e espessura de 10 cm, concêntrica ao tubo de revestimento e com declividade para as bordas. A coluna de tubos de revestimento deve ficar saliente no mínimo 30 cm sobre a laje. O lacre é uma tampa que isola o ambiente externo na superfície do interior do poço, protegendo o mesmo de contaminações superficiais e impedindo o acesso de animais, líquidos e outras substâncias que possam alterar as qualidades originais da água. Também é recomendável que seja instalado um sistema de desinfecção na saída do poço (e.g. cloração, ozonização, UV).



(Desenho sem escala).

Figura 1. Ilustração do perfil construtivo de um poço tubular profundo

Situação 2: minha água deu negativo para bactérias coliformes, mas tem nível elevado de ferro e/ou manganês

O ferro é encontrado na natureza na forma de seus óxidos ou combinado com silício ou enxofre. O teor de ferro solúvel em águas superficiais raramente ultrapassa 1 mg/L, enquanto águas subterrâneas contêm teores maiores devido ao contato direto com substratos. O limite padrão para consumo humano é de 0,3 mg/L, não existindo valor limite para dessementação animal. Concentrações de ferro em água superiores a 1 mg/L conferem sabor desagradável ao paladar (amargo ou metálico), provocam manchas em roupas durante o enxágue e em superfícies de porcelana por contato prolongado, e a formação de sedimentos e filmes com coloração amarelo-laranja-avermelhado. Além disso, a concentração de ferro interfere na turbidez e na cor da água. Altas concentrações em sistemas que utilizam encanamentos de ferro pode indicar corrosão.

O manganês possui o VMP para consumo humano de 0,1 mg/L e para dessedentação animal de 0,5 mg/L. Assim como o ferro, o manganês também confere gosto amargo e metálico quando em excesso na água de consumo (acima de 1 mg/L), e formação de sedimentos e filmes que variam de marrons a pretos nas bordas das saídas dos canos, também podendo manchar roupas.

Se a água testada apresentou baixa concentração de bactérias nos testes padrões, é possível reduzir os níveis de ferro e manganês através da instalação de um sistema “abrandador” de águas ou outras tecnologias disponíveis. A tecnologia mais apropriada vai depender da forma dos elementos ferro e manganês e da qualidade geral da água.

Se água testada deu negativo para bactérias e possui um odor ou cria uma espécie de limo ou película viscosa nas junções de tubulações é recomendável a condução de uma cloração de choque no poço, e testar novamente para contaminação bacteriana, concentrações totais de ferro e manganês dissolvidos e demais parâmetros de qualidade da água em geral.

Situação 3: o pH de minha água é elevado

A Portaria MS nº 2914/2011 recomenda que o pH da água, no sistema de distribuição, seja mantido entre 6 e 9,5. Se o valor estiver abaixo de 6, a água é classificada como “corrosiva” ou “ácida”, com baixo pH e poucos sólidos dissolvidos totais (SDT). Uma água corrosiva pode ter ações nas tubulações e apresentar gosto amargo, lixiviar metais de encanamentos e demais acessórios de metálicos, como válvulas, e também lixiviar o cloreto de polivinila do interior dos canos de PVC. É recomendável que a água de consumo seja não corrosiva. A corrosividade da água não é um parâmetro especificado pelas legislações brasileiras, mas seu controle é realizado indiretamente pela manutenção de uma faixa ideal de pH para o consumo humano. Para águas com pH ácido, abaixo de 6, a adição de carbonato de sódio ou carbonato de cálcio pode neutralizar a água (trazer o pH mais próximo ao valor 7), adequando os valores para mantê-los dentro dos parâmetros indicados para consumo.

Se o valor estiver acima de 9,5, um dos problemas mais comuns encontrados nas águas subterrâneas do AUC, esta alcalinidade pode estar associada à quantidade de íons de cálcio e magnésio, que se combinam com sulfatos, cloretos, nitratos e outros, que formam depósitos e incrustações nos canos, e pode resultar em gosto alcalino. Alterações de pH na água afetam vários outros compostos e processos que interagem mutuamente no meio, portanto a seleção de um processo de tratamento para casos de valores de pH fora da faixa ideal depende também das análises de outros parâmetros da água, tais como a presença de metais, da dureza total, alcalinidade total e concentração de sódio na água.

