

I-154 - SISTEMA SIMPLIFICADO DE REMOÇÃO DE FERRO EM ÁGUA SUBTERRÂNEA

Laura Stefany Da Silva Rodrigues ⁽¹⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Técnica em Edificações pela E.E.E.P. Presidente Roosevelt.

Germário Marcos Araújo ⁽²⁾

Doutor em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental-UFC. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Contorno Oeste, 14, apartamento 22 C – Araturi- Caucaia - CE - CEP: 61655-020 - Brasil - Tel: (85)3011-1972 - e-mail: laura.stefanysr@hotmail.com

RESUMO

Á água é hoje uma das substâncias naturais mais preciosas e escassas da humanidade. No semiárido brasileiro, predomina o embasamento cristalino, com poços apresentando qualidade comprometida por sais, e por vezes, ferro e manganês. Os tratamentos destas águas podem permitir a utilização para diversos fins. O objetivo deste trabalho foi analisar as amostras de água de um poço antes e depois de sua passagem pelo sistema de filtração, verificando sua eficiência na remoção de ferro e a potabilidade desta água de acordo com a legislação em vigor. As análises ocorreram durante dois períodos, totalizando duas coletas. Foram realizadas análises físico-químicas durante esse período. Os valores obtidos através das análises físico-químicas após a passagem pelo sistema de filtração resultaram em pH 6,5 e 6,93, Turbidez 0,88 UNT e 0,22 UNT, Dureza Total 217,8 mg/L e 264mg/L, todos de acordo com o padrão de potabilidade, exceto sólidos totais dissolvidos. Este trabalho mostrou que o sistema de filtração simplificado foi eficaz na remoção de ferro e na melhoria de padrões estabelecidos.

PALAVRAS-CHAVE: Turbidez, Tratamento de Água, Embasamento Cristalino.

INTRODUÇÃO

A água é uma substância natural encontrada no planeta de grande importância para a natureza e para os seres humanos, mas mal distribuída sobre a superfície terrestre. Segundo a Agência Nacional das Águas – ANA estima-se que 97,5% da água existente no planeta são salgadas e somente 2,5% representa água doce, mas apenas 1% dessa água doce pode ser encontrada nos rios, onde o cuidado para com esse deve ser bem maior para que não seja prejudicado. Contudo o que podemos observar são corpos hídricos cada vez mais propícios a contaminação, de modo que com o aumento populacional, os esgotos domésticos e/ou industriais lançados nos corpos hídricos compromete a sua qualidade.

O consumo de água de boa qualidade está diretamente ligado ao bem-estar e a saúde de uma população. Segundo estudos da Organização das Nações Unidas – ONU (Agenda, 21, 1992) 80 % das doenças e mais de um terço das mortes em países em desenvolvimento estão relacionados ao consumo de água contaminada. O estudo de qualidade de água em uma região se dá na importância de caracterizá-las quanto à potabilidade e assim poder direcionar aos seus respectivos usos, seja ele doméstico, industrial e agropecuário. (VIRÍSSIMO, 2000).

Uma forma de utilização deste recurso natural com maior índice de qualidade é através das águas subterrâneas, uma das formas mais acessíveis e propícia ao consumo humano depois das águas superficiais. Podendo ser captada no próprio terreno do condomínio residencial, da indústria ou do perímetro irrigado. Assim, o seu uso para abastecimento humano torna-se mais barato, se comparando com a captação e tratamento das águas de um rio ou de outro manancial de superfície (REBOUÇAS, 2001).

A água subterrânea por sua vez já é bastante utilizada na agricultura, e bem comum nas regiões rurais, utilizada no abastecimento e auxilia no crescimento sócio econômico. No nordeste brasileiro é comum sua utilização

devido ao cenário de seca já existente na região, em certas regiões a água subterrânea é o único meio de abastecimento.

Segundo a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos- COGERH a bacia sedimentar do Araripe, porção sul, na divisa com os estados de Pernambuco e Piauí possui a maior reserva de água subterrânea do estado do Ceará. Apresenta uma área de aproximadamente 11.000Km². Já na chapada do Apodi, porção leste do estado, na divisa com o Rio Grande do Norte está localizada a segunda maior reserva.

