

TECNOLOGIAS DE BAIXO CUSTO PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA: O USO DA FILTRAÇÃO DIRETA EM MÚLTIPLAS CAMADAS PARA REMOÇÃO DE TURBIDEZ EM AMOSTRA DO RIBEIRÃO DO DESCOBERTO

Leonardo Ramos da Silveira¹
Vitor de Moraes Alves²
Renato Welmer Veloso³

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Resumo

Protótipos de filtros foram construídos em escala piloto como um mecanismo de filtração de baixo custo, com potencial de ser aplicado em pequenas comunidades. O sentido da construção de um modelo de filtro para atender os padrões de potabilidade de água visa promover a melhoria por qualidade de água demanda para o consumo. Além disso, esse protótipo de filtro apresenta um potencial de alocação em locais que não têm acesso a água potável, ou seja, de boa qualidade. Portanto, esse projeto teve o objetivo de avaliar a eficiência de remoção de turbidez de água bruta por filtros em escala piloto aos valores exigidos para a potabilidade para o consumo humano. A avaliação do tratamento foi estabelecida pela determinação dos seguintes parâmetros: turbidez, condutividade elétrica, pH e sólidos totais dissolvidos. A amostra de água foi coletada do Ribeirão Descoberto, um dos principais fontes de abastecimento do Distrito Federal. Após os ensaios de filtração, foi possível observar uma eficiência média de 98% de remoção da turbidez, para a filtração de 45 L. Os valores de turbidez do filtrado estavam próximos dos padrões de potabilidade. Todavia, os resultados de remoção de partículas em suspensão indicam um potencial de utilização no tratamento de água em pequenas estações de tratamento, em associação com tecnologia complementares de tratamento. Isto promoverá o aumento da segurança operacional, por meio do aumento dos seguintes parâmetros: taxa de filtração e carreira de filtração dos filtros.

Palavras-chave: Água bruta; Ribeirão Descoberto; Dupla-filtração; Potabilidade.

INTRODUÇÃO

A qualidade dos corpos de água superficial e subterrânea tem sido intensamente deteriorada na maioria das vezes pela ação antrópica, que acontece tanto em países

¹Prof. Dr. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás – Departamento de Áreas Acadêmicas- Área de meio ambiente. leonardo.silveiral@ifg.edu.br.

²Técnico em Meio Ambiente. alvesvitormoraes@gmail.com

³Prof. Dr. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás – Departamento de Áreas Acadêmicas- Área de meio ambiente. renato.velosol@ifg.edu.br.



desenvolvidos como em países em desenvolvimento, apresentando um risco potencial de comprometimento à saúde e o bem-estar do ser humano (PERALTA, 2005). Entretanto, a depende da extensão do problema, a adoção de outra etapa de separação de antecedendo a filtração se torna necessária. Nesse caso, para não ocorre o tratamento convencional utilizando a flotação, pode ser uma opção o uso da dupla filtração, seja ela utilizando apenas filtros de areia, ou substituindo a filtração ascendente em areia por filtração em areia (BRAGA, 2005).

A dificuldade crescente de oferece água potável de boa qualidade e em grande quantidade para sacia a população é uma preocupação do mundo moderno. No Brasil, geralmente não há condições financeiras ou conhecimento suficiente para que tenha um tratamento adequado. Com consequência há a perda de grandes volumes de água que poderiam ser reutilizadas (NASCIMENTO, PELEGRINI, BRITO; 2012).

O processo de filtração lenta em areia é uma alternativa tecnológica de tratamento de água com potencial em uso em países desenvolvidos, devido a uma série de fatores, como o baixo custo de instalação e manutenção, menos complexidade operacional e à dispensa da utilização de produtos químicos. Paradoxalmente, esta tecnologia encontra-se mais disseminada em países de regiões desenvolvidas da Europa e América do Norte (MARNOTO, 2008).

A dupla filtração permite o tratamento de água com menos qualidade, possibilita o uso de taxas defiltração mais elevadas no filtro ascendente e isso oferece maior segurança do ponto de vista operacional e relação às variações bruscas de qualidade da água bruta captada para o tratamento. Além disso, esta técnica apresenta maior eficiência na remoção de microrganismos, que promove o aumento na segurança em relação o processo posterior de desinfecção final, além de outras vantagens com relação à filtração direta ascendente (DI BERNARDO, 2003).