No caso de águas com pH alcalino acima de 9,5 a adição de hipocloritos é uma solução para balancear os valores de pH e mantê-los dentro dos parâmetros indicados para consumo, atentando-se para o cuidado de não exceder as dosagens recomendadas de cloro. A adição destes produtos pode ser feita na sua forma sólida ou utilizando bombas dosadoras que podem ser elétricas ou de passagem. É necessário o acompanhamento rigoroso dos valores de pH, quando feita a correção.

Situação 4: minha água tem gosto amargo ou metálico

O limite padrão para gosto e odor para consumo humano é de intensidade 6 pela Portaria MS nº 2914/2011. Isso significa uma intensidade máxima de percepção para qualquer característica de gosto e odor, excetuando-se o cloro livre. Para gostos amargos e metálicos, ver “Situação 2: níveis elevados de ferro e/ou manganês na água”.

Situação 5: minha água apresenta coloração

O que se mede é a cor aparente, ou seja, a cor presente em uma amostra de água devido à presença de substâncias dissolvidas e substâncias em suspensão. A coloração da água é denominado contaminante secundário, pois apresenta, em princípio, apenas problemas estéticos. A cor pode se originar da presença na água de minerais ou vegetações naturais, tais como substâncias metálicas (compostos de ferro e manganês), húmus, turfa, tanino, algas e protozoários, ou ainda de despejos industriais (mineração, refinarias, explosivos, etc.). A cor é normalmente expressa em uma escala padronizada platina-cobalto ou

escala APHA-Hazen. As unidades usadas são uH (unidade de Hazen) ou mgPt-Co/L ou, simplesmente, Unidade de Cor. O limite para esse parâmetro em água de consumo humano pela Portaria nº 2914/2011 é de 15 uH. Esse é o nível de cor onde as pessoas são capazes de detectar mudanças visuais na aparência da água.

Se o seu problema é coloração na água que sai do poço tubular profundo é importante que seja definido a causa da coloração da água, mediante análises de outros parâmetros físico-químicos ou microbiológicos, para que as ações cabíveis possam ser implementadas. Possíveis ações de tratamento podem envolver filtração por carvão ativado, oxidação ou desinfecção.

Situação 6: minha água contém cheiro de ovo podre

É importante entender a causa do odor, pois este pode ser causado por uma reação química e/ou por uma reação biológica. O cheiro de ovo podre ou enxofre está associado às concentrações de sulfeto de hidrogênio na água. Sulfetos estão naturalmente presentes em águas subterrâneas como resultado do araste de depósitos minerais contendo enxofre. Sulfetos também podem resultar da decomposição de matéria orgânica (redução de sulfatos por atividade bacteriana sob condições anaeróbicas).

Se o resultado das análises da água deu positivo para agentes microbiológicos, pode ser recomendável uma desinfecção de choque no poço e sistema de distribuição (tubulações) e instalação de um sistema de desinfecção na saída do poço.

Se a água contém cheiro de enxofre e deu negativo para contaminação bacteriana, pode ser recomendável a instalação de um sistema de aeração ou filtração por carvão ativado. Antes de qualquer ação desse tipo é aconselhável analisar a concentração de sulfeto de hidrogênio na água. Há kits de análise de campo desse composto na água que se realiza no local de amostragem. Se o teste for realizado em laboratório a amostra necessita ser preservada com ácido acético e uma base forte e há um tempo bem restritivo entre coleta e análise.

Situação 7: minha água tem nível elevado de flúor

Os problemas relacionados ao flúor na água são devidos às concentrações de fluoreto. O fluoreto é a forma iônica do flúor, que forma um elemento binário com outro elemento ou radical. Os íons fluoreto ocorrem em vários minerais, principalmente na fluorita (basicamente CaF_2), mas normalmente está presente apenas em quantidades-traço na água. Fluoretos estão naturalmente presentes em baixas concentrações na água de consumo e fontes de água naturais superficiais normalmente contém entre 0,01 e 0,3 mg/L. A concentração de fluoreto em águas subterrâneas varia desde < 1 até 25 mg/L, ou mais, dependendo de fatores geológicos, químicos e físicos da área onde esta água se localiza. Níveis elevados de fluoretos podem levar a problemas sérios de saúde com seu consumo crônico.

