

**Análise da eficiência da filtração lenta para o tratamento de água de uma nascente
situada na zona rural de Passabém – MG**
**Analysis of the efficiency of slow filtration for the water treatment of a born situated in
the rural area of Passabém – MG**

Deisiane Elice da Silva

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: deisiane.elice.silva@gmail.com

Juni Cordeiro

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: juni.cordeiro@funcesi.br

Giovanna Moura Calazans

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

E-mail: giovannacalazans@hotmail.com

Ellen Dayane Vieira

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: ellendayane.vieira@gmail.com

Shirlei Luana Chaves e Sousa Pereira

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: shirlei.pereira@funcesi.br

Recebido: 20/12/2017 – Aceito: 26/12/2017

Resumo

Os moradores de comunidades rurais nem sempre têm acesso a água tratada, culminando na utilização de uma água de qualidade duvidosa. Dessa forma, com o intuito de melhorar a qualidade da água proveniente de uma nascente utilizada para abastecimento na Fazenda Córrego dos Pinheiros, localizada na zona rural de Passabém (MG), este trabalho objetiva avaliar a eficiência de um sistema de filtração lenta para a remoção de sólidos totais, turbidez e *Escherichia coli* (*E. coli*). Além disso, por meio de imagens de satélite foi analisado o uso e ocupação do solo nessa região nos últimos dez anos e a percepção dos moradores vizinhos sobre a qualidade da água por eles consumida. Os dados foram coletados através de pesquisa experimental, pesquisa laboratorial, análise documental e questionários, os quais foram tratados através da estatística descritiva e análise de conteúdo. Dessa forma, verificou-se com relação ao uso e ocupação do solo nos últimos dez anos que ocorreu uma pequena

regeneração em uma área de mata preservada nas proximidades da fazenda, além disso, não houve aumento no número de construções no entorno desta. Dentre os parâmetros que foram analisados, o filtro lento se mostrou eficiente para o tratamento da água, visto que com relação à *E. coli*, por exemplo, foi observada uma eficiência de 100% de remoção. Contudo, destaca-se que os resultados verificados quanto aos parâmetros turbidez, sólidos totais e pH já atendiam à Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 antes de serem submetidas ao tratamento no filtro lento. Apesar de todos os moradores afirmarem utilizar água proveniente de nascente, a maioria destes não realizava tratamento prévio desta. Percebe-se assim que, de uma maneira geral, para os moradores participantes dessa pesquisa, uma água aparentemente limpa é característica suficiente para garantia de sua qualidade para o consumo.

Palavras-chave: Abastecimento da água; Comunidades rurais; Filtro lento.

Abstract

Residents of rural communities do not always have access to treated water, culminating in the use of water of doubtful quality. Thus, in order to improve the quality of water from a source used for supply at Fazenda Córrego dos Pinheiros, located in the rural area of Passabém (MG), this work aims to evaluate the efficiency of a slow filtration system for the removal of total solids, turbidity and *Escherichia coli* (*E. coli*). In addition, satellite images analyzed the use and occupation of the soil in this region in the last ten years and the neighbors' perception about the water quality consumed by them. Data were collected through experimental research, laboratory research, documentary analysis and questionnaires, which were treated through descriptive statistics and content analysis. Thus, in the last 10 years, there was a small regeneration in an area of forest preserved in the vicinity of the farm, in addition, there was no increase in the number of buildings in the surroundings. Among the parameters that were analyzed, the slow filter proved to be efficient for the treatment of water, since with respect to *E. coli*, for example, a 100% removal efficiency was observed. However, it is noteworthy that the verified results regarding turbidity, total solids and pH parameters were already in compliance with Ministry of Health Ordinance nº 2.914/2011 before being submitted to the slow filter treatment. Although all residents claim to use spring water, most of them did not do any treatment before. It can be seen that, in general, for the residents participating in this research, apparently clean water is a sufficient characteristic to guarantee their quality for consumption.

Keywords: Water supply; Rural communities; Slow filter.

1. Introdução

A Lei nº 11.445/2007 estabelece as diretrizes nacionais do saneamento básico, possuindo como um de seus princípios fundamentais os serviços públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos, além dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais (BRASIL, 2007).

Destaca-se que a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA) é o órgão federal responsável por ações de saneamento em todo território nacional, atuando na promoção e proteção da saúde (BRASIL, 1991). Neste contexto, o saneamento básico tem como um de seus objetivos a redução dos casos de doenças de veiculação hídrica, sendo para isso indispensável que a população, tanto urbana quanto rural, tenha acesso a uma água de qualidade (FUNASA, 2017).

Contudo, segundo Richter (2009), não existe água totalmente pura disponível na natureza, assim, para o consumo humano faz-se necessário que esta seja potável, ou seja, esteja livre de contaminantes orgânicos e inorgânicos e bactérias patogênicas, possuindo aspecto atraente e sabor agradável para ser ingerida e adequada para os usos doméstico e industrial.

No Brasil, a Portaria do Ministério da Saúde (MS) nº 2.914/2011, estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos à vigilância da qualidade da água para consumo humano, bem como os valores referentes ao padrão de potabilidade desta e os requisitos relativos às amostragens para análises laboratoriais, visando o controle e vigilância da qualidade das águas (BRASIL, 2011).

De maneira geral, para Libânio (2008) o tratamento de água baseia-se na remoção de partículas suspensas e coloidais, matéria orgânica, microrganismos e outras substâncias que ofereçam algum risco à saúde humana, que por ventura estejam presentes nas águas naturais. Salienta-se que para o estabelecimento dos procedimentos necessários a este tratamento são considerados os menores custos de implantação, operação e manutenção dessas estruturas.

Contudo, de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) realizada em 2014, apenas 34,5% dos domicílios rurais estão ligados à uma rede de abastecimento, enquanto nos 65,5% domicílios restantes a água consumida é proveniente de chafarizes ou poços protegidos ou não, diretamente de cursos hídricos sem nenhuma forma de tratamento ou de fontes alternativas que, em maioria, são impróprias para consumo humano (FUNASA, 2017).

Destaca-se que em localidades rurais, os métodos de tratamento mais utilizados são a

fervura, o filtro de vela, o clorador por difusão e o filtro lento, sendo que este último é indicado para comunidades pequenas que possuem uma água de boa qualidade (CONSELHO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2006).

Segundo Heller e Pádua (2010), no processo de filtração lenta, o tratamento da água é realizado por um meio biológico, sem a necessidade de adição de coagulantes químicos, o que facilita a sua utilização e simplifica a mão de obra para sua implantação e manutenção. Assim, este método é indicado para uso em municípios carentes de água potável, principalmente em comunidades rurais.

Na zona rural de Passabém, as residências, em sua maioria, são abastecidas por águas que não são submetidas a um tratamento prévio, assim como na Fazenda Córrego dos Pinheiros, localizada a 12 quilômetros da sede municipal, que faz uso de água proveniente de uma nascente situada em sua área de 27 hectares. Deste modo, esta pesquisa teve como objetivos analisar a eficiência de um sistema de filtração lenta para a remoção de sólidos totais, *Escherichia coli* e turbidez da água utilizada na Fazenda Córrego dos Pinheiros, o uso e ocupação do solo nas proximidades desta propriedade nos últimos dez anos e a percepção dos moradores vizinhos a essa sobre a qualidade da água por eles consumida.

