

I-073 - CONTAMINAÇÃO POR FERRO EM POÇO ARTESIANO-SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE ABASTECIMENTO NO BAIRRO COLÔNIA

Eliete Conceição da Silva⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade São Judas Tadeu. Colaboradora da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP.

Pamela Anderson Sales⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade de Mogi das Cruzes.

Henrique dos Santos de Oliveira⁽³⁾

Engenheiro civil pelo Centro Universitário Nove de Julho em 2004, Especialista em Engenharia de Segurança pela UNIP e Perito em Avaliações e Engenharia pelo INBEC. Engenheiro de Projetos da Unidade de Gerenciamento Regional Interlagos na Unidade de Negócio Sul da Diretoria Metropolitana.

Marcia Cecília G. S. Costa⁽⁴⁾

Bacharel em Química pela Universidade de São Paulo, diplomada em 1991. Empregada da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, desde 1992. Atualmente é Gerente da Divisão de Controle Sanitário Sul na Superintendência da Unidade de Negócio Sul da Diretoria Metropolitana da SABESP.

Richard Welsch⁽⁵⁾

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia Mauá Diplomado em 1991 e Pós Graduado em Administração de Empresas pela Universidade Paulista Diplomado em 1993. Empregado da SABESP-SP desde 1992, atualmente como Gerente da Operação de Água e Controle de Perdas da Unidade de Gerenciamento Regional Interlagos na Unidade de Negócio Sul da Diretoria Metropolitana.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Interlagos, 6935 – Interlagos – São Paulo – SP – CEP: 04777-001 – Brasil – Tel.: (11) 5660-5030 – e-mail: elieteconceicao@sabesp.com.br

Endereço⁽²⁾: Avenida Interlagos, 6935 – Interlagos – São Paulo – SP – CEP: 04777-001 – Brasil – Tel.: (11) 5660-5030.

Endereço⁽³⁾: Avenida Interlagos, 6935 – Interlagos – São Paulo – SP – CEP: 04777-001 – Brasil – Tel.: (11) 5660-5025 – e-mail: hsoliveira@sabesp.com.br

Endereço⁽⁴⁾: Rua Alberto Hodge, 247 - Alto da Boa Vista - São Paulo - SP - CEP 04740-020 – Brasil – Tel.: (11) 5682-2844 – e-mail: marciacosta@sabesp.com.br

Endereço⁽⁵⁾: Avenida Interlagos, 6935 – Interlagos – São Paulo – SP – CEP: 04777-001 – Brasil – Tel.: (11) 5660-5024 – e-mail: richard@sabesp.com.br

RESUMO

As mudanças geoclimáticas vêm alterando a disponibilidade de água potável no mundo. Os poços profundos são cada vez mais utilizados para suprir problemas de escassez. A água subterrânea também necessita de tratamento, porque embora esteja mais protegida dos agentes contaminantes do que a água superficial, esta também pode sofrer contaminações. Além disso, devido a formação geológica em que se encontra, a água subterrânea pode conter níveis de compostos químicos acima dos níveis estabelecidos para consumo humano pelo Ministério da Saúde. Estas condições naturais de contaminação podem não apresentar perigo do ponto de vista toxicológico, mas sim organoléptico, porém devem ser tratadas com a mesma seriedade e soluções para um tratamento mais eficiente ou alternativas de abastecimento devem ser buscadas para sanar o problema. O presente trabalho vem relatar a solução encontrada para o caso do Poço Colônia localizado no distrito rural de Parelheiros, São Paulo. O poço apresentou níveis de ferro e manganês com projeções preocupantes no ano de 2017. Logo, iniciou-se estudos para propor soluções para o problema. A solução encontrada foi desativar o poço e realizar o abastecimento da região pelo Sistema Integrado Metropolitano (SIM) através da interligação com o reservatório de Parelheiros. Esta foi a solução mais viável encontrada e que ao mesmo tempo fosse rápida para não causar danos a população atendida. As análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas logo após a desativação do poço apresentaram 100% das amostras em conformidade com os parâmetros necessários. Os níveis de ferro e manganês foram reduzidos, mostrando a eficácia da solução adotada.

PALAVRAS-CHAVE: Poços tubulares profundos, abastecimento, água contaminada.

INTRODUÇÃO

O planeta terra possui cerca de 1.386 milhões de quilômetros cúbicos de água. Apenas 2,5% são de água doce, dos quais 68,7% são de água congelada nas calotas polares e 31,3% na forma de rios, lagos e água subterrânea, porém apenas 0,007% é o que efetivamente está disponível para consumo humano (ANEEL,2000). Infelizmente por muito tempo acreditou-se, devido ao ciclo hidrológico da água, que esta seria um bem renovável, porém essa concepção mostrou-se errada, pois devido as atividades humanas como desmatamento, emprego indiscriminado de defensivos agrícolas, assoreamento de rios e nascentes, impermeabilização dos solos, poluição da atmosfera, ocupação de mananciais, etc., a disponibilidade de água potável vêm sendo alterada. Consequentemente, a população mundial têm sofrido com o grande aumento da escassez.