O fluoreto na água é incolor, mas em quantidades elevadas pode contribuir com um gosto amargo distinguível na água. Níveis elevados de fluoretos podem causar fluorose dentária e problemas nos ossos. No entanto, pequenas concentrações de fluoreto ajudam a prevenir a cárie dentária. O limite padrão é de 1,5 mg/L para humanos e 2 mg/L para animais. Possíveis ações de tratamento são osmose reversa, troca iônica e destilação.

Martins Neto et al. (2004) apresentam um sistema de remoção de fluoreto que combina agentes oxidantes, filtração e cargas específicas de zeólitas para remoção de flúor com material adsorvente, em um sistema único, denominado adsorção combinada. Apesar da aparente complexidade, o sistema se mostrou interessante por ter um funcionamento bastante simples e possível de ser operado por um funcionário do próprio usuário, além da baixa geração de resíduos e baixo consumo de água na retrolavagem.

Um grande número de usuários de águas subterrâneas da região do AUC é residencial e/ou condominial (associações) e não está tecnicamente preparado para operação de sistemas complexos de remoção de fluoretos e demais metais. Outro fator importante é custo de implantação dos sistemas e seu custo operacional, pois processos industriais de alta eficiência como osmose reversa, filtração em resinas, etc., na maioria dos casos, não se aplica a pequenos usuários.

Situação 8: minha água tem nível elevado de alumínio

O alumínio ocorre naturalmente em águas subterrâneas e superficiais por fazer parte da composição das rochas e do solo. Sua concentração em ambientes naturais varia em função de fatores físicos, químicos e geológicos. Ele encontra-se fortemente ligado a minerais insolúveis como caolinita ($\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Si}_2\text{O}_5$) e bauxita (Al_2O_3 , Fe_2O_3 e SiO_2). A concentração de alumínio varia em função do pH do meio (FOLZKE, 2013).

O alumínio possui VMP para consumo humano de 0,2 mg/L e para dessedentação animal de 5 mg/L. As fontes de alumínio podem incluir lixiviação natural de solos e rochas e sais de alumínio usado no tratamento da água. É sugerido que exposições em longo prazo podem estar associadas com desordens neurológicas degenerativas. Porém, a principal preocupação é que acima de certos níveis o alumínio pode conferir coloração à água.

As ações corretivas possíveis são: adsorção, troca iônica, osmose reversa, destilação e neutralização. Dentre estas ações, as mais utilizadas são a adsorção e a troca iônica. A adsorção sólido-líquida é um processo de acumulação de substâncias que estão em solução sobre uma superfície adequada de um sólido. A adsorção pode ser física ou química. O adsorvente mais usado em tratamento de água é o carvão ativado devido a propriedades como: área superficial extensa, estrutura micro-porosa, alta capacidade de adsorção e alto grau de reatividade superficial (LOBO-RECIO et al., 2011). Pode se destacar também o uso de zeólitas como material adsorvente no tratamento de águas e efluentes. Já a troca iônica é um processo unitário no qual determinados íons de uma dada espécie contidos em um material insolúvel de troca (resinas trocadoras de íons) são substituídos por outros íons presentes em uma solução. As resinas de troca iônica são capazes de adsorver cátions e ânions da água (Ca^{2+} , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , etc.), que muitas vezes são substituídos pelos íons hidrogênio (H^+) e hidroxila (OH^-), que irão reagir entre si para formar uma molécula de água (FOLZKE, 2013). Contudo, os valores elevados de reposição das resinas trocadoras de íons, muitas vezes, inviabilizam a implantação e a manutenção dos sistemas.

Situação 9: minha água tem nível elevados de nitrato e/ou nitrito

Nitrato e nitrito (NO_3^- e NO_2^-): para o nitrato, o limite padrão para consumo humano é de 10 mg/L N- NO_3^- e para dessedentação animal é de até 90 mg/L N- NO_3^- ; para o nitrito, o limite padrão para humanos é de 1 mg/L N- NO_2^- e para animais é de 10 mg/L N- NO_2^- . A principal preocupação em relação ao excesso de nitrato e nitrito na água de consumo é com crianças menores de seis meses de idade, que são mais suscetíveis à síndrome do bebê-azul (metahemoglobinaemia), que acontece quando o nitrito oxida os íons ferrosos da hemoglobina transformando-os em íons férricos, que são menos eficientes no transporte do oxigênio para as células. A síndrome pode ser fatal se não tratada em tempo.