A dupla filtração caracteriza-se pela aplicação da filtração direta ascendente como uma forma de pré-tratamento para a filtração descendente. Dessa forma, após o processo de coagulação, a água passa pelo filtro ascendente, com material granular tendo granulometria apropriada para que seja produzida água filtrada com turbidez consistentemente inferior a cinco unidades nefelométricas de turbidez (UNT) (DI

BERNARDO, 2008). Por outro lado, a filtração lenta é reconhecida como a tecnologia recomendada para o tratamento de água de pequenas comunidades, pois é de simples construção, operação e manutenção. Esses fatores representam uma redução nos custos gerais e, conseqüentemente, maior acesso ao produtor rural (NASCIMENTO; PELEGRINI; BRITO, 2012).

Silveira, Coutinho e Araújo (2015) mostraram o desempenho e eficiência do Filtro de Múltiplas Camadas (FMC) e sua aplicação em locais que não possuem uma Estação de Tratamento de Água (ETA). Além disso, os autores demonstraram a facilidade de construção de um FMC com materiais de fácil acesso e baixo custo e ainda uma baixa manutenção. A eficiência de remoção de turbidez foi da ordem de 95%, ausência de sólidos totais dissolvidos e valores de pH e CE estavam de acordo com os parâmetros da Portaria 2914 de 2011 atualmente Portaria n 888 de 2021, para água de abastecimento.

O município de Águas Lindas de Goiás segundo o IBGE (2010), possui a partir de projeções estatísticas para o ano de 2015 cerca de 188 mil habitantes. O abastecimento de água do município, em sua totalidade é realizado por sistemas subterrâneos, usos estes, que não levam em consideração a recarga do lençol freático, o que compromete severamente a sua recarga, estudos como este são de grande importância, pois visam buscar uma tecnologia de baixo custo, que trata a água para a população e que atenda aos requisitos da portaria nº 888 de 2021.

Sendo assim torna-se necessário buscar o melhor método para o tratamento de água com baixo custo usando materiais de fácil acesso, tratando os aspectos físico-químicos, para que possa atender pequenas populações, ou comunidades carentes e zonas rurais onde o tratamento ainda é escasso, visando a melhoria da qualidade de vida do habitante, e dando dignidade de vida ao consumir água de qualidade. É neste sentido que o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência da dupla filtração (Filtros 1 e 2) para a remoção de turbidez em amostra de água do Ribeirão do Descoberto. Além disso avaliar outros parâmetros como: sólidos totais dissolvidos, pH, condutividade e verificar se estão de acordo com os padrões para potabilidade.



METODOLOGIA

O filtro de múltiplas camadas foi montado em um tubo de PVC de 150 mm, com altura de 1,76 m. Para a construção do leito filtrante, utilizou-se os seguintes materiais: seixo rolado, areia, brita, carvão ativado e geotêxtil. A primeira camada foi a suporte, constituída de seixos rolados de granulometria variada, tendo 10 cm de espessura no meio filtrante. A segunda camada foi de areia lavada, essa camada tinha um total de 40 cm de altura, mas esta foi dividida em 3 subcamadas, sendo a primeira subcamada de 10 cm com a areia retida na peneira de 250 mm/ μ m, a segunda de 15 cm com areia retida na peneira de 400 mm/ μ m, e a terceira de 15 cm com areia retida na peneira de 600 mm/ μ m, totalizando assim os 40 cm da camada de areia. Logo acima da camada de areia foi colocada a camada de brita, no qual foi utilizado a brita 1 com camada medindo 10 cm. Depois da camada de brita, foi colocada a camada de carvão ativado, sendo que essa camada possuía altura de 4 cm. Por fim foi colocada uma manta sintética (Geotêxtil) logo acima da camada de brita.