Os poços tubulares profundos são cada vez mais utilizados como alternativa de abastecimento durante esses períodos de escassez ou em lugares onde o abastecimento por água superficial não é possível. Segundo a CETESB, no Estado de São Paulo cerca de 80% dos municípios são abastecidos total ou parcialmente por águas subterrâneas, atendendo mais de 5,5 milhões de habitantes.

As águas subterrâneas apresentam maior proteção contra contaminantes que as águas superficiais (PICANÇO, 1988). Porém, a contaminação ainda pode ocorrer devido à falhas de construção de poços, negligência humana ou por ocorrência natural, o que acontece com a presença de elementos como ferro (Fe) e Manganês (Mn). Assim, o tratamento e a fiscalização da qualidade da água subterrânea são necessários para que a qualidade seja mantida e a população não seja prejudicada.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

AQUÍFEROS

As águas subterrâneas também fazem parte do ciclo hidrológico, já que uma parcela da água precipitada se infiltra no solo até os aquíferos. A água encontra-se nos poros e fissuras das rochas, formando os aquíferos. Qualquer tipo de rocha, sedimentar, ígnea ou metamórfica podem constituir um aquífero se for porosa e permeável e capaz de reter e permitir o movimento da água (TSUTIYA,2005).

De acordo com a permeabilidade das camadas limitantes, os aquíferos podem ser classificados em:

- Livres (ou não confinados): são parcialmente saturados, onde a camada superior é permeável e a camada inferior é impermeável, sendo assim, a pressão da água é igual a pressão atmosférica.
- Artesianos (ou confinados): são completamente saturados e a água se encontra em uma formação permeável ou semipermeável entre duas camadas limitantes impermeáveis. A pressão da água geralmente é maior que a pressão atmosférica e, quando perfurados, a água sobe para nível superior ao limite do aquífero.
- Semi confinados: são aquíferos saturados, com a camada superior semipermeável (aquitarde) e limitado por uma base também semipermeável ou impermeável.
- Suspensos: são originados por uma rocha de baixa permeabilidade que retêm a água que se infiltra no solo e não permite a transmissão da água para outras rochas.

De acordo com a formação geológica das camadas limitantes podem ser classificados em:

- Fissurados: ocorrem em rochas cristalinas e a água se encontra armazenada nas fraturas, fissuras ou outros sistemas de fraquezas.
- Porosos: ocorre em rochas sedimentares consolidadas. Devido a sua ocorrência em grandes extensões e a grande capacidade de armazenamento constituem o tipo mais importante de aquífero. A água percola pelos poros em todas as direções e isto ocorre devido às propriedades isotrópicas das rochas sedimentares.

- **Cársticos:** formado em rochas calcáreas ou carbonáticas. A água circula pelas fraturas ou outras discontinuidades. As aberturas podem atingir grandes dimensões, porém são aquíferos heterogêneos e descontínuos.

A recarga dos aquíferos ocorre através da infiltração das águas de chuva e do fluxo de base dos rios e lagos pela zona de alimentação. A quantidade e a velocidade da água infiltrada depende do tipo do solo, permeabilidade da superfície e tipo de vegetação. A descarga acontece através de nascentes de rios e da perfuração de poços. Geralmente, a área de recarga do aquífero é maior que sua área de descarga.

Embora uma parcela da recarga do aquífero seja pela infiltração do fluxo de base dos rios, o aquífero contribui para manter estável o nível dos rios e lagos em épocas de seca e evita o transbordamento absorvendo o excesso da água de chuvas intensas. Além disso a água pode ser utilizada como alternativa de abastecimento em épocas de poucas chuvas.

A água subterrânea está mais protegida contra agentes contaminantes que a água superficial devido à proteção da camada pouco permeável acima de sua superfície, porém, ainda sim está sujeita a contaminação. Quando ocorre, impossibilita a utilização de grande extensão do aquífero. A vulnerabilidade do aquífero depende das características litológicas e hidrogeológicas de suas camadas limitantes e dos gradientes hidráulicos que determinam o fluxo e o transporte de substâncias principalmente nas zonas de recarga (ABAS). A contaminação pode se dar por fossas sépticas, infiltração de efluentes industriais, fugas da rede de esgoto e galerias de águas pluviais, aterros sanitários e lixões, pesticidas utilizados na agropecuária e poços construídos e desativados de forma inadequada.

POÇOS TUBULARES

Para a exploração das águas subterrâneas são utilizados os poços tubulares. Estes podem ser rasos, para a retirada de água dos aquíferos livres ou podem ser profundos, para a retirada de água dos aquíferos artesianos, sendo chamados, conseqüentemente, de poços artesianos. Através dos poços também é possível observar o comportamento dos aquíferos para determinar suas características hidrodinâmicas.