Segundo Ribeiro (2012), o estado do Ceará tem a segunda maior base de dados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, sendo nele registrados 20.871poços, incluindo poços tubulares, naturais e amazonas.

Á água subterrânea é uma das formas mais rápida e bem comum para solucionar o problema da escassez, mas não menos propicia a contaminações. Na sua própria formação pode ocorrer que a água contenha algumas substancias em excesso por conta da formação geológica da região. Esse tipo de formação (rochosa) apresenta diversos recursos minerais (metálicos e não metálicos), por exemplo: granito, diorito, quartzo, ardósia, magnesita, amianto, feldspato, minério de ferro, ouro, cobre, manganês, chumbo, bauxita, estanho, cromo, cobalto e níquel

O estudo objetivou avaliar a remoção de ferro através de um sistema simplificado de tratamento, utilizando de um sistema de filtragem simplificado de baixo custo e fácil acesso a população. Foi avaliado a qualidade físico-química da água coletada antes e depois do processo de filtração simplificado e comparado com os parâmetros estabelecidos na Portaria de Consolidação nº5 do Ministério da Saúde, verificando a eficiência do sistema de filtração na remoção de ferro.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em um sitio localizado na zona rural de Limoeiro do Norte estado do Ceará. A água do poço que pertence ao sitio foi utilizada na presente pesquisa por apresentar um elevado teor na concentração de ferro. O sistema de filtração foi instalado nas propriedades do sitio. Já as análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental (LSA), localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Fortaleza, no bloco da construção civil (BCC).

Para a coleta foram utilizados: quatro frascos de vidro com capacidade para armazenamento de 1L cada, em dois frascos foram utilizados 10 ml de ácido sulfúrico para a conservação das amostras. As análises das amostras foram realizadas antes e depois de passarem pelo processo de filtração para que fosse observada a discrepância entre os resultados.

A pesquisa foi desenvolvida entre os meses de novembro de 2017 a abril de 2018, durante esse período foram realizadas:

- Duas coletas da amostra;
- Análises das amostras antes e depois do tratamento.

A tabela apresenta os parâmetros utilizados nas análises da pesquisa.

Tabela 1 – Parâmetros analisados na pesquisa

Parâmetros analisados	Unidade	Métodos utilizados
pH	---	Método Eletrométrico
Turbidez	NTU	Nefelométrico
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	Secagem a 180 °C.
Dureza total	Até 500 mg/L	Titulométrico do EDTA
Ferro total	mg/L Fe	Método da 1,10 fenantrolina

As coletas foram realizadas em duas etapas ocorridas no período de novembro de 2017 e abril de 2018, as coletas foram armazenadas em frascos de vidro com capacidade de armazenar 1L (Figura 1).



Figura 1 – Frascos de armazenamento das amostras

Após as coletas, as amostras foram acondicionadas em ambiente refrigerado e transportadas até o Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE Campus Fortaleza, onde foram realizadas as análises no Laboratório de Saneamento Ambiental (LSA).

DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema de filtração da pesquisa é composto por um sistema de bombeamento (Figura 2) onde a água é retirada do poço e direcionada a primeira caixa d'água com capacidade de armazenar 1000L de água.



Figura 2 – Sistema de bombeamento.

Na primeira caixa d'água está presente o leito filtrante composto por: brita grossa, brita fina, tela de nylon, areia grossa e areia fina, formando uma camada total de 30 cm, onde ocorre o tratamento da água. Conforme ilustrado na figura 3.

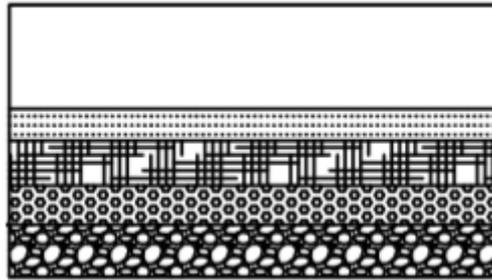


Figura 3 – Ilustração do leito filtrante

Após a passagem pelo filtro a água filtrada é direcionada a segunda caixa d'água (Figura 4) que possui a mesma capacidade de armazenamento da primeira, onde a água é acumulada para distribuição. Ressalta-se que o uso principal da água é a irrigação, sendo o sistema automatizado.