O filtro lento foi construído em tubo de PVC medindo 0,15 m de diâmetro, 1,50 m de altura. As conexões do PVC foram vedadas com cola de vedação (veda calha) e foram acoplados ao filtro: uma torneira esférica, luvas de tubo de 150mm, caps de esgoto, flange de caixa d'água, joelho 90° LR de 3/4 e anel de borracha para vedação. Foram usados quatro tipos de peneiramento para o experimento, sendo estes: 150, 250, 400 e 600 mm/ μ m.

Para análise das amostras do Ribeiro do Descoberto, foram coletados 45 litros (estação chuvosa), sendo submetidos a filtração em múltiplas camadas, dessa aliquota 36 litros foram submetidos a filtragem em um segundo filtro. As coletas foram realizadas em: 30s, 1min, 2min, 4min, 8min, 15min e a partir procedeu-se a coleta em intervalos de 5 minutos, após 1 hora os intervalos passaram a 10 minutos. As filtrações variaram de 1 hora e 10 minutos até no máximo 3 horas, as coletas foram realizadas ao longo do período da filtração, ou quando fosse observada a estabilização dos valores de turbidez medidos. Todas as análises foram realizadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Waste water (2005), sendo analisados os parâmetros: turbidez, sólidos totais, pH e condutividade. Todas as análises em nível de bancada foram realizadas no laboratório de Química do Campus Águas Lindas do IFG. A Figura a seguir demonstra os filtros.



Figura 01 – Esquema do filtro/ filtros de PVC

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 02 a 11 apresentam os resultados do processo de filtração para amostra de água do Ribeirão do Descoberto. Esse reservatório é uma importante fonte de reserva de água para o Distrito Federal, atendendo grande parte de sua população.

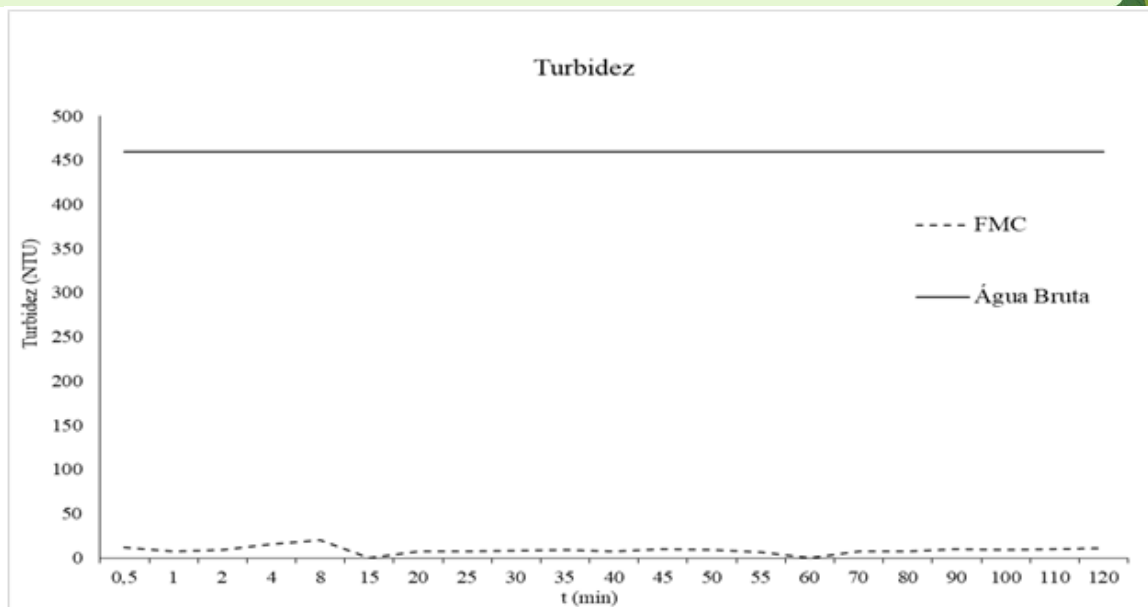
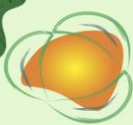