Todo o comportamento do aquífero depende das propriedades do fluido (densidade e viscosidade por exemplo) e das propriedades do meio (permeabilidade e porosidade). A hidráulica dos meios porosos é baseada na Lei de Darcy. Onde foi verificado experimentalmente por Darcy em 1850, que fatores como a distância de percolação da água, tamanho da camada e tamanho dos grãos influenciam na vazão da água. Sendo assim a vazão da água depende do coeficiente de permeabilidade do solo (velocidade de percolação) e do gradiente hidráulico (relação entre a carga que se dissipa na percolação e a distância ao longo da qual a carga se dissipa).

Para o bombeamento da água do poço é necessário o conhecimento das características do aquífero, tais como os níveis estático (NE) e dinâmico (ND), que correspondem a pressão neutra e o nível de lençol de água no momento do bombeamento, o rebaixamento, que é a diferença entre o NE e o ND, a vazão específica, que serve como indicador do rendimento do aquífero, o coeficiente de armazenamento e armazenamento específico que são a capacidade de armazenamento do aquífero, e a transmissividade, que corresponde à quantidade de água que pode ser transmitida horizontalmente.

Outro fator importante que deve ser conhecido e observado no momento do bombeamento é o raio de influência, que é a distância do centro do poço até o ponto em que a superfície do “cone de depressão” tangencia o prolongamento horizontal do NE (TSUTIYA, 2005). O cone de depressão ou cone de rebaixamento se forma quando a água é retirada de um poço. O nível da água em volta do bombeamento é rebaixado e a água começa a escoar para dentro do poço com perdas de energia, diminuindo a pressão ao longo do fluxo de escoamento. Assim a superfície da água se aprofunda formando o cone. Com a evolução do cone, o volume a ser consumido é o volume de armazenamento, caracterizando um regime transitório. O regime de equilíbrio ou permanente só ocorre quando a recarga se iguala à taxa de exploração, ou seja, quando a evolução do cone atingir um fonte de contribuição externa, seja de corpos superficiais ou de drenagem de outros aquíferos.

A liberação da água em um aquífero confinado ocorre devido a dois fatores: a expansão da água devido à redução de pressão e a redução dos vazios do meio poroso. Isto ocorre porque a pressão do aquífero é maior que a pressão

atmosférica e, quando perfurado a água começa a sair dos vazios da rocha, a pressão diminui e as camadas geológicas superiores passam a se apoiar na rocha diminuindo seus vazios.

Os poços quando bem projetados, construídos e monitorados são uma forma segura e econômica de abastecimento. Porém, se construídos e operados de forma inadequada podem ser responsáveis pela má qualidade da água captada e até mesmo pela contaminação de sua fonte. Além disso, pode-se comprometer a vida útil e aumentar a periodicidade da manutenção nos poços, elevando seu custo. Para isso, os projetos de construção de poços devem seguir as recomendações das Normas ABNT NBR 12.212/2017 – Projeto de poço tubular para a captação de água subterrânea e a NBR 12.244/2006 – Construção de poço tubular para captação de água subterrânea.

Segundo Tsutiya, o primeiro passo para realizar um projeto de perfuração de poço profundo é realizar a investigação do terreno. Primeiro é realizada a sondagem preliminar do terreno para conhecer as características das camadas litológicas (tipo de material, granulometria e profundidade) e simultaneamente são realizados furos para medir a permeabilidade, condutividade hidráulica e eletro-resistividade do solo e também coletar amostras de água para análises físico-química e bacteriológica para garantir a qualidade da água para o consumo. A partir da análise do solo é determinado o tipo de sistema de perfuração do poço mais eficiente (rotativa ou percussiva) e é iniciada a perfuração dos poços testes para determinar o nível piezométrico da área em teste e a taxa de infiltração de águas de corpos próximos no momento do bombeamento. E então, com base nos resultados obtidos o poço é dimensionado para atender a demanda desejada e executar o poço definitivo.

Alguns problemas comuns em poços tubulares são o revestimento e a cimentação. O revestimento tem como principal função sustentar as paredes do poço. Este pode estar sujeito a ação de águas erosivas, corrosivas e incrustantes, que podem afetar os pontos de solda na junção de tubos e levar ao colapso ou contaminação da água. A cimentação é requerida sempre que se perfure um poço. Pode ser por necessidade técnica, construtiva ou para proteger o manancial subterrâneo contra futuros problemas de poluição. A falta de cimentação adequada pode ser a principal causadora de poluição dos poços e aquíferos.

Além do correto processo de execução, outros fatores são muito importantes para a vida útil de um poço que são a manutenção, monitoramento e utilização. É importante realizar o monitoramento contínuo para que se determine os momentos de manutenção necessária e para que esta seja feita rapidamente. A utilização deve ser realizada de modo sustentável para que seu uso seja garantido por muitos anos e não prejudique recursos hídricos próximos.

ÁGUAS SUPERFICIAIS

As águas superficiais são consideradas uma das principais fontes de abastecimento de água potável do planeta. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), estima-se que o Brasil possui 12% de toda a reserva hídrica do planeta, com 180.000 km³/s, representando uma disponibilidade hídrica de 47.000m³/habitante/ano, porém toda essa água não está distribuída de maneira uniforme pelo território brasileiro, causando a escassez e a desigualdade de oferta e demanda em algumas regiões.