Figura 4 – Sistema de filtração

RESULTADOS

Através das análises de diversos parâmetros como físico-químicos pode ser representado as características de qualidade da água. Para que seja considerada potável se faz necessário que seus parâmetros estejam de acordo com as faixas e limites estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº5, do Ministério da Saúde.

A tabela 2 apresenta os resultados dos parâmetros avaliados neste estudo no período do monitoramento.

Tabela 2 - Amostra da água do poço antes e depois do tratamento.

RESULTADOS								
*: concentração acima dos limites referenciais								
<i>Parâmetros analisados</i>	<i>Unidade</i>	<i>Limites Referenciais</i>	<i>1ª Amostra</i>		<i>Eficiência</i>	<i>2ª Amostra</i>		<i>Eficiência</i>
			<i>Antes</i>	<i>Depois</i>		<i>Antes</i>	<i>Depois</i>	
pH	-	De 6,0 a 9,5	5 *	6,50	-	5,30*	6,93	-
Turbidez	NTU	Até 5,0	1,03	0,88	14,5 %	1,09	0,22	79,8 %
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	Até 1.000	1725*	1765*	2,31%	1300*	1228*	5,53%
Dureza total	mg/L CaCO ₃	Até 500	242	217,8	10,33%	268,40	264	16,3%
Ferro total	mg/L Fe	Até 0,30	14*	0,015	99%	3,20*	0,031	99%

Percebeu-se nas células em destaque que a água apresentou concentrações fora dos padrões de potabilidade segundo a Portaria de Consolidação nº5, do Ministério da Saúde. Após o tratamento observou-se uma redução nos valores de turbidez, dureza e ferro total, com elevação nos teores de pH e sólidos totais dissolvidos, este último na 1ª e 2ª coleta.

pH e Turbidez

Na figura 5 a seguir pode-se observar o comportamento dos parâmetros pH e Turbidez. Nota-se uma pequena elevação no valor do pH que pode estar relacionado com a oxigenação ocorrida na água quando adentra a caixa d'água, um outro fator que pode ter contribuído para elevação do pH é o contato da água com o meio filtrante o que pode influenciar no aumento do valor deste parâmetro. A portaria de Consolidação nº 5 estabelece uma faixa de 6,0 a 9,5, sendo que os resultados para este parâmetro são atendidas após o sistema de tratamento.

Segundo a literatura (VEIGA, 2006) a faixa de pH para as águas subterrâneas pode variar 5,5 - 8,5. Mesmo o valor do pH elevado ele não ultrapassa os limites permitidos segundo os padrões estabelecido como podemos observar na figura 5.

Com relação à turbidez percebe-se uma boa eficiência de remoção, com percentuais de 14,5 e 79,8 % respectivamente, atendendo a portaria de Consolidação nº 5 para consumo humano. Os limites de turbidez aceito segundo a portaria até 5,0 NTU.

As remoções de turbidez obtidas mostram que o sistema apresenta condições satisfatórias de filtração. A maior turbidez inicial está associada a passagem do ferro Fe²⁺ para Fe³⁺.

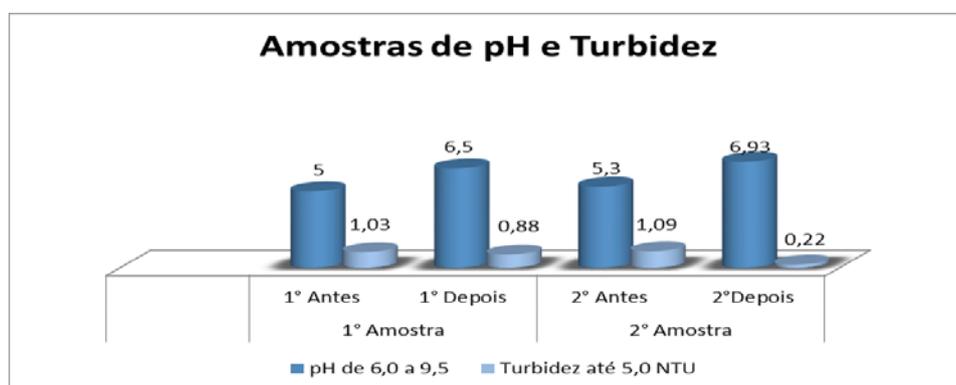


Figura 5 – Análises dos parâmetros pH e Turbidez.

