

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO ELEMENTO FILTRANTE ZEÓLITO NA REMOÇÃO DE FERRO E MANGANÊS NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Luciana Silva Parrela¹

Danusa Campos Teixeira dos Santos ²

RESUMO

Para a engenharia ambiental qualidade da água é um tema muito mais abrangente do que somente a remoção de sólidos em suspensão e cor. Devido suas propriedades de solvente universal, a água possui capacidade de transportar partículas, acompanhadas de impurezas que comprometem a qualidade da água e conseqüentemente a saúde. Em vista a crescente escassez hídrica que atingiu o Brasil nos últimos anos, os recursos hídricos provenientes de águas subterrâneas surgem como uma alternativa para o abastecimento de água para consumo humano. A presença de ferro e manganês em água destinada ao consumo humano tende a trazer diversos incômodos como, por exemplo, a alteração das funções organolépticas, principal fator de reclamações realizadas pelos usuários. Diante deste contexto, o objetivo deste artigo é avaliar a eficiência do elemento filtrante zeólito na remoção destes metais pesados da água proveniente de poço artesiano para consumo humano.

Palavras-chave: Água Subterrânea. Ferro. Manganês. Tratamento de Água.¹

Artigo apresentado para conclusão do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário UNA Belo Horizonte, MG.

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária. UNABH, 2016, MG. E-mail: luparrela@gmail.com

² Pós-graduada em Engenharia de avaliação ambiental e mestre em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos. Professora do Centro Universitário UNA. Belo Horizonte, MG. E-mail: danusa.teixeira@prof.una.br

1. INTRODUÇÃO

A água é sinônimo de vida e continuidade dos seres em qualquer lugar do planeta. Sua escassez ou má qualidade coloca em risco tudo o que é sustentado por este recurso finito e renovável. O uso racional e a preservação desse bem são essenciais para a saúde do meio ambiente e qualidade de vida para todos fazem parte dele. O crescimento populacional, as atividades industriais e agrícolas são fatores relacionados diretamente ao desenvolvimento do país, no entanto contribuem em escala logarítmica para os processos de degradação e escassez da água (BARBOSA, 2014).

Dentro do enfoque do presente texto, os recursos hídricos provenientes de águas subterrâneas surgem como uma importante alternativa para o abastecimento de água para consumo humano. Apesar de apresentar uma maior proteção dos contaminantes externos, os aquíferos subterrâneos também podem apresentar problemas de qualidade, seja por contaminação antrópica ou pelas próprias características dos solos e rochas.

Para a Engenharia Ambiental, qualidade da água é um tema que transcende a remoção de material em suspensão e cor. Devido suas propriedades de solvente universal, a água possui capacidade de transportar partículas, acompanhadas de impurezas que comprometem a qualidade da água e conseqüentemente a saúde (SPERLING, 1996).

A presença de ferro e manganês em água destinada para consumo humano tendem a formar depósitos sobre superfícies metálicas, incrustações em tubulações, assim como o surgimento de bactérias associadas a estes elementos químicos. São responsáveis pela alteração do gosto e odor, além de manchar roupas e utensílios domésticos. Sob o ponto de vista sanitário, valores de ferro e manganês nas condições que normalmente são encontrados, não sofrerão efeitos negativos à saúde (MADEIRA, 2003).

Diante deste contexto, o objetivo deste artigo é avaliar a eficiência do elemento filtrante zeólito na remoção de ferro e manganês da água proveniente de poço artesiano para consumo humano e confrontar os valores obtidos com os limites

de potabilidade estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NA TERRA

O planeta Terra é constituído essencialmente por água. No entanto, apenas uma pequena parte deste recurso pode ser utilizada para satisfazer as necessidades básicas para a sobrevivência humana. É o elemento inorgânico mais abundante e de fundamental importância para a manutenção da vida, e por esta razão é necessário entender o modo como a mesma se distribui pelo globo terrestre e seus meios de circulação (SPERLING, 1996). Esta ordenação pode ser detalhada na tabela 1.

