

I-050 - CONTAMINAÇÃO POR FERRO EM POÇO ARTESIANO-SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE ABASTECIMENTO NO BAIRRO COLÔNIA

Henrique dos Santos de Oliveira⁽¹⁾

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⁽²⁾

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⁽³⁾

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) 5660-5025 – e-mail: hsoliveira@sabesp.com.br

Endereço⁽²⁾: 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⁽³⁾: Avenida Interlagos, 6935 – Interlagos – São Paulo – SP – CEP: 04777-001 – Brasil – Tel.: (11) 5660-5024 – e-mail: richard@sabesp.com.br

RESUMO

Os poços tubulares profundos são cada vez mais utilizados como forma de abastecimento ou complemento em situações atípicas. A água subterrânea pode apresentar contaminações por agentes externos, quando há má operação e execução, ou por razões intrínsecas à sua formação geológica. A água pode apresentar níveis de compostos químicos, como Ferro (Fe) e Manganês (Mg) por exemplo, acima do estabelecido pelo Ministério da Saúde. Estes compostos podem não apresentar perigo do ponto de vista toxicológico, mas sim organoléptico e estético (louças manchadas e água avermelhada) para a população, além de problemas operacionais para a Companhia (ex.: incrustações, corrosão). 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. As análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas logo após a desativação do poço apresentaram 100% das amostras em conformidade com os parâmetros necessários, comprovando a eficácia da solução adotada.

PALAVRAS-CHAVE: Poço tubular profundo.

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 *et al.*, 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.

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é relatar a solução encontrada para o caso do Poço Colônia e através de ensaios realizados comprovar a eficácia da solução.

METODOLOGIA

O ferro (Fe) é o segundo metal mais comum na crosta terrestre e é encontrado, frequentemente, em águas subterrâneas caso esta sofra contaminação por outras águas por negligência humana, por falhas construtivas na vedação de poços ou por ocorrência natural, quando captadas em terrenos antigos e aluviões (RICHTER E NETO, 1991). O ferro pode ser encontrado de diversas formas químicas na água subterrânea sendo, geralmente, associado ao manganês (Mn) (DANIELA, 2003).

Na construção de poços profundos, a vida útil do poço depende em grande parte das características do revestimento e dos filtros. A água ao passar pelo filtro 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.

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).

Os poços quando bem projetados, construídos e monitorados podem ser 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. Alguns problemas comuns são o revestimento e a cimentação. O revestimento tem principal função de sustentar as paredes do poço. Podendo estar sujeito a ação de águas erosivas, corrosivas e incrustantes, que podem afetar os pontos de solda na junção de tubos. A cimentação é essencial para proteger o manancial subterrâneo contra futuros problemas de poluição e a falta de cimentação adequada pode ser a principal causadora de poluição dos poços e aquíferos.

Para garantir as condições necessárias da água para o consumo humano, devem ser seguidas normas desde o momento do projeto do poço até durante sua operação. O órgão que concede a licença de perfuração e a outorga de uso é o DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), todo o processo é realizado de acordo com a portaria DAEE Nº 1.630 e a Instrução Técnica DPO nº 08. O projeto do poço profundo deve seguir as

recomendações das Normas ABNT NBR 12.212/1992 – Projeto de poço para a captação de água subterrânea e a NBR 12.244/1992 – Construção de poço para captação de água subterrânea. Quanto à qualidade da água os padrões de qualidade são definidos pela portaria nº 2914/11 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.

Os processos para retirar o ferro da água incluem aeração e filtração ou aeração seguida de coagulação, decantação e filtração. O processo de aeração consiste em colocar a água em contato com o ar para transferir substâncias solúveis do ar para a água, aumentando seus teores de oxigênio e nitrogênio permitindo a remoção de substâncias voláteis da água e proporcionar a oxidação e precipitação do ferro e manganês. Na filtração a remoção dos elementos precipitados, coagulados ou decantados ocorre pela passagem da água em um meio filtrante, granular poroso, geralmente constituído de camadas de pedregulho, areia e antracito. Em caso de água ácida, para a efetiva remoção do ferro deve ser adicionada uma base para a alcalinização antes do processo de filtração. Outro processo para remoção do ferro e manganês é o processo de filtração por meio filtrante a base de zeólitos naturais e sintéticos ativados, onde a remoção se dá pelo processo de adsorção e oxidação (Priant Jr., et al, 2003).

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.



Figura 1: Localização do Distrito Colônia.

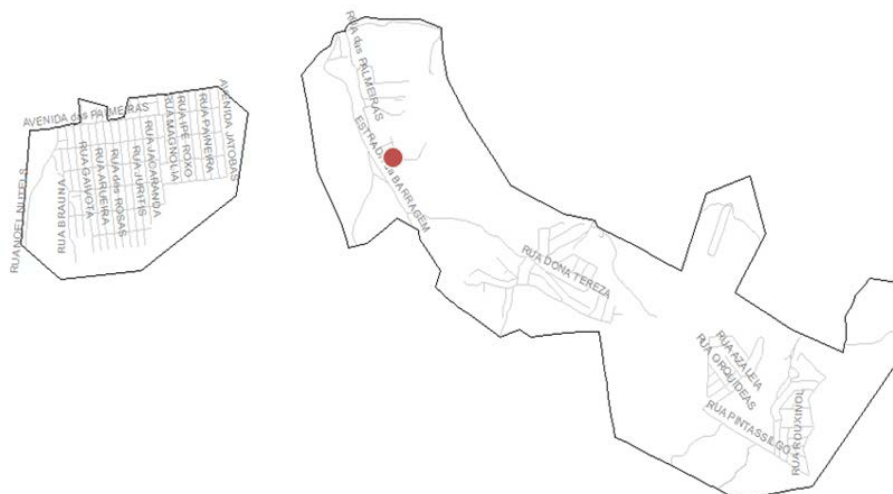


Figura 2: Localização do Poço Colônia.