2. Metodologia

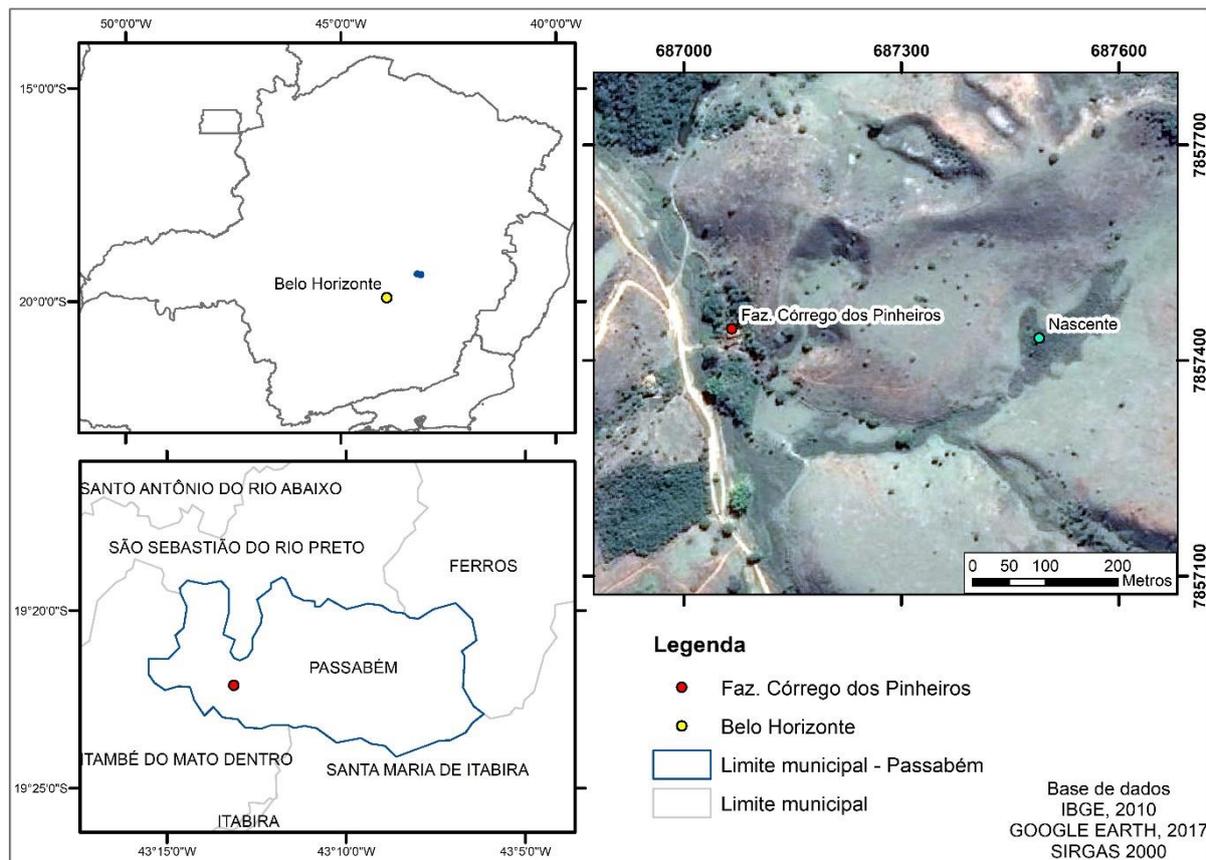
Este trabalho foi realizado na zona rural de Passabém (Figura 1), município localizado na região leste do estado de Minas Gerais, que possui a agropecuária como principal atividade econômica. Destaca-se que segundo dados obtidos pelo censo realizado no ano de 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010a), a cidade de Passabém possui 94,18 km² de área total e uma população de 1766 habitantes, sendo que 1012 residem em área urbana e 754 em área rural.

Este estudo utilizou abordagem de pesquisa quali-quantitativa. Segundo Gerhard e Silveira (2009), a pesquisa qualitativa se caracteriza pela compreensão e descrição com precisão da relação global e local onde existe determinado episódio. Já a pesquisa quantitativa utiliza métodos estatísticos, partindo do princípio que tudo pode ser quantificado, transformando em números as informações e as opiniões para, posteriormente, classificá-las e analisá-las (BOTELHO, CRUZ; 2013).

Com relação aos instrumentos empregados para a coleta de dados nesta pesquisa, podem ser destacados a análise documental, o questionário, a pesquisa experimental e a pesquisa laboratorial. De acordo com Marconi e Lakatos (2010), a análise documental é uma

fonte de pesquisa restrita a apenas documentos escritos ou não, que são denominadas fontes primárias de informação. Assim, nesta pesquisa foram utilizadas imagens de satélite obtidas nos anos de 2007 e 2016 para analisar o uso do solo no entorno da Fazenda Córrego dos Pinheiros.

Figura 1 - Localização da Fazenda Córrego dos Pinheiros e da nascente que abastece a propriedade no âmbito do município de Passabém (MG).



Fonte: Modificado de IBGE (2010b); Google Earth (2017).

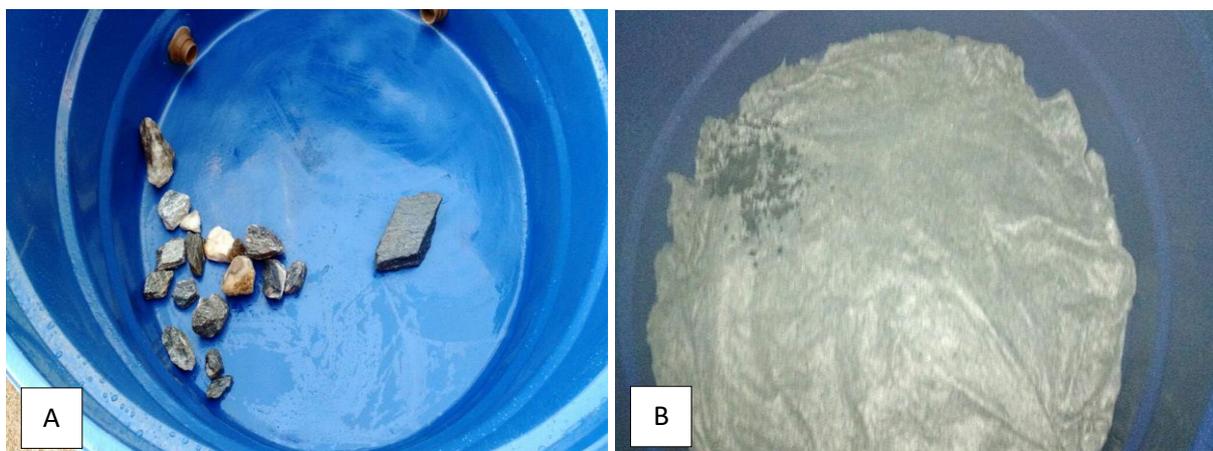
Segundo Vergara (2009), o questionário deve conter perguntas que possibilitem a interação do pesquisador com pessoas que possam fornecer dados sobre o assunto que ele deseja estudar, possuindo perguntas abertas e fechadas. O questionário utilizado nesta pesquisa, composto predominantemente por questões fechadas, foi aplicado entre os dias 22 e 27 de julho de 2017 a cinco moradores da zona rural, residentes próximos à Fazenda Córrego dos Pinheiros, abrangendo os aspectos relacionados ao tipo de água utilizada para o consumo humano e os métodos de tratamento comumente empregados por estes.