Tabela 01 – Distribuição de Água na Terra

Oceanos:	97,0%	
Geleiras:	02,2%	
Água Doce	0,8%	----- Água subterrânea: 97%
		---- Água superficial: 3%
TOTAL:	100%	

Fonte: Sperling, 1996.

Como pode ser observado na tabela, de toda a água disponível na crosta terrestre, apenas 0,8% pode ser utilizada para abastecimento público. Desta fração, 3% são provenientes de águas superficiais, cuja captação é mais simplificada, o restante se encontra confinada através da formação de lençóis subterrâneos. Sua origem se dá a partir da infiltração e da percolação das águas pluviais e superficiais pelas camadas permeáveis das falhas existentes no solo. Definido como um agente protetor ou como um filtro natural do ambiente, o solo contribui de forma sustentável para o bom funcionamento do ciclo hidrológico (SPERLING, 1996) (CPRM,1997).

Aquíferos subterrâneos são os que normalmente apresentam maior proteção sob o ponto de vista sanitário, mas nem todos estão isentos de contaminação por diversos tipos de poluentes sejam de procedência antrópica ou natural. Isto se dá devido a água ser capaz de incorporar diversas substâncias, sendo enriquecida

muitas vezes por metais como o ferro e o manganês, o que exigirá um tratamento da água, caso a finalidade do uso seja para consumo humano (CPRM, 1997).

2.2 PRESENÇA DE FERRO E MANGANÊS E SUAS CONSEQUÊNCIAS EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Segundo CPRM (1997), o ferro é o elemento mais encontrado na crosta terrestre, em menor quantidade apenas quando comparado ao alumínio. Suas origens são os minerais escuros como a magnetita, biotita e a pirita e no meio ambiente natural, a fonte deste metal pode estar associada à dissolução de compostos do solo, resíduos de plantas, o que dá a aparência amarelada à água. O ferro ocorre por diversas formas químicas e normalmente encontra-se associado ao manganês (OLIVEIRA, 2003).

No Brasil, é muito comum encontrar água com teores elevados de ferro e manganês, principalmente aquelas captadas em terrenos antigos e aluviões (CPRM, 1997).

Estes metais formam compostos solúveis, principalmente hidróxidos. Em ambientes oxidantes, o Fe^{+2} passa para Fe^{+3} originando o hidróxido férrico, que não é solúvel e se precipita, manchando fortemente a água. Por este motivo, águas com alto teor de Fe, ao saírem de poços artesianos são incolores, mas ao entrarem em contato com o oxigênio ficam amareladas, o que lhes conferem uma aparência desagradável. Nos sistemas de distribuição, com velocidades reduzidas de escoamento podem ocorrer estas precipitações e conseqüentemente são formados depósitos no interior das tubulações. Nas horas de maior consumo, ou de maior demanda, aumenta-se a velocidade do escoamento o que provoca o desprendimento destes depósitos que são carregados pela água, provocando prejuízos e incômodos, como alteração do gosto e odor, bem como na coloração da água. O gosto é adstringente, amargo e metálico, causam manchas de difícil remoção em louças, vidros bem como em instalações sanitárias. O café ou chá preparados com esta água com elevado teor destes metais têm aparência lodosa e gosto não agradável. No setor industrial, causam manchas em tecidos nas lavanderias e comprometem a qualidade da água na fabricação de gelo, bebidas e

alimentos (CLAUDINO, 2009).

Além dos inconvenientes descritos acima, o ferro e o manganês favorecem o desenvolvimento de algas e ferrobactérias. Estes microrganismos em grandes colônias gelatinosas podem causar problemas nos filtros de areia, entupimentos nas tubulações das redes de distribuição, hidrômetros, conexões, telas de poços profundos além de provocar danos em equipamentos de tratamento de água. Podem ainda provocar incrustações nas colunas filtrantes e em motobombas submersíveis, com consequentes quedas de vazão e aumento no consumo de água de lavagem nos sistemas de tratamento de água (OLIVEIRA, 2003) (CLAUDINO, 2009).