A fonte de água para o abastecimento é chamada de Manancial, este é constituído por rios, córregos, represas e lagos. A água do manancial deve apresentar quantidade suficiente para atender a demanda sem esgotar os recursos e ter parâmetros mínimos de qualidade física, química e bacteriológica. Por ser superficial, possui grande vulnerabilidade devido principalmente a urbanização e a deficiência no processo de coleta e tratamento de esgotos, o que pode encarecer o processo de tratamento ou até mesmo inviabilizar o uso. Assim, se faz extremamente necessário medidas de controle de mananciais para evitar sua poluição, preferencialmente de caráter preventivo.

A captação é realizada por meio de um conjunto de estruturas e dispositivos alocados junto ao manancial e que devem ser executados de maneira a garantir o abastecimento ininterrupto durante todo o tempo, a qualidade e a quantidade necessária da água distribuída e facilitar o acesso para a operação e manutenção do sistema.

O conjunto de estruturas e dispositivos é chamado de Sistema de Distribuição de Água (SDA). O SDA é formado pelos reservatórios, estações de tratamento (ETA), estações elevatórias (EEA) e rede de distribuição. O sistema

é implantado para funcionar com máxima eficiência hidráulica para obter os níveis de pressão, vazão e qualidade da água satisfatórios.

De acordo com a SABESP, na região metropolitana de São Paulo o sistema de abastecimento é integrado (SIM – Sistema Integrado Metropolitano). Existem 8 grandes complexos responsáveis pela produção de água, são eles: Alto Cotia, Baixo Cotia, Alto Tietê, Cantareira, Guarapiranga, Ribeirão da Estiva, Rio Claro e Rio Grande. De acordo com a SABESP, abastecem 39 municípios, cerca de 20 milhões de habitantes. Nesse tipo de sistema é possível realizar a interligação entre os reservatórios, isso possibilita a continuidade no abastecimento mesmo em situações atípicas.

As redes de distribuição de água (RDA) são compostas por redes primárias, que são as tubulações com maiores diâmetros e são responsáveis por levar a água das ETAs ou unidades de bombeamento até a área a ser abastecida e redes secundárias, que geralmente possuem diâmetros menores e são responsáveis por levar a água das redes primárias até os pontos de abastecimento.

As redes podem ter três tipos de configurações: ramificada, malhada ou mista. As redes malhadas possuem grande flexibilidade operacional, visto que as tubulações formam anéis possibilitando o abastecimento a um ponto por mais de um caminho, diminuindo o número de interrupções durante manutenções ou consertos, além de melhorar a qualidade da água, pois é possível o escoamento da água nos dois sentidos e não há formação de pontas mortas. A rede ramificada apresenta várias pontas secas ou mortas, aumentando a probabilidade de acúmulo de material e estagnação da água, fazendo-se necessário instalações e operação de dispositivos de descarga para garantir a qualidade da água distribuída. A rede mista possui redes malhadas e ramificadas e é o tipo predominante nos sistemas de abastecimento de São Paulo.

O sistema deve ser sempre monitorado pois está sujeito à agentes externos e internos que podem alterar a quantidade e a qualidade da água distribuída como por exemplo, ruptura da infraestrutura, vazamento de conexões e corrosão. Estas podem causar a contaminação da água e incrustações que diminuem a vazão da água.

Os estudos e projetos para implantação de sistemas de distribuição de água devem seguir as recomendações das normas ABNT NBR 12.218 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, NBR 12.211 – Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água – Procedimento e a NBR 12.217 – Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público – Procedimento.

O tratamento das águas superficiais é realizado nas Estações de Tratamento de Água (ETA). No estado de São Paulo são 237 ETAs, sendo a população da região metropolitana atendida por 28 estações e as outras 209 atendem às cidades do litoral e interior.

QUALIDADE DAS ÁGUAS

A qualidade da água é composta por parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos. É monitorada durante todo o processo de construção e utilização do poço ou sistema de abastecimento. Para o monitoramento são realizadas análises não só para garantir a qualidade da água para consumo humano, mas também visando os danos causados ao sistema construtivo.

O ferro (Fe) é o segundo metal mais comum na crosta terrestre, pode ser encontrado de diversas formas químicas na água subterrânea sendo, geralmente, associado ao manganês (Mn) (DANIELA, 2003). O ferro e o manganês são encontrados, frequentemente, em águas subterrâneas por ocorrência natural ou caso esta sofra contaminação por negligência humana, falhas construtivas na vedação de poços, resíduos e efluentes industriais e aterros mal operados que podem contaminar a água dos aquíferos. A ocorrência natural acontece porque a água dissolve estes elementos ao se infiltrar no solo e nas rochas.