A pesquisa experimental é constituída por testes que visam examinar as relações de causa-efeito dos objetos em pesquisa (MARCONI; LAKATOS, 2010). Para Prodanov e

Freitas (2013), este tipo de pesquisa é utilizada para a determinação de um objeto de estudo, sendo realizada a partir da seleção das variáveis que sejam capazes de influenciar o experimento, da definição das formas de controle e da observação dos efeitos que estas variáveis podem produzir no objeto. A pesquisa experimental foi utilizada neste trabalho para desenvolver o sistema de filtração lenta utilizado na Fazenda Córrego dos Pinheiros, visando verificar a redução da turbidez, sólidos totais e *Escherichia coli* (*E. coli*) da água utilizada.

Assim, inicialmente, o local onde o filtro seria instalado foi preparado com a construção de uma laje de alvenaria, onde posteriormente foram colocadas a caixa d'água, contendo o sistema para filtração lenta, e as caixas que formam os reservatórios. Para a implantação do sistema foram utilizadas as orientações da Cartilha “Água para consumo na propriedade rural” da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER (2012). Após a lavagem dos materiais utilizados no processo de montagem do filtro, iniciou-se a montagem do sistema. A primeira camada utilizada foi de brita com uma granulometria maior (Brita 4), possuindo cerca de 15 centímetros de espessura (Fig. 2A). Após a colocação desta camada, foi colocada uma camada dupla de manta de bidim, para separar os materiais e facilitar a manutenção do filtro e de seus componentes. A terceira camada utilizada foi de brita com uma granulometria mais fina (Brita 0), possuindo cerca de 30 centímetros de espessura. Na finalização do filtro foi colocada uma camada dupla de manta de bidim, com a finalidade de facilitar a manutenção do filtro e remoção da camada biológica quando isto se fizer necessário (Fig. 2B).

Figura 2 – Montagem do sistema de filtração lenta na Fazenda Córrego dos Pinheiros, Passabém (MG)



A. Início da montagem do sistema de filtração lenta com a colocação da Brita 4 no fundo da caixa; B. Término da montagem do filtro, após a colocação da Brita 4 foi colocada uma

camada dupla de manta de bidim e, posteriormente, uma camada de Brita 0 e uma outra camada dupla de manta de bidim, finalizando a montagem.

Fonte: Acervo dos autores (2017).

A pesquisa laboratorial tem por objetivo a descoberta de ação e conduta, podendo ser obtida em condições cuidadosamente dispostas e controladas. É importante ressaltar que o uso de instrumentos adequados possibilita a realização de observações mais apuradas (MARCONI; LAKATOS, 2010). Desse modo, após a instalação do sistema foram coletadas amostras de água da nascente antes e após a passagem pelo filtro lento, as quais foram analisadas em laboratório quanto aos parâmetros turbidez, coliformes termotolerantes, cor real e aparente e sólidos totais, de acordo com os métodos padronizados e publicados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012), indicados no Quadro 1.

Quadro 1 - Métodos padronizados para as análises de qualidade da água.

Análises	Métodos
Sólidos totais	2540 B, D, E
Turbidez	2130 B
<i>Escherichia coli</i>	9221 F
Cor real e cor aparente	2120 B
pH	4500 H

Fonte: Modificado de APHA (2012).

Ressalta-se que para a realização desta pesquisa foram realizadas amostragens nos meses de maio, junho, agosto e setembro de 2017 (Quadro 2).

Quadro 2 - Datas das amostragens de água realizadas na Fazenda Córrego dos Pinheiros, Passabém (MG)

Coleta	Data	Observações
1	23 de maio de 2017	O dia estava nublado, com chuva na semana anterior
2	27 de junho de 2017	O dia estava sem nuvens, sem chuva nos dias anteriores
3	15 de agosto de 2017	O dia estava sem nuvens, sem chuva nos dias anteriores
4	12 de setembro de 2017	O dia estava sem nuvens, quente e sem chuva nos dias anteriores

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Os dados obtidos nesta pesquisa foram tratados por meio da estatística descritiva e análise de conteúdo. A estatística descritiva, é um conjunto de métodos que visa descrever, resumir, completar e expor na forma de gráficos e tabelas os dados obtidos em um estudo, sendo comumente utilizada em pesquisas dos tipos descritiva e experimental (APPOLINÁRIO, 2009). Por sua vez, a análise de conteúdo, segundo Moraes (1999), é um método de pesquisa utilizado para descrever e interpretar o conteúdo dos documentos e textos, contribuindo, assim, para uma investigação teoria e prática, com fundamentação especial no campo das pesquisas sociais.

Desde modo, a estatística descritiva foi utilizada neste trabalho para a apresentação dos dados obtidos nas análises de turbidez, cor real e aparente, sólidos totais e coliformes termotolerantes das amostras de água coletadas na nascente da Fazenda Córrego dos Pinheiros. Já a análise de conteúdo foi empregada para o exame das questões abertas presentes no questionário, aplicado aos moradores da comunidade dos Pinheiros e interpretação da evolução do uso do solo por meio de imagens de satélites da área da nascente.