A presença de óxidos de manganês pode camuflar o resultado dos ensaios de cloro residual livre. Quando em contato com um indicador dessa espécie química, produzem uma cor semelhante à produzida pelo cloro, interfere na análise, provocando suposições errôneas quanto ao teor do mesmo (CLAUDINO, 2009).

Apesar de a presença de ferro e manganês, aparentemente, não causar inconvenientes relacionados à saúde nas concentrações comumente encontradas, podem comprometer a confiabilidade pública quanto ao uso desta água para consumo (CLAUDINO, 2009).

2.3 PADRÕES DE POTABILIDADE DA ÁGUA

Denominam-se padrões de potabilidade os valores de concentração de cada substância ou organismos encontrados nas normas de qualidade para as águas de abastecimento destinadas ao consumo humano.

Internacionalmente as normas vigentes foram elaboradas pela Organização Mundial da Saúde – OMS, bem como os direcionamentos para a qualidade de água potável (OLIVEIRA, 2009). Em âmbito nacional, a mais recente portaria que estabelece os índices de potabilidade da água é a Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Esta portaria dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2011). A água potável deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo detalhado na tabela 2.

Tabela 2 – Padrões de Potabilidade da Água

Parâmetros	Unidade	VMP
Cloretos	mg/L	250
Condutividade Elétrica à 25°C	µS/cm	---
Cor Aparente a pH 6-8	mg - Pt-Co/L	15
pH	---	6,0 a 9,5
Dureza Total	mg/L	500
Ferro Total	mg/L	0,3
Manganês Total	mg/L	0,1
Nitrogênio Nitrato (Nitrato)	mg/L N	10
Nitrogênio Nitroso (Nitrito)	mg/L N	1
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1000
Sulfatos	mg/L	250
Turbidez	NTU	5
Cloro Residual Livre	mg/L	0,2 -2,0
Coliformes Totais	UFC/100 ml	Ausência em 100 ml
Escherichia Coli	UFC/100 ml	Ausência em 100 ml

Fonte: Ministério da Saúde, 2011.

NOTAS:

VMP: Valor máximo permitido

NTU: Unidades de turbidez

UFC: Unidades formadoras de colônias

É de fundamental importância o entendimento dos parâmetros e limites estabelecidos pela legislação vigente tanto para caracterizar as consequências de uma determinada atividade poluidora, quanto para se determinar os meios para que se satisfaça determinado uso da água (VISTUBA, 2010).

2.4 MÉTODOS DE TRATAMENTO CONVENCIONAIS

Os métodos de tratamento tradicionais para remoção de ferro e manganês dissolvidos através da precipitação, normalmente exigem o uso de reagentes oxidantes, tais como o permanganato de potássio, cloro, hipoclorito de sódio, dióxidos de cloro ou ozônio, todos com objetivo de formar compostos insolúveis de íons de ferro e manganês que são removidos posteriormente através da decantação e/ou filtração. A desvantagem deste método é que os reagentes podem formar subprodutos nocivos à saúde do usuário, como por exemplo, os trihalometanos que são compostos orgânicos potencialmente cancerígenos (BERNARDO, 2006).

Outro método bastante utilizado na remoção destes íons metálicos é a oxidação por aeração e posterior filtração. Este método caracteriza-se por ser um processo lento e influenciado pela variação do pH. Um agravante deste método é a necessidade de neutralizar o resíduo gerado para o posterior lançamento em corpos d'água (BERNARDO, 2006)

2.5 FILTRAÇÃO ADSORTIVA

Adsorção é um processo pelo qual os íons metálicos são retidos na superfície de sólidos através de interações de naturezas físicas ou químicas [6]. A filtração adsortiva é uma tecnologia de tratamento muito pesquisada atualmente, pois estabelece uma alternativa para a remoção de contaminantes inorgânicos presentes na água. O funcionamento deste método pode ser entendido como uma fina camada de óxidos ou hidróxidos de íons metálicos é adsorvido, em outras palavras, o material é aderido ao material filtrante que possibilita a interação simultânea de metais dissolvidos assim como a remoção de materiais particulados através da filtração (VISTUBA, 2010).