Figura 02 – Valores de Turbidez

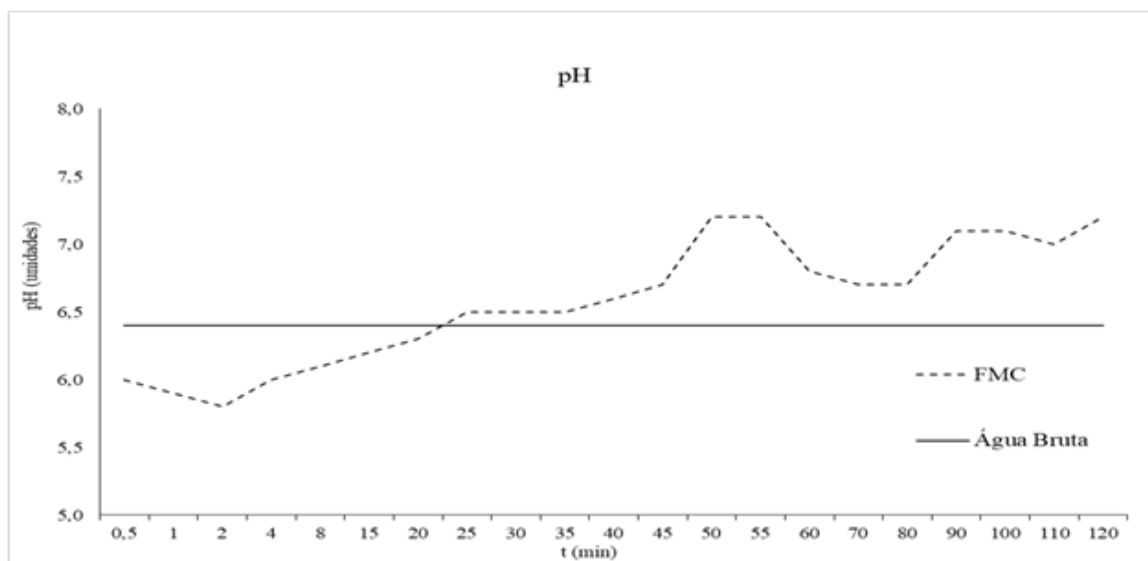


Figura 03 – Valores de pH

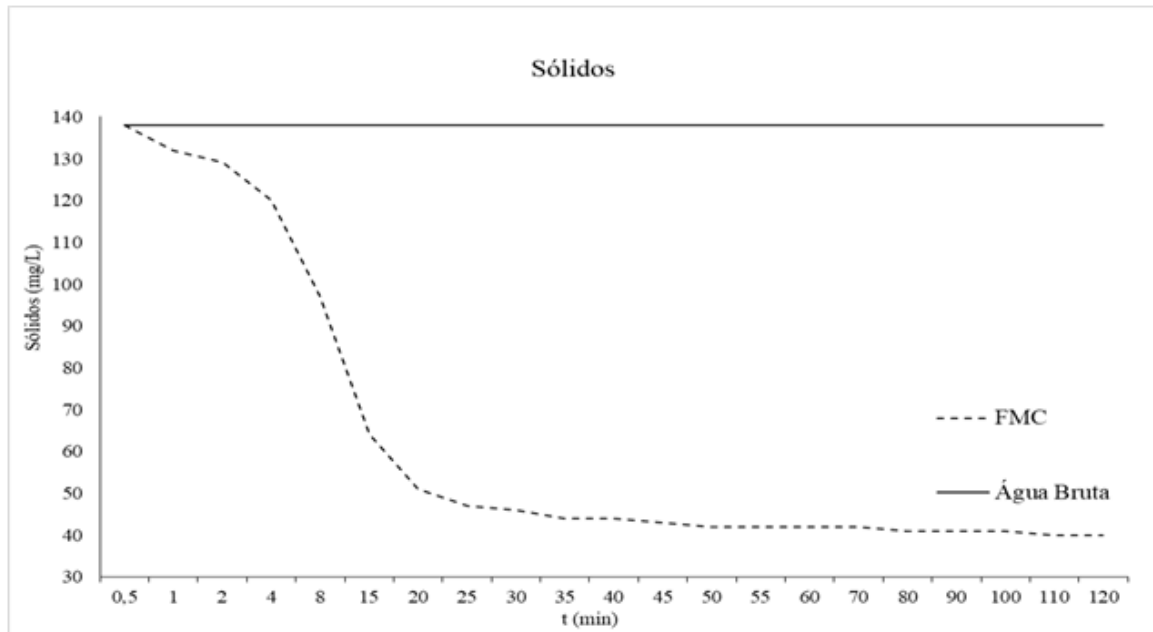


Figura 04 – Valores de sólidos totais dissolvidos.