3. Resultados e discussão

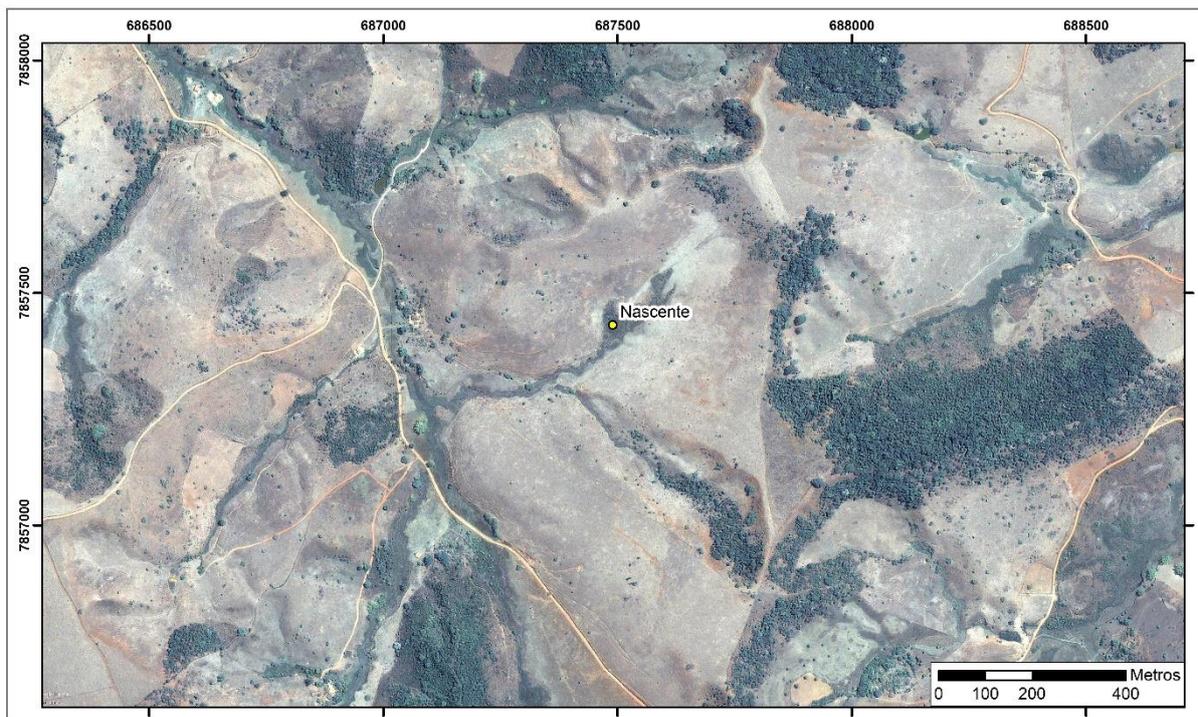
A interpretação das imagens de satélite em ambientes rurais permite identificar o tipo de uso do solo local, possibilita calcular a área ocupada com cada tipo de uso, estimar a área plantada, entre outros usos, além de ser possível acompanhar as transformações que ocorreram no ambiente ao longo de um período de tempo (FLORENZANO, 2013). Assim, a interpretação de imagens de satélite neste trabalho mostrou-se pertinente, pois possibilitou acompanhar a evolução do uso do solo no entorno da nascente e também nas áreas no entorno da propriedade.

Deste modo, foram utilizadas imagens de satélite entre os anos de 2007 e 2016, disponíveis no Google Earth, para analisar o uso do solo da região da Fazenda Córrego dos Pinheiros. Destaca-se que as imagens foram obtidas nos dias 17 de outubro de 2007 e 15 de julho de 2016.

Na imagem de satélite referente ao ano de 2007 (Fig. 3) é possível observar que a região foi intensamente desmatada, possuindo apenas em sua porção sudeste uma área com vegetação mais significativa e densa, sendo que no restante da área o solo está exposto (exibindo coloração avermelhada) ou recoberto por gramíneas em fase inicial de desenvolvimento (apresentando coloração levemente esverdeada e/ou acinzentada como, por

exemplo, na porção nordeste da Fig. 3). Já na área onde está localizada a nascente, nota-se a presença de mata ciliar pouco desenvolvida, porém não há vegetação nos topos de morro próximos.

Figura 3 – Imagem de satélite da região da Fazenda Córrego dos Pinheiros, zona rural de Passabém (MG), obtida em 17 de outubro de 2007.



Fonte: Modificado de Google Earth (2017).

Apesar do intenso desmatamento, há poucas construções, cerca de quatro, podendo ser observadas na área central da imagem, as quais são distantes entre si. Observa-se ainda que a maior parte da área é utilizada como pastagem, não sendo expressivas áreas destinadas à agricultura.

Neste sentido destaca-se que no decorrer da aplicação do questionário aos moradores locais, foi relatado que a supressão vegetal da mata nativa ocorreu por volta de 1970, objetivando a produção de carvão vegetal que era vendido para siderúrgicas. Dessa forma as áreas desmatadas se transformaram em pastagens, sendo até hoje utilizadas para esta finalidade.

Já na Figura 4, obtida no dia 15 de julho de 2016, observa-se que na porção oeste da área ocorreu um pequeno aumento da vegetação, possivelmente devido à regeneração natural do meio ambiente. Além disso, nota-se em determinados locais, como por exemplo, nas

proximidades da nascente e também na região sudeste da imagem que a vegetação existente se tornou mais densa.

Figura 4 – Imagem de satélite da região da Fazenda Córrego dos Pinheiros, zona rural de Passabém (MG), obtida em 15 de julho de 2016.



Fonte: Modificado de Google Earth (2017).

De maneira geral nota-se a redução do solo exposto, dada a presença de vegetação de pequeno porte, possivelmente gramíneas. Ademais verifica-se ainda que ao longo do período analisado não houve aumento no número de construções na região.

3.1. Comparação dos resultados obtidos com relação aos sólidos totais, turbidez e *E. coli* em amostras de água coletada antes e após o sistema de filtração lenta

Para que a água seja consumida pela população com segurança ela deve atender aos requisitos da Portaria do MS n° 2.914/2011, que contém os valores máximos permitidos para cada parâmetro a ser analisado e a metodologia de análise que deve ser adotada. Dentre os parâmetros a serem analisados pode-se citar os organismos microbiológicos, a turbidez e o pH (BRASIL, 2011).

De acordo com Di Bernardo e Paz (2009) o parâmetro *E. coli* é de suma importância para analisar se há bactérias termotolerantes na água, visto que estas indicam uma contaminação fecal, e a possibilidade acerca da presença de patógenos, os quais podem desencadear doenças tais como cólera, giardíase e diarreia aguda, dentre outras, a aqueles que a consumirem. Dessa forma, no Quadro 3 são apresentados os valores de *E. coli* obtidos durante as análises em comparação com os valores estabelecidos na Portaria do MS nº 2.914/2011.

Quadro 3 – Valores de *Escherichia coli* obtidos nas análises laboratoriais realizadas em amostras de águas coletadas na Fazenda Córrego dos Pinheiros (MG)

<i>Escherichia coli</i>			
Data da coleta	Concentração antes do filtro (número mais provável/100 mL)	Concentração após o filtro (número mais provável/100 mL)	Valor máximo permitido (Portaria MS nº 2.914/2011)
23/05/2017	1.700	0	Ausência em 100 mL
27/06/2017	120	0	Ausência em 100 mL
15/08/2017	210	0	Ausência em 100 mL
12/09/2017	170	0	Ausência em 100 mL

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Observa-se que antes do filtro, todas as amostras apresentaram concentrações de *E. coli*, com o valor máximo encontrado correspondendo a 1.700 números mais prováveis (NMP) em 100mL, obtido na amostragem realizada no dia 23 de maio de 2017, estando acima do limite estabelecido pela Portaria do MS nº 2.914/2011.

De acordo com Silva e Gasparetto (2016), valores elevados de *E. coli* podem estar relacionados ao aumento do escoamento superficial em decorrência do aumento da pluviosidade. Dessa forma, as concentrações elevadas de *E. coli* obtidas nessa pesquisa podem ser atribuídas ao episódio chuvoso ocorrido na semana anterior à amostragem, que teria promovido por meio do escoamento superficial o carreamento de material fecal para as proximidades da nascente.