A vantagem desta tecnologia é a quantidade de lodo consideravelmente menor com relação aos métodos convencionais, além de ter uma economia e eficiência maior devido ao material adsorvente possuir um tempo de residência

maior em comparação aos demais elementos filtrantes utilizados nos sistemas de tratamento de água (VISTUBA, 2010).

2.6 ZEÓLITO

O zeólito é um tipo de elemento filtrante adsorvente utilizado no tratamento de água contaminada por íons metálicos. São minerais que possuem cavidades de tamanho molecular o que possibilita a interação com as moléculas de água. O zeólito possui capacidade de troca iônica com a água, subsidiando na remoção de metais pesados devido suas propriedades físico-químicas tais como estabilidade térmica, cristalinidade e seletividade iônica. Um fator importante é que este mineral possui a capacidade de reutilização sem perder sua capacidade de adsorção (ALVES, 2008),

3 METODOLOGIA E COLETA DE DADOS

Para o desenvolvimento do artigo, optou-se pelos seguintes métodos para subsidiar na pesquisa: revisão bibliográfica, visita de campo e análise laboratorial. A revisão bibliográfica foi feita a partir de consultas e pesquisas em artigos científicos, livros e sites sobre o tema abordado. O conceito deste método pode ser compreendido como todo o processo de coleta, investigação, análise e descrição de um determinado tema com o objetivo de buscar respostas para um questionamento específico (LAKATOS, 2008).

Foi realizada também uma visita de campo em uma residência na cidade de Lagoa Santa/MG cuja água subterrânea apresentava suspeita de contaminação por ferro e/ou manganês devido aos problemas relatados pelos moradores.

Com a finalidade de alcançar os objetivos propostos neste artigo, foram realizadas duas amostragens de água. Uma coleta de água bruta, na tubulação conectada ao poço artesiano e outra pós-sistema de tratamento, o objetivo desta última foi de verificar a eficiência do elemento filtrante zeólito no tratamento da água

contaminada com ferro e manganês. Utilizou-se a pesquisa quantitativa através da interpretação técnica dos resultados laboratoriais. Pesquisa quantitativa significa traduzir em números as opiniões e informações para então obter a análise dos dados e posteriormente chegar a uma conclusão (MATTOS, 2015).

Ambas as coletas foram feitas em frascos apropriados, fornecidos pelo laboratório e acondicionados em caixas de isopor abastecidas com gelo para preservar as amostras e não comprometer sua qualidade. As coletas de água bruta e tratada podem ser observadas nas figuras 1, 2 e 3.



Figura 1 – Coleta de Água Bruta do Poço Artesiano
Fonte: Fotografado pela autora do artigo



Figura 2 – Frascos com Água Bruta do Poço Artesiano
Fonte: Fotografada pela autora pela autora do artigo



Figura 3 – Frascos com Amostras de Água Pós-Sistema de Tratamento
Fotografada pela autora do artigo

A metodologia analítica utilizada pelo laboratório nas amostragens tanto de água bruta quanto da água tratada foi baseada no *Standard Methods for the Examination of water and wastewater*, cujos métodos são destinados para a análise de águas de uma ampla gama de qualidade, incluindo a água adequada para abastecimento humano, proveniente de águas subterrâneas.