A água pode ter ação química erosiva, corrosiva ou incrustante, dependendo de suas características. Água com teor de ferro superior a 2,0 mg/l e de manganês superior a 1,0 mg/l tem maior potencial de incrustamento, o que compromete a eficiência do poço do ponto de vista hidráulico e sanitário. A incrustação interna aumenta a perda de carga e diminui a seção de entrada do poço refletindo diretamente no atendimento à demanda em função da redução da vazão e pelo aumento da cor acima dos padrões permitidos e mudança no sabor, além de aumentar a periodicidade das manutenções elevando o custo de operação.

Os poços geralmente possuem água com pH e oxigênio em níveis baixos, assim a água confinada que contém ferro e manganês tende a ser translúcida pois os elementos se encontram na forma dissolvida, porém quando exposta ao ar, o ferro e o manganês reagem com o oxigênio, se oxidando e se tornam substâncias coloridas e se tornam materiais suspensos. O ferro apresenta cor marrom avermelhada e o manganês cor negra.

A qualidade da água superficial pode variar de acordo com as chuvas, as descargas que recebe e as mudanças sazonais. As bacias hidrográficas próximas de áreas urbanas ou áreas com atividade agrícola intensa tem maior possibilidade de contaminação por efluentes industriais e domésticos e de produtos como pesticidas, agrotóxicos e fertilizantes.

Os parâmetros que devem ser observados na água superficial são os coliformes, cloro residual, turbidez, cor aparente, bactérias heterotróficas, ferro total, manganês, alumínio, nitrogênio total, fósforo total, potencial hidrogeniônico (pH) e demanda química de oxigênio (DBO). Estes podem ser provenientes de contaminação por efluentes industriais e domésticos ou de ocorrência natural devido às características do meio em que a água se encontra.

Devido ao contato com o ar e à presença de algas que realizam fotossíntese e liberam O₂, os níveis de oxigênio dissolvido na água superficial são altos. Essas condições da camada superior são aeróbicas e, consequentemente, os organismos existem ali em suas formas mais oxidadas: o carbono como CO₂, o nitrogênio como NO₃ - e o ferro como Fe (OH)₃ insolúvel (DANIELA, 2003).

A qualidade da água superficial é importante não só para a prevenção de doenças mas também para a manutenção da vida aquática. Deve ser monitorada ainda na represa para que possam ser tomadas medidas preventivas e/ou corretivas.

TRATAMENTO DAS ÁGUAS

As águas superficiais e subterrâneas precisam de tratamento e controle sanitário para melhorar suas características físicas, químicas, organolépticas e bacteriológicas. Para isso são realizados processos de cloração, filtração e fluoretação.

O cloro possui alta reatividade e por isso é utilizado para desinfecção e oxidação no processo de tratamento da água. O processo consiste em utilizar produtos químicos a base de cloro para inativar os microrganismos e oxidar substâncias orgânicas e inorgânicas, como por exemplo, ferro e manganês. Os principais produtos à base de cloro utilizados para realizar a desinfecção são: cloro gasoso, cal clorada, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio.

O produto que contém cloro, reage com a água formando o ácido hipocloroso (HOCl) que é o agente desinfetante. Dependendo do pH da água, o ácido hipocloroso se dissocia formando o íon hipoclorito (OCl⁻), que é um desinfetante menos eficaz que o ácido hipocloroso. Água com pH ácido (menor que 7) tem maior formação de ácido hipocloroso, enquanto água com pH alcalino (maior que 7) tem maior formação de íon hipoclorito, assim o processo deve ser feito em água com pH ácido, o que geralmente não é problema em águas subterrâneas, já que normalmente apresentam pH baixo.

Para a remoção de ferro e manganês são utilizados os processos de suspensão e filtração associados ao uso de oxidantes como o cloro. Em conjunto ao agente oxidante pode ser utilizado o ortopolifosfato, que solubiliza os metais e os mantém em suspensão, impedindo a incrustação e agindo também como inibidor de corrosão formando uma camada protetora nas paredes da tubulação. A filtração pode ser realizada com meio filtrante a base de zeólitos, que são produtos naturais compostos por minerais de alumínio silicatos hidratados.

Além de atuar como inibidor de corrosão e auxiliar na suspensão dos metais presentes na água, o ortopolifosfato também atua como inibidor de reações secundárias. Estas reações ocorrem porque os componentes químicos da água que saem do tratamento, mesmo dentro dos parâmetros de potabilidade, podem reagir com o novo ambiente e a precipitação de certos compostos pode ocorrer, podendo estes componentes precipitados ter reações corrosivas ou incrustantes (WEIGERT, 1997).

Na etapa de fluoretação é utilizado o ácido fluossilícico (H_2SiF_6), um composto líquido que é o mais utilizado, pois devido a forma líquida facilita a aplicação e o controle das dosagens. O fluoreto é adicionado na água de abastecimento público para ajudar na prevenção de cárie dentária, tornando os dentes mais resistentes à ação de bactérias.

OUTORGAS E REGULAMENTAÇÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA

Para a utilização de águas subterrâneas e superficiais para fins de captação para processos industriais, irrigação, lançamento de efluentes, construção de barragens, canalização de rios, execução de poços profundos, etc., é necessário solicitar uma outorga (licença ou autorização) ao Poder Público. A outorga de direito de uso ou interferência de recursos hídricos determina tempo, finalidade e condições de exploração.