As fontes principais de nitrato e nitrito em águas superficiais e subterrâneas provêm do escoamento da água da chuva em zonas rurais (os compostos provenientes de práticas agropecuárias), manutenção inadequada de sistemas sépticos, escoamento urbano (efluentes de esgotos domésticos e industriais) e depósitos naturais.

Possíveis ações de tratamento: osmose reversa, troca iônica e destilação. Os nitratos podem ser removidos por troca iônica usando uma resina de íons, sendo um processo oneroso, porém bastante utilizado. A osmose reversa é também um processo eficiente e oneroso na remoção de nitratos, embora as propriedades hidrofílicas das moléculas não permitam uma remoção completa.

Conclusões

É importante destacar que algumas das soluções envolvem processos com relativa complexidade de operação e altos custos de implantação e manutenção, que, em casos de pequenos consumidores privados, pode vir a ser inviável sua utilização. Em todos os casos é altamente recomendável a contratação de um profissional e/ou um técnico especialista em qualidade de água para revisar e avaliar os resultados de seu teste de qualidade de água e que possa fazer recomendações em relação às alterações de qualidade ou instalações de sistemas de tratamento e pré-tratamento, se necessário.

Referências

ABNT. **NBR 12212**: projeto de poço tubular para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, 2006a. 10 p.

ABNT. **NBR 12244**: poço tubular - construção de poço tubular para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, 2006b. 10 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos em vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF, 2007. 293 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 7 abr. 2008. Seção 1, p. 64-68.

COMASSETTO, V.; MATTHIENSEN, A.; ALVES, J.; FAVASSA, C. T. A.; YABIKU, V. M.; WASKIEWIC, M. E.; BÓLICO, J. Diagnóstico das águas subterrâneas na bacia do Rio Jacutinga e contíguas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 18.; ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 19.; FEIRA NACIONAL DA ÁGUA-FENÁ-GUA, 8., 2014, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABAS, 2014. 1 CD ROM.

FILIPINI, G. T. R. **Os recursos hídricos na bacia do rio Jacutinga, meio-oeste de SC**: o uso da terra e a qualidade das águas. 2013. 253 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis.

FOLZKE, C. T. **Estudo da remoção de alumínio de água para abastecimento utilizando quitosana**. 2013. 138 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis.

LOBO-RECIO, M. A.; MERCÊ, A. L. R.; NAGEL-HASSEMER, M. E.; LAPOLLI, F. R. (2011). Aluminum in water, sources, speciation and removal techniques. In: MERCÊ, A. L. R.; FELCMAN, J.; LOBO-RECIO, M. A. **Molecular and supramolecular bioinorganic chemistry**: applications in medical and environmental sciences. v. 2. New York: Nova Science Publishers Inc. 2010. p. 95-122.

ORAM, B.; HALSOR, S.; REDMOND, B. **Water quality**: your private well: what do the result mean? Wilkes-Barre: Wilkes University, 2011. Disponível em: <<http://www.bfenvironmental.com/pdfs/Waterbooklet070610.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2015.

SILVA, M. O. C. A. Incrustações ferruginosas em captações: um caso de recuperação espetacular. **Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências de Lisboa**, v. 16, n. 1, p. 219-227, 1979.

Comunicado Técnico, 531

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

Endereço: BR 153, Km 110,
Distrito de Tamanduá, Caixa Postal 321,
89.700-991, Concórdia, SC

Fone: 49 34410400

Fax: 49 34410497

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**



1ª edição

Versão Eletrônica: (2015)

Comitê de Publicações

Presidente: Marcelo Miele

Membros: Airton Kunz, Helenice Mazzuco, Monalisa L. Pereira, Nelson Morés e Rejane Schaefer

Suplente: Mônica C. Ledur e Rodrigo S. Nicoloso

Revisores Técnicos

Airton Kunz e Martha Mayumi Higarashi

Expediente

Coordenação editorial: Tânia M.B. Celant

Editoração eletrônica: Vivian Fracasso

Normalização bibliográfica: Cláudia A. Arrieche

Revisão gramatical: Monalisa L. Pereira