Por fim, como método comparativo, serão apresentados os resultados laboratoriais de um monitoramento realizado anualmente em uma indústria de cosméticos, cujo sistema de tratamento da água proveniente de poço artesiano é através da filtração adsortiva composto pelo elemento filtrante zeólito.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 AMOSTRAGEM PRELIMINAR

Na tabela 3 são apresentados os resultados da caracterização da água bruta do poço artesiano:

Tabela 3 – Caracterização da Água Bruta do Poço Artesiano

Parâmetros	Unidade	Resultados
Cloretos	mg/L	<0,50
Condutividade Elétrica à 25°C	µS/cm	59,0
Cor Aparente a pH 6-8	mg - Pt-Co/L	<5,0
pH	---	7,2
Dureza Total	mg/L	150,4
Ferro Total	mg/L	0,36
Manganês Total	mg/L	0,030
Nitrogênio Nitrato (Nitrato)	mg/L N	<0,11
Nitrogênio Nitroso (Nitrito)	mg/L N	<0,006
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	116,0
Sulfatos	mg/L	4,4
Turbidez	NTU	2,0
Coliformes Totais	UFC/100 ml	Presença
Escherichia Coli	UFC/100 ml	Presença

Fonte: Limnos, 2015

Observa-se na tabela 3 que os parâmetros ferro total, coliformes totais e Escherichia Coli não estão em conformidade com a legislação vigente, o que significa que a água proveniente do poço artesiano não deve ser utilizada *in natura* para o consumo humano. Como método de tratamento foi proposto um sistema de cloração, seguida de filtração adsortiva composto por zeólito.

4.2 AMOSTRAGEM PÓS-SISTEMA DE TRATAMENTO

Na tabela 4 são apresentados os resultados da análise da água após instalação do sistema de tratamento proposto:

Tabela 4 – Resultados Laboratoriais Pós-sistema de Tratamento

Parâmetros	Unidade	Resultados
Cloretos	mg/L	16,08
Condutividade Elétrica à 25°C	µS/cm	340,0
Cor Aparente a pH 6-8	mg - Pt-Co/L	5,0
pH	---	7,07
Dureza Total	mg/L	185,0
Ferro Total	mg/L	0,08
Manganês Total	mg/L	0,05
Nitrogênio Nitrico (Nitrato)	mg/L N	0,14
Nitrogênio Nitroso (Nitrito)	mg/L N	<0,05
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	228,0
Sulfatos	mg/L	19,85
Turbidez	NTU	1,2
Coliformes Totais	UFC/100 ml	Ausência
Escherichia Coli	UFC/100 ml	Ausência

Fonte: Limnos, 2016

Conforme observado na tabela acima, após a implantação do sistema de tratamento de água proposto, todos os parâmetros se apresentaram de acordo com a portaria 2914 do Ministério da Saúde.

4.3 AMOSTRAGENS PRELIMINARES

Na tabela 5 são apresentados os resultados laboratoriais da água bruta proveniente de poço artesiano de uma indústria de cosméticos em maio/2013:

Tabela 5 – Caracterização Água Bruta do Poço Artesiano

Parâmetros	Unidade	Resultados
Cloretos	mg/L	2,42
Condutividade Elétrica à 25°C	µS/cm	196,3
Cor Aparente a pH 6-8	mg - Pt-Co/L	50,0
pH	---	7,07
Dureza Total	mg/L	75,0
Ferro Total	mg/L	11,81
Manganês Total	mg/L	0,33
Nitrogênio Nitrato (Nitrato)	mg/L N	<0,10
Nitrogênio Nitroso (Nitrito)	mg/L N	<0,05
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	132,0
Sulfatos	mg/L	4,72
Turbidez	NTU	89,9
Coliformes Totais	UFC/100 ml	Ausência
Escherichia Coli	UFC/100 ml	Ausência

Fonte: Limnos, 2013

Conforme observado na tabela 5, os parâmetros cor aparente ferro total, manganês total e turbidez apresentaram valores de concentração acima dos limites estabelecidos pela legislação vigente.