No Estado de São Paulo cabe ao gestor de recursos hídricos, DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), o poder de concessão das outorgas através do Decreto 41.258, de 31/10/96, de acordo com o artigo 7º das disposições transitórias da Lei 7.663/91.

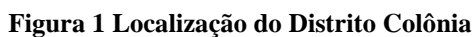
A avaliação da qualidade da água deve ser feita verificando os indicadores de contaminação causada por esgotos domésticos e substâncias tóxicas como metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos, protozoários patogênicos e substâncias com propriedades organolépticas como ferro e manganês por exemplo.

Existe a presença de diversos elementos químicos no corpo humano e estes são essenciais para o bom funcionamento do organismo. A ausência ou excesso desses elementos podem gerar um funcionamento inadequado do organismo, gerar doenças ou até mesmo levar a morte. O ferro, por exemplo, atua na formação da hemoglobina, cuja principal função é transportar o oxigênio dos pulmões para os demais tecidos do corpo humano, porém sua carência pode causar anemia e seu excesso pode aumentar a incidência de problemas cardíacos e diabetes. As concentrações de ferro encontradas na água geralmente não representam perigo do ponto de vista toxicológico, mas sim do ponto de vista organoléptico. O acúmulo de ferro no fígado, no pâncreas e no coração pode levar a cirrose e tumores hepáticos, diabetes mellitus e insuficiência cardíaca, respectivamente (MAHAN, 2000). Além disso altas concentrações de ferro e manganês podem ter o inconveniente de causar manchas em louças e tecidos.

Os padrões de qualidade da água são definidos pela Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX do Ministério da Saúde, ela define o limite máximo dos elementos presentes na água para que não tenha riscos à saúde. O número de amostras e a frequência com que devem ser feitas são definidos na portaria nº1469/MS e o monitoramento da qualidade da água em São Paulo é realizado pela CETESB.

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA – ESTUDO DE CASO

A área em estudo localiza-se no setor Colônia, no extremo sul da cidade de São Paulo no distrito rural de Parelheiros e possui, atualmente, 5600 ligações de água.



ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

Profundidade (m)	Descrição Litológica	
0 -4	Solo marrom, acizentado argiloso, plástico.	6m/14"
4-9	Rocha alterada muito quartzosa, pouco micacea.	
9-19	Gnaise de granulação fina, pouco alterada, apresentando foliação intensa. Bandamento definido por minerais máficos e felsicos. Composto por quartzo, feldspato e mica.	27,5m/10"
14-24	Rocha pouco mais alterada de coloração amarelo-esverdeada de granulação média e grossa com muita mica.	62m/10"
24-36	Gnaise com foliação acentuada, tendendo a xisto, apresentando porções com cristais de muscovita bem desenvolvidos.	
36-88	Gnaise muito foliado de granulação média.	
88-130	Gnaise contendo muita mica (pouca biotita) muito duro.	130m/8"

Figura 3 Perfil litológico do poço Colônia

O poço possui 130 metros de profundidade e tem vazão máxima de 134,60 m³/h, porém a vazão máxima outorgada para o poço colônia foi de 80m³/h durante 17 horas por dia.

A SABESP utiliza o filtro de zeólito para realizar a remoção de Ferro e Manganês após oxidação com o hipoclorito de sódio. O sistema de filtração teve um investimento inicial de R\$500.000 e a limpeza do filtro é realizada com retrolavagens.

O custo com material para tratamento e energia elétrica para a operação do poço perfazem o valor de R\$ 132.806,87 por ano para tratar de 189.486m³/ano de água.

No ano de 2017, o sistema de filtração do poço Colônia começou a apresentar falhas, perdendo sua eficiência. Imediatamente ao perceber que os números mostravam projeções preocupantes, foi acionado um plano de estudo que buscou alternativas de abastecimento. Devido à proximidade do setor Parelheiros já pertencente ao Sistema Integrado Metropolitano e à capacidade de atendimento ao setor Colônia, a solução adotada foi a desativação do poço e a integração ao Sistema Integrado Metropolitano (SIM) com o abastecimento sendo realizado através do reservatório de Parelheiros e o tratamento da água pela Estação de Tratamento de Água Alto da Boa Vista (ETA ABV).

A ETA ABV tem capacidade de tratar 444 milhões de m³/ano de água com um custo de material para tratamento e energia elétrica de R\$ 27.500.000,00 por ano.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos com os ensaios de qualidade da água no Poço Colônia antes e depois da desativação em novembro de 2017 são apresentados na Tabela 1 e 2.