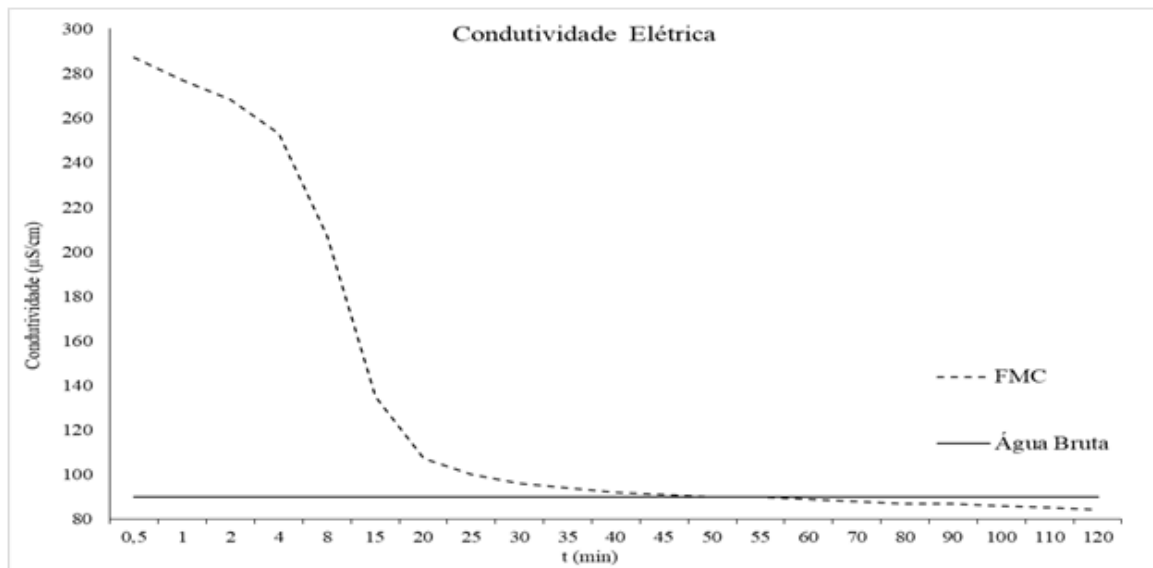


Figura 05 – Valores de condutividade elétrica.

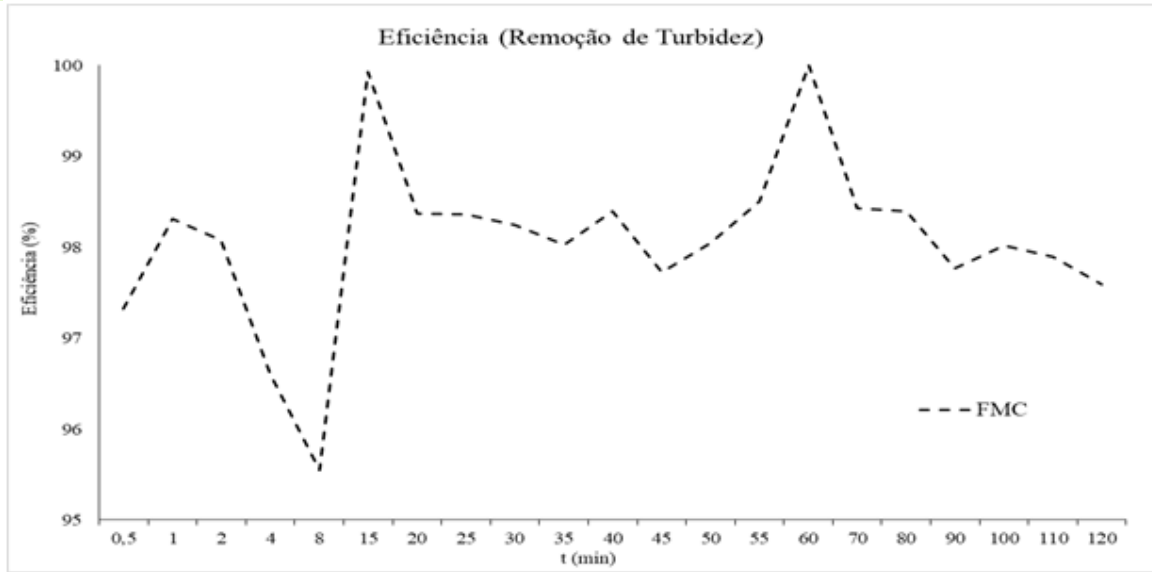
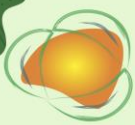