Após a caracterização da água bruta do poço artesiano, o mesmo sistema de tratamento proposto neste artigo para a residência em Lagoa Santa/MG foi instalado em uma indústria de cosméticos em junho/2013. Após a instalação, foram feitas amostragens da água tratada anualmente com o objetivo de monitorar e verificar a eficiência do sistema de tratamento de água. Os resultados laboratoriais deste monitoramento são apresentados nas tabelas 06 abaixo:

Tabela 6 – Resultados Laboratoriais Pós-Sistema de Tratamento de uma indústria de cosméticos

Parâmetros	Datas das amostragens			
	Jul/13	Jan/14	Abr/15	Mai/16
Cloretos	<1,00	<1,00	2,3	<1,00
Condutividade	163,60	161,10	18,0	137,80
Cor Aparente	<5,00	10,0	5,0	<5,0
pH	6,93	6,58	7,19	6,87
Dureza Total	73,0	56,0	69,1	59,1
Ferro Total	0,04	<0,02	<0,05	0,12
Manganês	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05
Nitrato	<0,10	1,14	0,25	<0,10
Nitrito	<0,05	<0,05	<0,006	<0,05
SST	110,0	108,0	87,0	92,0
Sulfatos	2,36	3,74	5,2	1,3
Turbidez	0,1	0,5	1,3	1,1
Coliformes Totais	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Escherichia Coli	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

Fonte: Limnos, 2013 a 2016.

NOTA:

SST: Sólidos suspensos totais

Como observado na tabela acima, após a instalação do sistema de tratamento de água composto por zeólito como elemento filtrante, todos os parâmetros analisados apresentaram valores de concentração dentro dos limites estabelecidos.

Objetivo maior deste estudo, os teores de ferro e manganês se apresentaram inferiores em todas as medições realizadas durante o monitoramento na indústria de cosméticos. Os gráficos 1 e 2 representam os valores encontrados para estes parâmetros em comparação com os limites estabelecidos pela Portaria 2914 do

Ministério da Saúde.