Por sua vez notou-se nas amostras coletadas após o sistema de filtração lenta a ausência de *E. coli*, indicando a eficiência deste sistema para a remoção desta bactéria. Faz-se importante salientar que a remoção dos microrganismos biológicos neste sistema ocorre por meio da camada biológica chamada *schmutzdecke*, formada a partir de partículas inertes, matéria orgânica e uma grande variedade de microrganismos, como bactérias, algas, protozoários, dentre outros (EMATER, 2012; EMBRAPA, 2006; HELLER; PÁDUA, 2010).

Além disso, resultado semelhante ao verificado nesta pesquisa foi obtido por Coelho (2002), que obteve em seu estudo 100% de eficiência para remoção de *E. coli* em um trabalho realizado com o intuito de avaliar a influência da utilização do ozônio e do peróxido de hidrogênio no desempenho do filtro lento em uma instalação piloto na cidade de São Carlos (SP).

A turbidez está diretamente associada às partículas suspensas na água que causam interferência à passagem de luz. Em águas naturais essas partículas podem ser de areia, argila, matéria orgânica e silte, dentre outros. Ressalta-se que o tamanho e a quantidade das partículas interferem diretamente na escolha do tratamento que esta água deverá ser submetida, pois podem reagir de forma diferente com o coagulante utilizado, principalmente se forem utilizadas águas de dois ou mais mananciais diferentes (DI BERNARDO; PAZ, 2009).

No Quadro 4 encontram-se dispostos os valores de turbidez referentes às amostras de água coletadas antes e após o sistema de filtração lenta em comparação com o valor máximo permitido pela Portaria do MS nº 2.914/2011, correspondendo a 1,0 uT (unidade de turbidez).

Quadro 4 – Valores de turbidez obtidos nas análises laboratoriais realizadas em amostras de águas coletadas na Fazenda Córrego dos Pinheiros (MG)

Turbidez – uT			
Data da coleta	Valor antes do filtro	Valor após o filtro	Valor máximo permitido (Portaria MS nº 2.914/2011)
23/05/2017	0	0	1,0 uT
27/06/2017	0,07	0	1,0 uT
15/08/2017	0,09	0	1,0 uT
12/09/2017	0,05	0	1,0 uT

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Nota-se que as amostras obtidas antes do sistema de filtração lenta já apresentavam valores inferiores àqueles estabelecidos pela Portaria do MS nº 2.914/2011, sendo que o valor máximo obtido foi de 0,09 uT na amostragem realizada no mês de agosto de 2017. Ressalta-se que após a sistema de filtração lenta, não foi identificada turbidez nas amostras analisadas, indicando, uma eficiência no sistema para a remoção deste parâmetro. Por outro lado, faz-se importante salientar que não foram realizadas amostragem em períodos chuvosos, os quais, comumente, são responsáveis pelo carreamento de sedimentos e consequente elevação de turbidez nos corpos hídricos (LOPES; MAGALHÃES JR., 2010).

Nesta acepção, salienta-se que Gonçalves e Bastos (2012), com o intuito de tornar potável a água de chuva para o abastecimento descentralizado de comunidades, verificaram a remoção da turbidez acima dos 95% em amostras após passarem pelo sistema de filtração lenta juntamente com a desinfecção ultravioleta, com esta última sendo utilizada para complementar o processo de desinfecção do filtro lento.

Em águas naturais, a cor está diretamente relacionada à degradação de matéria orgânica, que, geralmente, não representa risco à saúde. Contudo, em alguns casos, essa coloração pode estar associada à presença de compostos com potencial cancerígeno, como por exemplo trihalometanos, além disso, águas contendo resíduos domésticos e industriais também apresentam coloração, podendo ou não apresentar toxicidade, sendo seu valor expresso em unidade Hazen - uH (VON SPERLING, 2014).

Destaca-se que para a caracterização das águas para abastecimento faz-se necessária a distinção entre a cor real da cor aparente, sendo que a cor aparente é aquela que considera as partículas presentes na água, enquanto a cor real é identificada através de análise laboratorial, estando diretamente relacionada à concentração de matéria orgânica presente na água natural (LIBÂNIO, 2008).

Deste modo, o Quadro 5 retrata os valores de cor aparente observados nas amostras coletadas comparados aos valores da Portaria do MS nº 2.914/2011. Verifica-se que as amostras coletadas antes do sistema de filtração lenta apresentaram valores de cor aparente variando entre 11,352 e 16,853 uH, obtidas, respectivamente, nos meses de setembro e maio de 2017. Já a amostra coletada em maio de 2017 (16,835 uH), não atendeu à referida Portaria, que estabelece o limite máximo de 15 uH. Contudo, todas as amostras coletadas após o sistema de filtração lenta apresentaram valores inferiores a 0,125 uH, indicando que o sistema implementado na Fazenda Córrego dos Pinheiros é eficaz para a redução da cor aparente.

Quadro 5 - Valores de cor aparente obtidos nas análises laboratoriais realizadas em amostras de águas coletadas na Fazenda Córrego dos Pinheiros (MG)

Cor Aparente – uH			
Data da coleta	Valor antes do filtro	Valor após o filtro	Valor máximo permitido (Portaria MS nº 2.914/2011)
23/05/2017	16,835	0,125	15 uH
27/06/2017	12,532	0,016	15 uH
15/08/2017	12,375	0	15 uH
12/09/2017	11,352	0	15 uH

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Em análise semelhante, Paterniani e Conceição (2004) obtiveram resultados entre 48% e 87% de eficiência em um trabalho realizado com um sistema de filtração lenta combinado com um sistema de pré-filtração (que consiste em passar a água primeiro por um filtro composto apenas por pedregulho, com o intuito de diminuir a turbidez e a cor da água antes de submetê-la ao filtro lento), no tratamento de água para pequenas comunidades.

Com relação às análises da cor real, destaca-se que na Portaria do MS nº 2.914/2011 não há valor máximo permitido para tal parâmetro. Todavia, os resultados de cor real obtidos antes do sistema de filtração lenta variaram entre 0 uH (amostra coletada no mês de setembro) e 19,375 uH (amostra coletada no mês de maio). Salienta-se que esse aumento pode estar relacionado ao aumento de escoamento superficial devido ao aumento da pluviosidade ocorrido dias antes da coleta.

Quadro 6 - Valores de cor real obtidos nas análises laboratoriais realizadas em amostras de águas coletadas na Fazenda Córrego dos Pinheiros (MG)

Cor Real – uH			
Data da coleta	Valor antes do filtro	Valor após o filtro	Valor máximo permitido (Portaria MS nº 2.914/2011)
23/05/2017	19,375	13,568	Não se aplica
27/06/2017	14,234	11,581	Não se aplica
15/08/2017	0,834	0,063	Não se aplica
12/09/2017	0	0	Não se aplica

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Por sua vez, os valores de cor real verificados após o filtro variaram entre 0 uH e 13,568 uH, obtidos, respectivamente, nas amostras referentes aos meses de setembro e maio de 2017, mostrando uma redução de 20 a 92% nas amostras coletadas. Destaca-se que Rodrigues (2014) em trabalho análogo à esta pesquisa, visando avaliar o desempenho do filtro lento feito com argila expandida e geotêxtil, alcançou valores de remoção de cor verdadeira variando entre 35% e 52%.