Os sólidos totais dissolvidos (Figura 6) na primeira e segunda amostra apresentaram valores elevados, mostrando que a remoção não foi eficiente ficando assim, acima do limite permitido de 1.000 mg/L pela legislação em vigor. Por se tratar de sólidos dissolvidos, percebe-se que o sistema se mostra eficiente no tocante aos sólidos em suspensão, comprovado nos valores de turbidez, mas não eficiente na remoção de sólidos dissolvidos.

A Dureza total está relacionada a íons multimetálicos presentes na água principalmente Cálcio e Magnésio. Nas análises realizadas é possível observar que a água já se encontra dentro do limite permitido para este parâmetro, antes do sistema de tratamento, sendo o valor limite de 500 mg/L. Após o sistema de tratamento os resultados foram ligeiramente inferiores como pode-se observar na figura 6 abaixo. Isso reforça a baixa eficiência do filtro quando se trata de matérias dissolvidos na água.

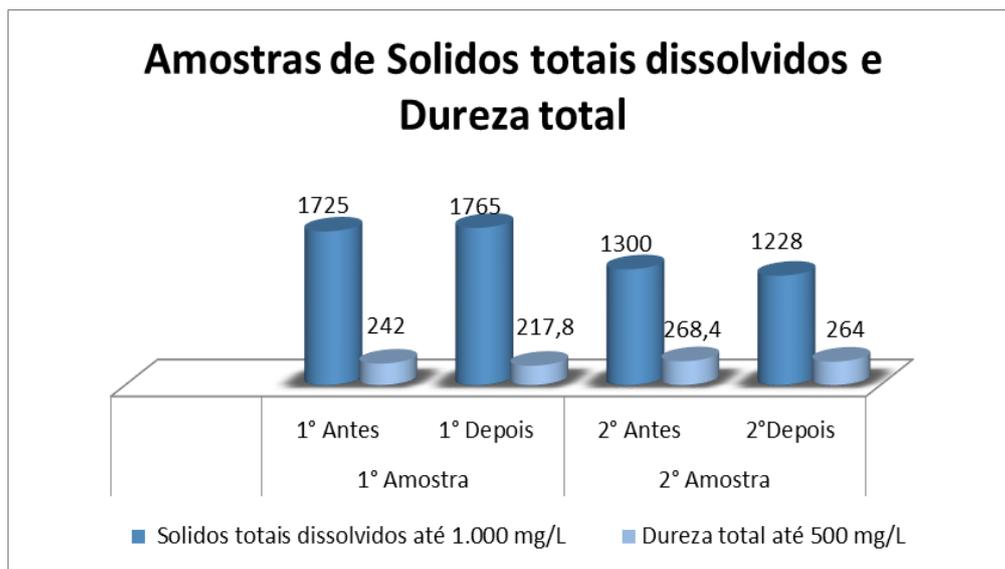


Figura 6 – Análises dos parâmetros sólidos totais dissolvidos e Dureza total.

O ferro é um metal abundante na crosta terrestre, podendo ocasionar uma poluição dos mananciais, devido à lixiviação de solos e rochas cristalinas. Nas águas subterrâneas sua presença é constante devido a formação geológica. Os dados obtidos mostraram um elevado teor de ferro nas amostras antes da filtração, com valores de 14 e 3,2 mg/L respectivamente (Figura 7), valores estes, bem acima do limite estabelecido pela portaria de consolidação nº 5, que é de 0,3 mg/L. Após a filtração os valores de ferro foram reduzidos para 0,015 e 0,031 mg/L o que representa uma remoção acima de 99%.

A elevada eficiência é atribuída à retenção física promovida pelo filtro em seu leito. Pode-se perceber que a aeração promovida através da altura da entrada da água na caixa superior até o início do meio filtrante (cerca de 90 cm) favorece o contato com o ar atmosférico e proporciona a oxidação do ferro Fe²⁺ para o Fe³⁺ passando solúvel para insolúvel. Tal aeração é suficiente para oxidar praticamente todo o ferro presente na água.