Figura 06 – Valores de eficiência de remoção de turbidez

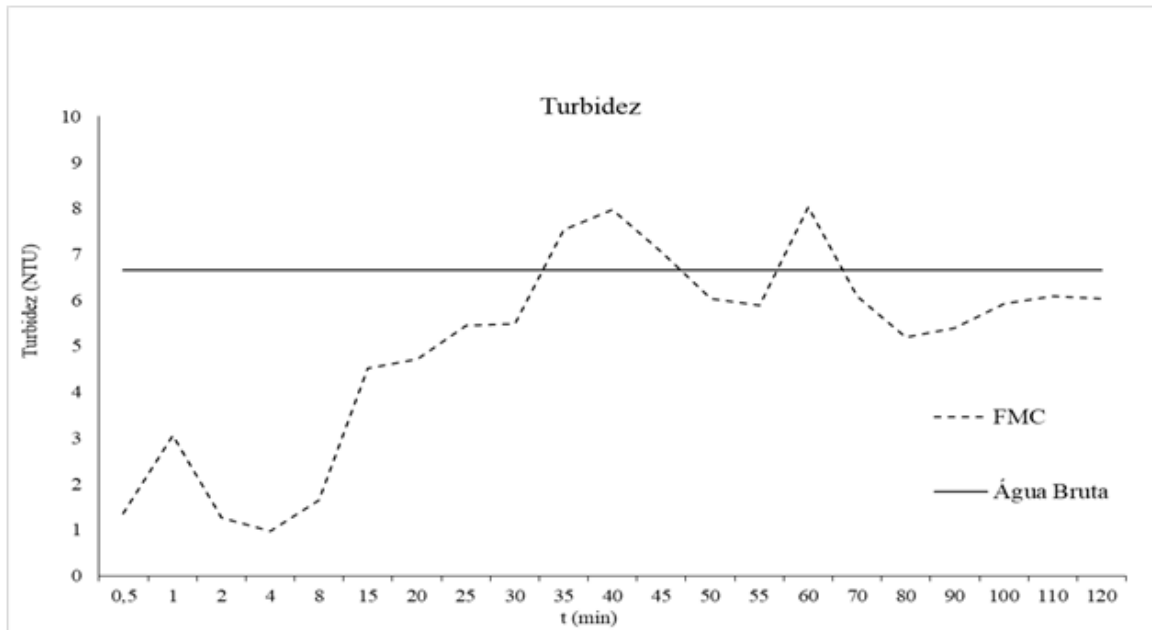


Figura 07 – Valores de turbidez para a segunda filtração.