Segundo Piveli e Kato (2006), os sólidos presentes na água equivalem à matéria presente nesta, além disso, este parâmetro pode indicar presença de esgoto doméstico ou resíduo industrial na água, ou a presença de compostos orgânicos nesta. Além disso, os sólidos presentes na água interferem na quantidade de luz que pode atravessá-la, estando assim, associados à turbidez.

Dessa forma, o Quadro 7 apresenta os valores de sólidos totais encontrados nas amostras de água em comparação com o valor máximo permitido pela Portaria do MS nº

2.914/2011, que corresponde a 1000mg/L. É possível observar que os valores obtidos antes do sistema de filtração lenta já atendiam à legislação, variando entre 0,054 mg/L (amostra coletada em setembro de 2017) e 0,146mg/L (amostra coletada no mês de junho de 2017), podendo estar relacionados à matéria orgânica dissolvida e ao escoamento superficial.

Quadro 7 - Valores de sólidos totais obtidos nas análises laboratoriais realizadas em amostras de águas coletadas na Fazenda Córrego dos Pinheiros (MG)

Sólidos Totais – mg/L			
Data da coleta	Valor antes do filtro	Valor após o filtro	Valor máximo permitido (Portaria MS nº 2.914/2011)
23/05/2017	0,074	0,004	1000 mg/L
27/06/2017	0,146	0,036	1000 mg/L
15/08/2017	0,060	0,006	1000 mg/L
12/09/2017	0,054	0,003	1000 mg/L

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Já os valores encontrados após a água passar pelo sistema de filtração lenta situaram-se entre 0,003 mg/L e 0,036mg/L, alcançados, respectivamente, nas amostras coletadas nos meses de setembro e junho de 2017), indicando uma eficiência entre 75 e 95% na remoção de sólidos totais. Semelhantemente, em pesquisa realizada por Gonçalves e Bastos (2012), que visava tratar água de chuva através da filtração lenta e da desinfecção ultravioleta para o abastecimento de comunidades descentralizadas, foi obtida uma eficiência entre 87 e 91% de remoção de sólidos totais.

O parâmetro pH (potencial hidrogeniônico) expressa a acidez ou basicidade de uma determinada solução. Assim, considerando o abastecimento de água, valores muito baixos de pH implicam em água corrosiva a alguns metais e, até mesmo paredes de concreto; já uma água com pH alto pode causar incrustações nas tubulações e reservatórios. Ademais, o pH pode interferir indiretamente na saúde da população, pois se água é muito ácida ou muito básica pode causar irritações na pele, olhos e mucosas (DI BERNARDO; PAZ, 2009).

Desse modo, com relação ao pH das amostras de água coletadas na Fazenda Córrego dos Pinheiros, pode-se observar que os valores de pH obtidos antes do filtro lento corresponderam a 6,0 em todas as amostragens realizadas, atendendo dessa forma, à Portaria do MS nº 2.914/2011 (Quadro 8). Ressalta-se que este mesmo valor foi obtido nas amostras após o sistema de filtração lenta.

Quadro 8 - Valores de pH obtidos nas análises laboratoriais realizadas em amostras de águas coletadas na Fazenda Córrego dos Pinheiros (MG)

Potencial Hidrogeniônico			
Data da coleta	Valor antes do filtro	Valor após o filtro	Valor máximo permitido (Portaria MS nº 2.914/2011)
23/05/2017	6,0	6,0	Entre 6,0 e 9,0
27/06/2017	6,0	6,0	Entre 6,0 e 9,0
15/08/2017	6,0	6,0	Entre 6,0 e 9,0
12/09/2017	6,0	6,0	Entre 6,0 e 9,0

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Pode-se observar que antes da implantação do sistema de filtro lento o valor de pH já atendia aos valores preconizados na Portaria do MS nº 2.914/2011. Além disso, destaca-se que, de acordo com Almeida *et al.* (2015), o valor de pH observado nas amostras não interfere na qualidade da água a ser consumida.

Desse modo, embora os resultados obtidos nas amostras de água coletadas na Fazenda Córrego dos Pinheiros já atendessem, em sua maioria, aos limites preconizados pela Portaria do MS nº 2.914/2011, o sistema de filtração lenta implantado mostrou-se eficaz na remoção de *E. coli*, turbidez, cor aparente, cor real e sólidos totais da água. Verifica-se assim que a água após passagem pelo sistema implantado não representa risco à saúde daquelas que a consomem quanto aos parâmetros analisados.

3.2. Percepção dos moradores da comunidade dos Pinheiros acerca da utilização de água de nascente para abastecimento humano

Para avaliar a percepção dos moradores locais quanto a qualidade da água por eles utilizada, foram aplicados questionários à 5 moradores residentes em um raio de 500 metros da sede da Fazenda Córrego dos Pinheiros, assim como ao proprietário desta, os quais foram identificados com as letras “A” a “E” (Quadro 9).

O questionário foi aplicado a dois homens e três mulheres, com idade média de 40 anos e ensino fundamental completo. Ressalta-se que com relação ao número de residentes nas casas, notou-se uma média de três moradores, com tempo médio de residência correspondendo a 20 anos.

Quadro 9 – Identificação dos moradores participantes da pesquisa residentes nas proximidades da Fazenda dos Pinheiros, Passabém (MG)

Identificação	Sexo	Idade	Escolaridade	Número de residentes na casa	Tempo que a família mora na residência
A	Masculino	58 anos	Ensino fundamental completo	2	58 anos
B	Feminino	46 anos	Ensino fundamental incompleto	3	13 anos
C	Feminino	35 anos	Ensino médio completo	2	12 anos
D	Masculino	28 anos	Ensino médio completo	4	28 anos
E	Feminino	33 anos	Ensino fundamental incompleto	3	10 anos

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Quando questionados sobre a localização da nascente em suas propriedades, 20% dos moradores participantes responderam que estas se encontravam no ponto mais alto do terreno; 60% responderam que as nascentes estavam situadas à meia encosta e os 20% restantes disseram que a nascente estava localizada na parte mais baixa da propriedade. Segundo Valente e Gomes (2015), as nascentes de contato são as mais comuns em território brasileiro, deste modo, as nascentes da região da Fazenda Córrego dos Pinheiros fazem parte desta perspectiva, visto que este tipo de nascente se caracteriza pela formação em locais bem definidos, correspondendo aos chamados “olhos d’água”.