O poço colônia pertence ao Aquífero São Paulo, do tipo fissurado e foi perfurado em 1988. O poço Colônia possui o seguinte perfil litológico:

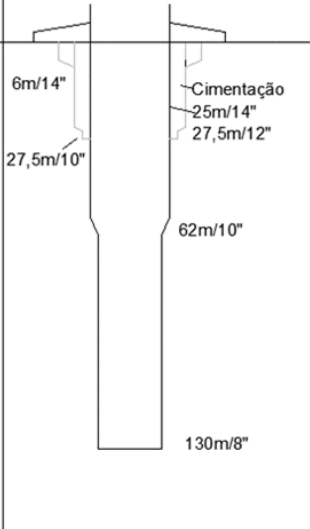
Profundidade (m)	Descrição Litológica	
0 -4	Solo marrom, acizentado arigoloso, plástico.	
4-9	Rocha alterada muito quartzosa, pouco micacea.	
9-19	Gnaise de granulação fina, pouco alterada, apresentando foliação intensa. Bandamento definido por minerais máficos e felsícos. Composto por quartzo, feldspato e mica.	
14-24	Rocha pouco mais alterada de coloração amarelo-esverdeada de granulação média e grossa com muita mica.	
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.	

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.

Para realizar a remoção de Ferro e Manganês é utilizado filtro de zeólito 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. 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.

Conforme observado no Gráfico 1, houve significativa melhoria na qualidade da água imediatamente após a desativação do poço Colônia no mês de novembro de 2017. 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\$291.278,40 por ano para a companhia.

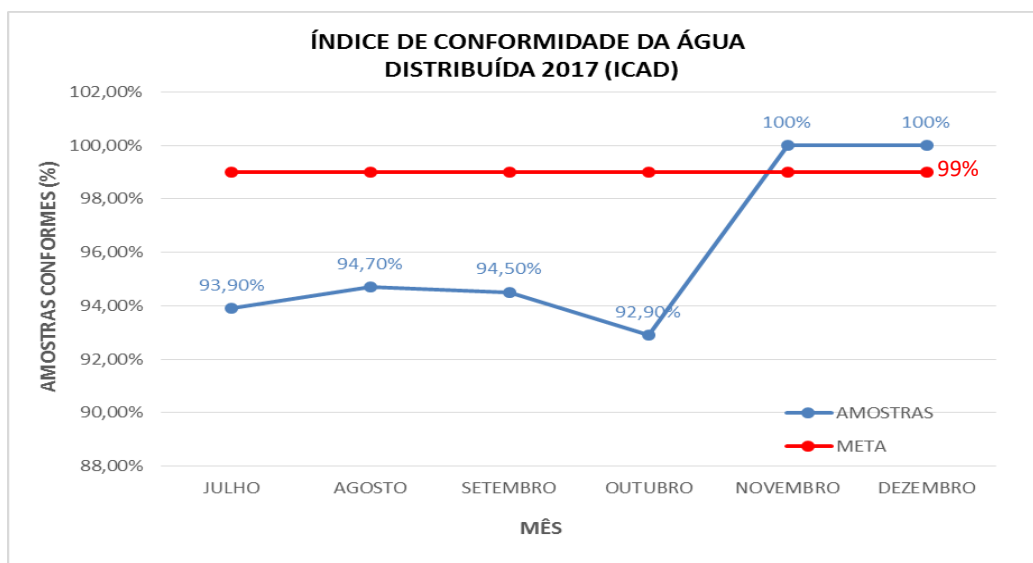


Gráfico 1: Evolução do ICAD 2017.

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 foi lacrado conforme instrução técnica DPO nº 10 e a NBR 12.244/2006 e segue como alternativa em caso de emergência hídrica.

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. 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
3. RICHTER, C.A; NETO J. M. A. Tratamento de Água, tecnologia atualizada. Ed. Edgard Blucher. 1991
4. CRPM. Companhia de pesquisa de Recursos Minerais, Hidrogeologia: conceitos e aplicações/ Coordenadores: Feitosa F. A. C. & Filho, J. M. Fortaleza: CRPM, LABHID-UFPE, 1997.
5. MAHAN, B. M. Química: um curso universitário. 4 Ed, São Paulo: Ed Blucher, 2000.
6. 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
7. 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.

8. ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos / Arnaldo Augusto Setti, Jorge Enoch Furquim Werneck Lima, Adriana Goretti de Miranda Chaves, Isabella de Castro Pereira. 2ª ed. – Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 207 p.: il. ; 23 cm.
9. PIKANÇO, F. E.; LOPES, E. C. & SOUZA, E. L. Fatores responsáveis pela ocorrência de ferro em
10. Águas subterrâneas da região metropolitana de Belém/PA. São Paulo: ABAS, 1988.