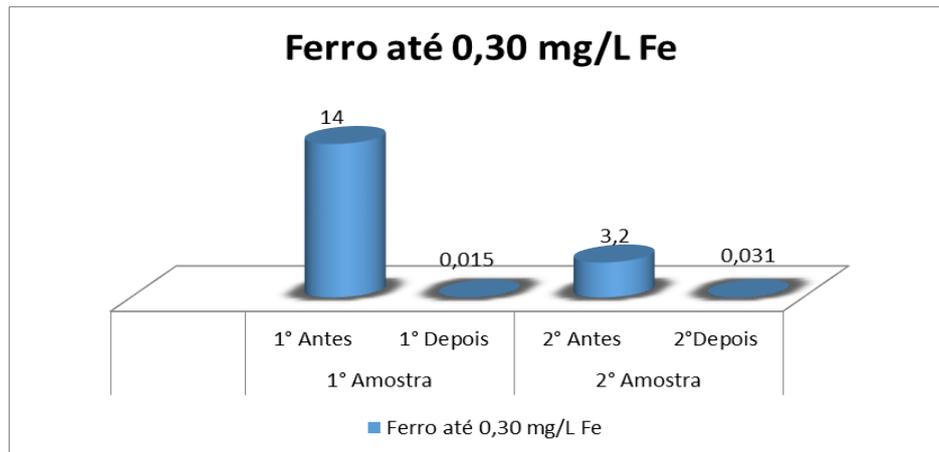


Figura 7 – Análises do parâmetro de Ferro.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O sistema de filtração estudado apresentou resultados satisfatórios na remoção de ferro (superior a 99%). Os demais parâmetros avaliados encontraram-se de acordo com a portaria de consolidação nº 5 de 2017, com exceção do parâmetro sólidos totais dissolvidos.

Isso mostra que o sistema é eficiente na remoção de sólidos em suspensão, pelo que foi observado no parâmetro turbidez, não sendo eficiente na remoção de sólidos dissolvidos, isso já era esperado, pois no meio filtrante não existe material adsorvente.

Para a remoção de ferro o sistema simplificado mostrou-se bastante eficaz, a elevada eficiência é atribuída à retenção física promovida pelo filtro em seu leito. Pode-se perceber, que a aeração promovida através da altura da tubulação de entrada e o início do meio filtrante, favorece a oxidação do ferro.

O sistema apresenta uma excelente eficiência na remoção de ferro além de atuar nas melhorias nos outros parâmetros atendendo a portaria de consolidação nº 5.

Sugere-se, que seja realizado monitoramento constante no filtro, para avaliar o limite de colmatção do meio filtrante, verificando o tempo de eficiência sem manutenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Nacional das Águas - ANA. Panorama das Águas: Água no mundo. Brasília – DF. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/porta/ANA/panorama-das-aguas/agua-no-mundo>>. Acesso em: 08 mai. 2018.
2. COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS-COGERH. SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - CE. **Boletins de Monitoramento de Poços com Datalogger**: água subterrânea. 2009. Disponível em: <<https://www.cogerh.com.br/eixos-de-atuacao/estudos-e-projetos/aguas-subterraneas/projetos/category/137-boletins-de-monitoramento-de-pocos-com-datalogder.html>>. Acesso em: 22 mai. 2018.
3. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS– ONU. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**: agenda 21. BRASÍLIA- DF. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2017.
4. _____. Portaria de Consolidação nº5 de 28 de Setembro de 2017. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.
5. REBOUÇAS, Aldo da C. Água e desenvolvimento rural. Estudos Avançados, v. 15, n. 43, p. 327-344, 2001.
6. RIBEIRO, José Alberto. SIAGAS-Base de dados do Ceará uma fonte de dados de pesquisa. 2012. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/1126/Evento_PAP011619.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 12 mar. 2018.
7. VERÍSSIMO, Liano Silva; CAVALCANTE, Itabaraci Nazareno. AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO CRAJUBAR, REGIÃO DO CARIRI-ESTADO DO CEARÁ-BRASIL. Águas Subterrâneas, 2000.



8. VEIGA, Graziella da et Análises físico-químicas e microbiológicas de água de poços de diferentes cidades da região sul de Santa Catarina e efluentes líquidos industriais de algumas empresas da grande Florianópolis al..2006. Disponível em: <
https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/105056/Graziella_da_Veiga.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 10 mar. 2018.