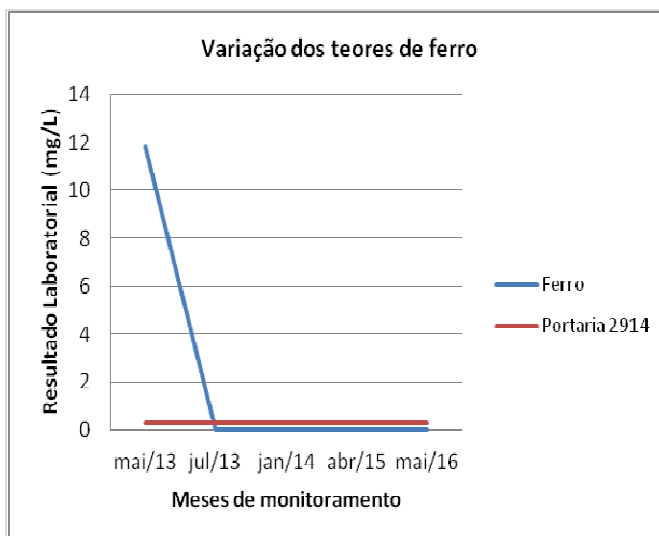


Gráfico 1 – Valores de ferro encontrados na água durante o monitoramento

Fonte: Limnos. Adaptado pela autora do artigo

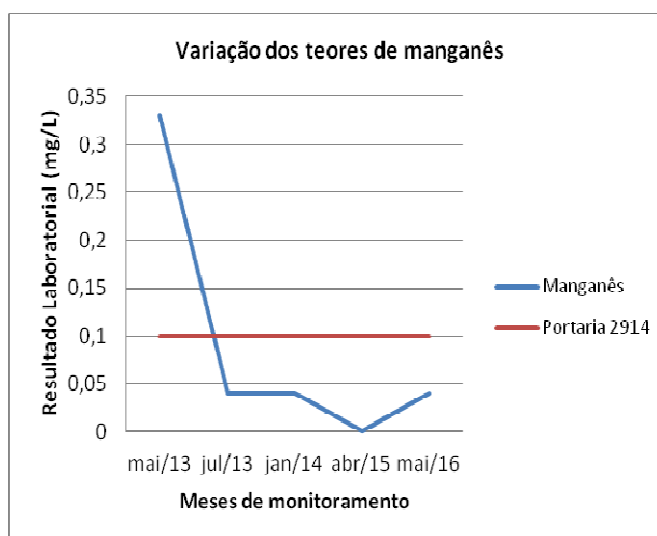


Gráfico 2 – Variação dos teores de manganês durante o monitoramento

Fonte: Limnos. Adaptado pela autora do artigo

Nos gráficos 1 e 2 foram apresentados a variação dos teores de ferro e manganês durante o monitoramento na indústria de cosméticos. Na análise referente à coleta da água bruta do poço artesiano em maio de 2013, observa-se elevados valores de concentração dos parâmetros ferro e manganês, o que impossibilitou o uso da água para consumo humano e atividades industriais. Após a

instalação do sistema de tratamento de água composto por zeólito em julho de 2013, pode-se observar uma diminuição significativa destes parâmetros e os mesmos se encontram dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

5 CONCLUSÃO

A partir deste estudo, concluiu-se que após a implantação do sistema de tratamento de água proposto houve uma redução da concentração dos valores dos parâmetros ferro total e manganês total que conferiam à água, uma cor amarelada e com sabor característico, além da redução de outros parâmetros como cor aparente e turbidez, o que traz uma enorme melhoria no padrão estético da água. De acordo com os laudos analíticos foi possível atestar a eficiência do sistema de tratamento de água composto pelo elemento filtrante zeólito que garante a qualidade da água em conformidade com os limites estabelecidos pela Portaria 2914 do Ministério da Saúde de dezembro de 2011.

Como todos os demais recursos naturais, a água subterrânea deve ser conservada e utilizada adequadamente, para assegurar uma disponibilidade deste bem no futuro para as demais gerações, por isso, o planejamento feito por engenheiros ambientais é sempre imprescindível.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Vanessa – A última gota. 1edição. Editora Planeta do Brasil - São Paulo/SP. 2014.

SPERLING, Marcos Von – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, Maio/1996.

MADEIRA, Vivian Stunpf – Desenvolvimento de um carvão adsorvente para remoção de íons de ferro em águas naturais – Fevereiro/2003.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Hidrogeologia – Conceitos e Aplicações – 2ª edição.

OLIVEIRA, Daniela Alves – Avaliação do teor de ferro em águas subterrâneas em alguns poços tubulares, no plano diretor de Palmas-TO.

CLAUDINO, Clovis Reis – Avaliação da Eficiência na remoção de ferro e manganês em estação de tratamento de água pelo método da flotação por ar disperso. Estudo de caso: ETA da comunidade Praia Paraíso, Torres, RS. Criciúma – Junho/2009.

VISTUBA, Jacqueline Pereira – Remoção de ferro e manganês de abastecimento por meio de filtração adsortiva – Florianópolis, 2010.

BERNARDO, Luiz Di – Métodos e técnicas de tratamento de água – 2ª edição – Rio de Janeiro/RJ – Junho/2006.

Ministério da Saúde – Disponível em:
http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html
Acessado em 26/04/2016.

ALVES, Dilson Neander Botelho Alves – Remoção de ferro em água de irrigação através de filtragem em areia e zeólita – Lavras/MG, 2008.

STANDARD Methods for the examination of water and wastewater, 21ª edição, 2005.

MATTOS, Paulo de Carvalho – Tipos de revisão de literatura – Botucatu, 2015.

LAKATOS, Eva Maria – Fundamentos de metodologia científica - 5ª edição - Editora Atlas, São Paulo/2003.

LIMNOS, Hidrobiologia e limnologia Ltda, 2013 a 2016.