Tabela 1. Ensaio de qualidade da água do Poço Colônia

Valores Máximos Permitidos - Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde				0,2 a 2,5 mg/L	5 NTU	15 CU	Ausente	Ausente		0,30 mg/L	0,30 mg/L	0,10 mg/L
Data	Hora	ENDERECO	Amostra	Cloro Residual Livre mg/L	Turbidez NTU	Cor Aparente CU	Coliformes Total em 100 mL	Escherichia coli em 100 mL	pH	Ferro Total mg/L	Ferro Total mg/L	Manganês Total mg/L
08/05/2017	10:36	COLÔNIA R Noel Nutels nº s/n	11919/2017	2,05	3,31	28	Ausente	Ausente	7,1	24,7	1,44	0,14
08/06/2017	11:38	COLÔNIA R Noel Nutels nº s/n	14587/2017	1,99	4,88	18	Ausente	Ausente	7,1	24,5		
06/07/2017	11:26	COLÔNIA R Noel Nutels nº s/n	16962/2017	1,86	4,9	25	Ausente	Ausente	7,1			
03/08/2017	11:41	COLÔNIA R Noel Nutels nº s/n	19493/2017	1,82	3,57	28	Ausente	Ausente	7			
28/08/2017	11:40	COLÔNIA R Noel Nutels nº s/n	21332/2017	2,05					6,9		1,3	0,13
11/09/2017	11:19	COLÔNIA R Noel Nutels nº s/n	22221/2017	1,92	2,69	23	Ausente	Ausente	7,1		1,14	0,14
03/10/2017	10:17	COLÔNIA R Noel Nutels nº s/n	24442/2017	1,52	5,42	19	Ausente	Ausente	7,2	22,1		
07/11/2017	13:29	COLÔNIA R Noel Nutels nº s/n	26962/2017	1,15	4,12	27	Ausente	Ausente	7			

Tabela 2. Ensaio de qualidade da água na rede de distribuição após a desativação do Poço Colônia

Data	Hora	ENDERECO	Amostra	Cloro Residual Livre mg/L	Turbidez NTU	Cor Aparente CU	Coliformes Total em 100 mL	Escherichia coli em 100 mL	Bactérias Heterotróficas UFC	Ferro Total mg/L	Manganês Total mg/L	Alumínio mg/L	Fluoreto
23/11/2017	12:09	R Eduardo Collier Filho nº 64	26996/2017	0,28	0,33		Ausente	Ausente					
13/11/2017	11:25	R Luis Inacio Maranhao Filho nº 19	27460/2017	0,45	0,46	< 5	Ausente	Ausente					
13/11/2017	11:32	R Helenira Rezende de S Nazareth nº 33	27461/2017	0,58	1,07	< 5	Ausente	Ausente					
16/11/2017	10:26	R Eduardo Collier Filho nº 64	27822/2017	0,97	0,26	< 5	Ausente	Ausente					
20/11/2017	13:10	R Issami Nakamura Okano nº 02	28125/2017	0,59	1,18		Ausente	Ausente					
20/11/2017	13:06	R Joao Massena Melo nº 01	28126/2017	0,41	0,31		Ausente	Ausente					
29/11/2017	11:28	R Eduardo Collier Filho nº 64	28646/2017	0,23	1,49		Ausente	Ausente					

Para o monitoramento da qualidade da água é utilizado o Índice de Conformidade da Água Distribuída (ICAD), que é obtido através de amostras que analisam, por exemplo, níveis de elementos químicos, cor aparente, turbidez, coliformes totais, etc. No mês de outubro de 2017 foram realizadas 113 análises para verificar a qualidade da água no Poço. O resultado obtido do ICAD se mostrou abaixo da meta de 99% de conformidade esperada para o referente mês.

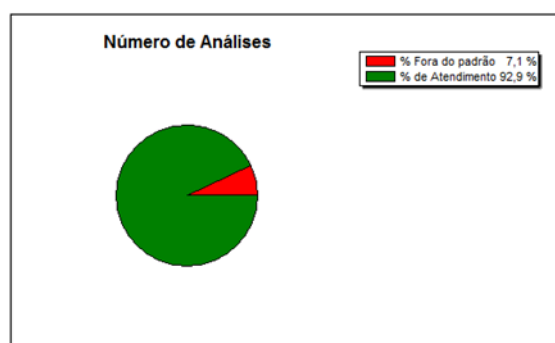


Figura 4 ICAD - Outubro 2017

Já no mês de novembro, após a desativação do poço, as 105 análises da água do sistema integrado do reservatório Parelheiros realizadas apresentaram ICAD com 100% de conformidade.

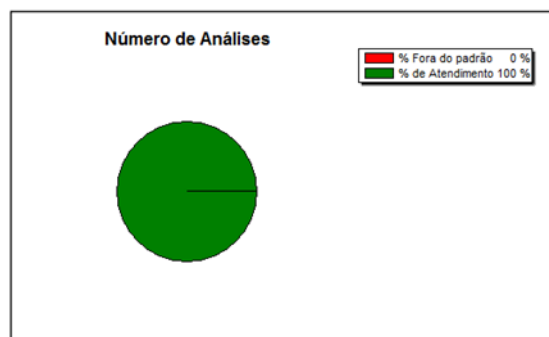


Figura 5 ICAD - Novembro 2017

Conforme observado nas Figuras 4 e 5, houve significativa melhoria na qualidade da água imediatamente após a desativação do poço Colônia. A integração no sistema integrado reduziu os índices de ferro, manganês e cor aparente da água, atendendo a demanda da região e preservando a saúde da população atendida.