Considerando a quantidade de água presente nas nascentes que abasteciam as residências, 60% dos respondentes disseram que as nascentes possuíam um volume médio de água e 40% disseram que as nascentes possuíam pouca água. Além disso, todos os respondentes salientaram que o volume de água vem diminuindo drasticamente com o passar dos anos. Deste modo, destaca-se a importância da proteção desses locais conforme descrito na Lei nº 12.651/2012, que instituiu o Novo Código Florestal, uma vez que a mata ciliar auxilia na retenção de água no solo, garantindo que o volume de água da nascente não sofra redução significativa nos períodos de seca devido ao maior volume de água infiltrado nos períodos chuvosos (VALENTE; GOMES, 2015).

Quanto à qualidade das águas provenientes das nascentes, 60% dos participantes dessa pesquisa acreditavam que a água por eles consumida era limpa, enquanto os outros 40% disseram que a água era pouco limpa. Neste sentido destaca-se que as águas das nascentes são facilmente contaminadas por serem superficiais e estarem diretamente expostas às alterações no seu entorno. Dessa forma, as águas de nascentes podem ser contaminadas pelo escoamento

superficial, visto que as águas provenientes das chuvas carregam as substâncias presentes no solo para o olho d'água (GUIMARÃES *et al.*, 2007).

Ao serem indagados sobre a vegetação próxima às nascentes, 20% dos respondentes indicaram que esta era de grande porte, 40% afirmaram que a vegetação próxima possuía médio porte e 40% salientaram que a vegetação nas proximidades das nascentes era de pequeno porte. Ainda neste sentido, 60% dos participantes da pesquisa disseram que a vegetação era fechada, já os 40% restantes afirmaram que a vegetação se apresentava espalhada e rarefeita. Segundo a Lei nº 12.651/2012, toda nascente deve conter uma área protegida com raio de 50 metros para impedir o acesso de animais de grande porte, garantindo que a mata ciliar auxilie na infiltração de água no solo, evitando ainda a contaminação desta por agentes patogênicos que podem ser transmitidos por animais de grande porte (BRASIL, 2012).

Quando os moradores foram questionados sobre a utilização da água da nascente, todos responderam que utilizavam a água para consumo humano, 80% dos respondentes afirmaram que também utilizavam a água para consumo animal e irrigação de hortaliças e 40% disseram que a água também era utilizada para irrigar lavouras. Ainda neste sentido, quando questionados se a água recebia algum tratamento antes de ser consumida, 80% indicaram que utilizavam o filtro de barro, enquanto 20% dos respondentes afirmaram que a água não recebia nenhum tipo de tratamento. Segundo dados da FUNASA (2007), as doenças de veiculação hídrica estão diretamente ligadas ao consumo de água sem um tratamento prévio, podendo ser citadas cólera, febre tifoide e diarreia aguda. Por outro lado, estas doenças podem ser facilmente evitadas com a implantação de saneamento básico e pela proteção dos mananciais por meio de cercas, por exemplo.

Além disso, a fervura é um dos métodos mais seguros para se evitar a proliferação de doenças de veiculação hídrica, sendo de fácil utilização em ambientes rurais (FEITOSA; FILHO, 2009). O sistema de filtração lenta também é uma alternativa para o tratamento de água em comunidades rurais, por se tratar de um sistema de fácil operação e implantação e oferecer alta remoção de organismos patogênicos e turbidez (CONSELHO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2006).

Os participantes dessa pesquisa foram questionados se nos últimos anos foram realizados plantio de árvores visando a proteção das nascentes, sendo possível notar que todos os respondentes afirmaram que não ocorreram ações neste sentido. Além disso, quando questionados acerca da presença de processos erosivos nas proximidades das nascentes, 80% dos respondentes afirmaram que não havia erosão, já 20% dos participantes apontaram a

existência de erosão de médio porte acima da nascente. Segundo a Agência Nacional das Águas (2017), a erosão é a principal causa de turbidez dos cursos hídricos, desta forma, a presença de erosão próxima à nascente pode acarretar em água turva principalmente em períodos chuvosos.

Por fim, quando questionados sobre as condições referentes à preservação das nascentes, 80% dos respondentes afirmaram que as nascentes estavam protegidas e 20% disseram que não havia cuidados especiais com estas. Neste sentido destaca-se que nas comunidades rurais ainda há falta de informação quanto à importância da preservação das nascentes, deste modo, é essencial a conscientização dos moradores quanto a necessidade do cercamento, reposição da mata no entorno das nascentes, para assim garantir que estas não sejam degradadas.

4. Conclusões

Os moradores de comunidades rurais, em maioria, não têm acesso à água tratada, deste modo, a água é consumida tal como é encontrada na natureza, o que possibilita a proliferação de doenças, visto que pode estar contaminada por microrganismos patogênicos. Para o tratamento de águas em zona rural, uma técnica que pode ser citada é a fervura, uma vez que esta minimiza os patógenos presentes na água. Entretanto, a fervura não é eficaz para águas que apresentam turbidez e sólidos totais, por exemplo. Neste sentido, o filtro lento, por ser de fácil implantação e manutenção, além de possuir baixo custo, é indicado para tratar águas em propriedades rurais.

Dessa forma esta pesquisa visou analisar a eficiência de um sistema de filtração lenta para remoção da turbidez, *Escherichia coli* e dos sólidos totais da água de uma nascente, localizada na Fazenda Córrego dos Pinheiros, na zona rural de Passabém (MG). Além disso, foram analisadas imagens de satélite da região no entorno da propriedade em que se encontra a nascente quanto ao uso e ocupação do solo, e também, examinada a percepção dos moradores próximos à Fazenda Córrego dos Pinheiros quanto a qualidade da água por eles consumida.

Com relação às imagens de satélites, foi possível perceber que nos últimos dez anos houve um pequeno aumento na vegetação no entorno da nascente e também nas proximidades da Fazenda Córrego dos Pinheiros. Ressalta-se que a área no entorno da propriedade é utilizada apenas como pastagem, não havendo áreas significativas de agricultura. Por outro lado, não foi observado aumento no número de construções na região. Assim, a realização de

ações de educação ambiental com moradores de comunidades rurais se faz relevante para difundir a importância acerca da preservação da mata ciliar e topos de morros para assim, contribuir para a melhoria da qualidade ambiental e, conseqüentemente, da qualidade de vida dessa população.

De maneira geral, o sistema de filtração lenta se mostrou eficiente quanto aos resultados verificados nos parâmetros turbidez, *E. coli*, pH, cor real e aparente e sólidos totais nas amostras de água coletadas. Todavia, faz-se importante salientar que os resultados obtidos nas amostras coletadas com relação aos parâmetros turbidez, sólidos totais e pH já atendiam à Portaria do MS nº 2.914/2011 antes do filtro. Já os parâmetros *E. coli* e cor aparente não atendiam inicialmente à Portaria do MS, passando a atendê-la após a passagem da água pelo sistema de filtração lenta. Destaca-se ainda que o melhor resultado alcançado está associado ao parâmetro *E. coli*, visto que o filtro lento o eliminou completamente.