Além disso, analisando o custo de operação da ETA ABV com o custo de operação do poço Colônia, obteve-se uma economia de R\$ 121.070,69 por ano para a companhia.

CONCLUSÕES

As ações conjuntas da desativação do poço colônia e a interligação no Sistema Integrado Metropolitano mostraram-se eficazes do ponto de vista da qualidade de atendimento à população e do ponto de vista financeiro. O problema na qualidade da água no setor de abastecimento Colônia foi resolvido, atendendo aos requisitos do Ministério da Saúde e, o mais importante, evitando problemas de saúde causados pelo consumo contínuo desses elementos para a população e proporcionando economia financeira significativa para a companhia.

No caso estudado a decisão de desativar o poço foi devida às condições do poço e à proximidade à região do Setor de abastecimento Parelheiros, pertencente ao SIM. Para casos que não houver rede integrada próxima, a manutenção do poço e a revisão do tipo de tratamento utilizado podem ser alternativas para a resolução do problema.

O poço colônia foi lacrado e totalmente desativado conforme a instrução técnica DPO nº 006.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TSUTIYA, MILTON TOMOYUKI. Abastecimento de água. 2ª Edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005, 643p.
2. BERTOLO, R; HIRATA, R; CONCELLI, B; SIMONATO, M; PINHATI, A; FERNANDES, A; Água subterrânea para abastecimento público na Região Metropolitana de São Paulo: é possível utilizá-la em larga escala? Revista DAE, v. 63, p. 6-17, 2015.
3. Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo, coordenação geral Gerônimo Rocha. – DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica. IG – Instituto Geológico. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. CRPM Serviço Geológico do Brasil, 2005
4. RICHTER, C.A; NETO J. M. A. Tratamento de Água, tecnologia atualizada. Ed. Edgard Blucher. 1991
5. CRPM. Companhia de pesquisa de Recursos Minerais, Hidrogeologia: conceitos e aplicações/ Coordenadores: Feitosa F. A. C. & Filho, J. M. Fortaleza: CRPM, LABHID-UFPE, 1997.
6. MAHAN, B. M. Química: um curso universitário. 4 Ed, São Paulo: Ed Blucher, 2000.
7. OLIVEIRA, Daniela Alves; SCHMIDT, Gilda; FREITAS, Diogo Macedo; Avaliação do teor de ferro em águas subterrâneas de alguns poços tubulares, no plano direto de Palmas –TO. 2003

8. PRIANTI JUNIOR, N.G., AROUCA, J.; LACAVA, P.M. Redução de ferro e manganês na água: solução para o consumidor. Revista Meio Filtrante. Ano1, nº3. Out/nov/dez/2003.p.8-9.
9. Qualidade das Águas doces no Estado de São Paulo 2016 – Apêndice E – Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. São Paulo, 2017. Disponível em <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: mar. 2018
10. WILMAR WEIGERT, CARLOS ANTONIO RATTMANN. (Utilização de orto-polifosfato no tratamento de água para eliminação de água suja (água vermelha). 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Ano: 1997. p. 1491-1501.
11. Portal ABAS. ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Disponível em: <<http://www.abas.org>>. Acesso em fev. 2018.
12. Outorgas. Portal do Departamento de Águas e Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&id=68:outorga>. Acesso em: fev. 2018.
13. RUBIM, CRISTIANE, A beleza do tratamento da água. Revista TAE – Especializada em tratamento de água e efluentes. Edição Nº 8 - agosto/setembro de 2012 - Ano II. Disponível em: <<http://www.revistatae.com.br/4579-noticias>>. Acesso em: Fev. 2018.
14. PINTO, CARLOS DE SOUSA. Curso básico de mecânica dos solos em 16 aulas. 3ª Edição. São Paulo: Oficina de textos, 2006.
15. JOSÉ MORENO, NIZAR QBAR, REGINA MEI ONOFRE, ROSEANE Mª GARCIA LOPES DE SOUZA. Manual de controle da qualidade e operação do sistema de abastecimento de água. 1ª Edição. São Paulo, 2012. AESABESP – Associação dos Engenheiros SABESP.
16. Tratamento de água em Estações de Tratamento SABESP. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47>>. Acesso em: mar. 2018.
17. Portal da Qualidade das Águas: Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA). ANA- Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: mar. 2018.
18. PICANÇO, F. E.; LOPES, E. C. & SOUZA, E. L. Fatores responsáveis pela ocorrência de ferro em Águas subterrâneas da região metropolitana de Belém/PA. São Paulo: ABAS, 1988.
19. ARNALDO AUGUSTO SETTI, JORGE ENOCH FURQUIM WERNECK LIMA, ADRIANA GORETTI DE MIRANDA CHAVES, ISABELLA DE CASTRO PEREIRA. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. 2ª ed. – Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 207 p.