Ressalta-se que as amostragens de água para análise da eficiência do filtro lento não foram realizadas em períodos chuvosos, além disso, não foram examinados todos os parâmetros estabelecidos na Portaria do MS nº 2.914/2011. Dessa forma, para uma análise mais consistente acerca da eficiência do filtro lento, assim como da qualidade da água consumida na Fazenda Córrego dos Pinheiros, recomenda-se a realização de mais amostragens, principalmente no período chuvoso, além da análise dos demais parâmetros contidos na Portaria do MS.

Quanto à percepção dos moradores, segundo a maioria destes, a água por eles utilizada era limpa e proveniente de nascentes que possuíam cercamento, contudo, faz-se importante salientar que apenas o cercamento da nascente não é suficiente para garantir uma água de qualidade. Verificou-se ainda que a maioria dos moradores não realizava nenhuma forma de tratamento da água antes do seu consumo, pois para eles apenas a “transparência” da água era garantia de sua qualidade.

Como forma de incentivo aos moradores quanto à preservação das nascentes, sugere-se que o governo local invista em palestras para discutir e informar a importância dessa ação. Além disso, recomenda-se que sejam realizadas ações para conscientizar a população dos riscos relacionados ao consumo de água não tratada.

A água é essencial para a manutenção da vida, sendo assim, fundamental cuidar deste recurso, para que seja preservada em quantidade e qualidade suficientes para a geração atual e as futuras gerações. Por fim, mostra-se necessária a realização de outros trabalhos que visem analisar sistemas de tratamento de água em zonas rurais, uma vez que o cenário observado na Fazenda Córrego dos Pinheiros é verificado em vários lugares do país.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Indicadores de qualidade: índice de qualidade das águas (IQA)**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 09 nov. 2017.

ALMEIDA, M. S., SOUSA, A. O., ALMEIDA, A. P. A. **Tratamento de água: sistema filtro lento acoplado a um canal de garrafas pet**. Workshop Internacional sobre água no semiárido brasileiro. 2015. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiarido/trabalhos/TRABALHO_EV044_MD4_SA6_ID108_28102015200158.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2017.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22. Ed. Washington: APHA, 2012.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Pioneira, 2009.

BOTELHO, J. M.; CRUZ, V. A. G. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

BRASIL. Decreto nº 100 de 16 de Abril de 1991. Institui a Fundação Nacional da Saúde e dá outras providências. **Diário da União**. Brasília, DF, 16 de Abril de 1991. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D0100.htm>. Acesso em: 05 dez. 2017.

BRASIL. Lei nº 11.445 de 05 de Janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário da União**. Brasília, DF, 05 de Janeiro de 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 27 nov. 2017.

BRASIL. Portaria n° 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Ministério da Saúde**. Brasília, DF, 12 de dezembro de 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 09 dez. 2017.

BRASIL. Lei n° 12.651, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n°s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n°s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário de União**. Brasília, DF, 25 de Maio de 2012. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 07 de nov. 2017.

COELHO, E. R. C. **Influência da pré-oxidação com ozônio e peróxido de hidrogênio na remoção de atrasina em filtros lentos de areia e carvão ativado granular**. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-01122016-122301/en.php>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

CONSELHO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Manual de saneamento rural**. Uberlândia, Associação dos Municípios da Microrregião do Vale do Paranaíba, 2006. Disponível em: <<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/SaneamentoAmbienta0/SemestreAtual/ManualdeSaneamentoRural.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

DI BERNARDO, L.; PAZ, L. P. S. **Seleção de tecnologias de tratamento de água**. São Carlos: LDiBe, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Simplificado para Melhoria da Qualidade da Água Consumida nas Comunidades Rurais do Semiárido do Brasil**. Jaguariúna, 2006. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_53.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2017.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MINAS GERAIS (EMATER - MG). **Água para consumo na propriedade rural**. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/DETEC_Ambientalcartilha%20%C3%A1gua%20para%20consumo%20na%20propriedade%20rural.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2017.

FEITOSA, N. B.; FILHO, C. F. M. **Abastecimento de água no meio rural**. Campina Grande: UFCG, 2009. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/A0.html>>. Acesso em: 05 dez. 2017.

FLORENZANO, T. G. **Inicialização em sensoriamento remoto**. 3. Ed. São Paulo: Oficina de textos. 2013.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE (FUNASA). **Manual de Saneamento**. Ministério da Saúde, 2007. Disponível em: <<http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/pos-graduacao/funasa-manual-saneamento.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE (FUNASA). **Panorama do saneamento rural no Brasil**. Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GONÇALVES, R. F.; BASTOS, F. P. **Potabilização de água de chuva através de filtração lenta e desinfecção ultravioleta para abastecimento descentralizado de comunidades**. Vitória, ES: UFES, 2012. Disponível em: <<http://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/08/Potabiliza%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1gua-de-chuva-atrav%C3%A9s-de-filtra%C3%A7%C3%A3o-lenta-e-desinfec%C3%A7%C3%A3o-ultravioleta-para-abastecimento-descentralizado-de-comunidades.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

GOOGLE. **Google Earth**. Versão 7.1.5.1557. 2015. Nota: Passabém (MG). Disponível em: <<http://www.google.com/earth/download/ge/agree.html>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Saneamento Básico**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Capit%204%20parte%202.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. Ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico de 2010**: Passabém, Minas Gerais. 2010a. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=314750&idtema=1&search=minas-gerais|passabem|censo-demografico-2010:-sinopse->>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Carta Internacional ao Milionésimo**. 2010b. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/interativos/servicos/wms-do-arcgis>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2. Ed. Campinas: Átomo, 2008.

LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES Jr. Avaliação da qualidade das águas para recreação de contato primário na bacia do alto rio das Velhas – MG. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 6, p. 133-150, 2010.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999. Disponível em <http://cliente.argo.com.br/~mgos/analise_de_conteudo_moraes.html>. Acesso em: 02 dez. 2017.

PATERNIANI, J. E. S., CONCEIÇÃO, C. H. Z. Eficiência da pré-filtração e filtração lenta no tratamento de água para pequenas comunidades. Campinas, SP. **Eng. ambient.**, Espírito Santo do Pinhal, v.1, n.1, jan./dez., 2004. Disponível em: <<http://www.aguadechuva.com/download/ea-2005-7.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: Aspectos Físico-químicos.** ABES, 2006.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. Ed. Novo Hamburgo: Universidade Freevale, 2013.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologias de tratamento.** São Paulo: Editora Blucher, 2009.

RODRIGUES, A. S. **Desempenho de um sistema de filtração lenta de água em argila expandida e geotêxtil.** Universidade do Minho, Escola de Engenharia, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/36102>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

SILVA, V. B.; GASPARETTO, N. V. L. Qualidade da água na sub-bacia do rio do Campo - Campo Mourão-PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, UFPE, v. 09, n. 02, 2016. Disponível em <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/download/1167/94>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

VALENTE, O. F., GOMES, M., A. **Conservação de nascentes: Produção de água em pequenas bacias hidrográficas.** 2 ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2013.

VERGARA, S. C. **Métodos de coleta de dados no campo.** São Paulo: Atlas, 2009.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4. Ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.