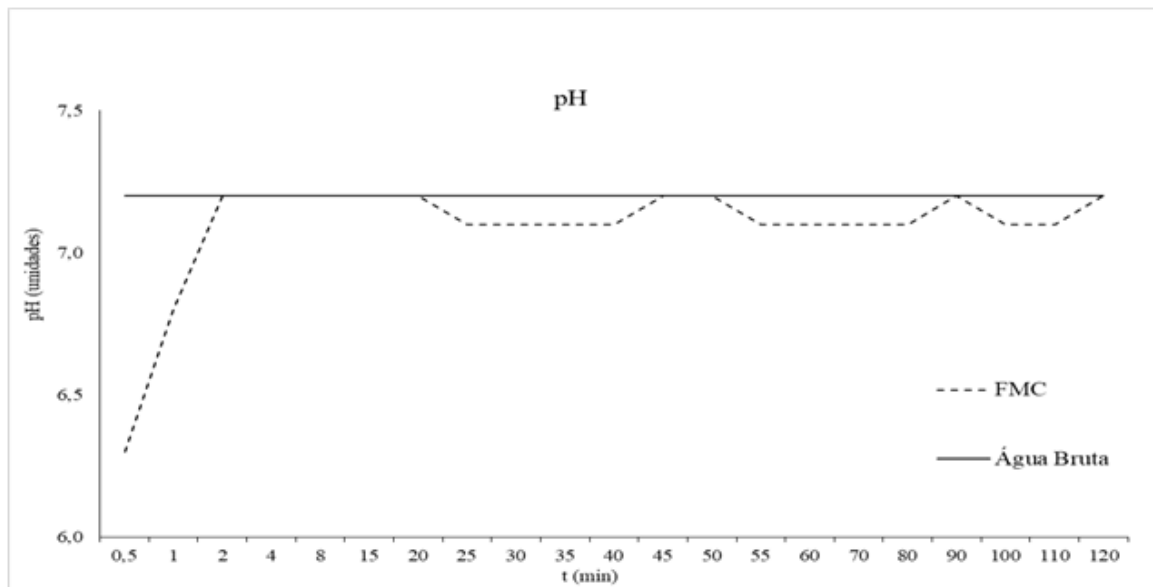


Figura 08 – Valores de pH para a segunda filtração.

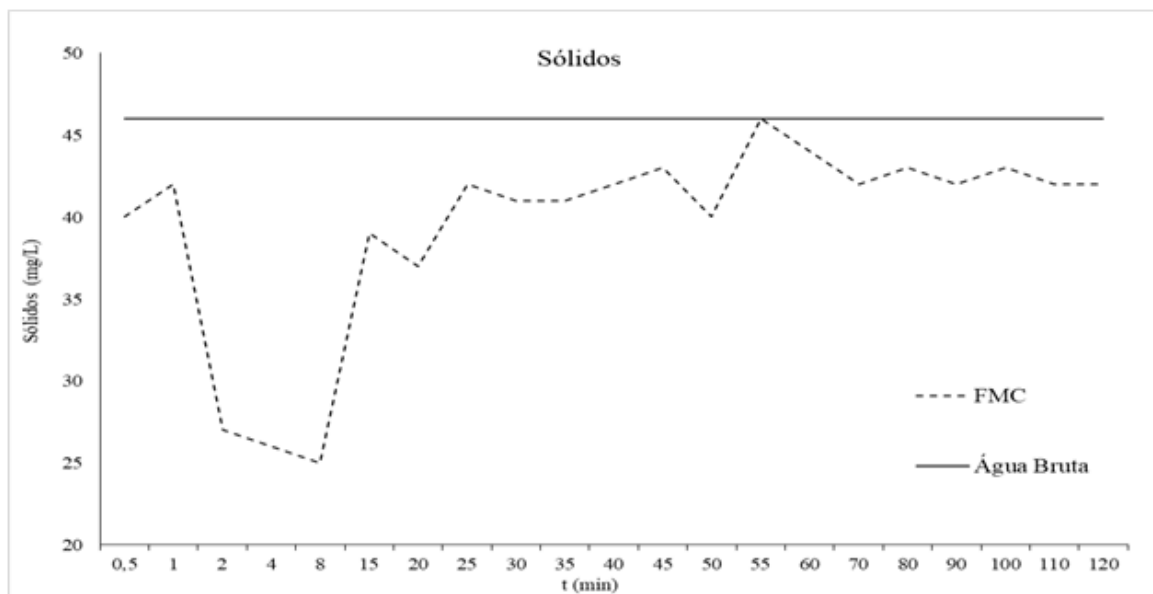


Figura 09 – Valores de sólidos totais dissolvidos para a segunda filtração.

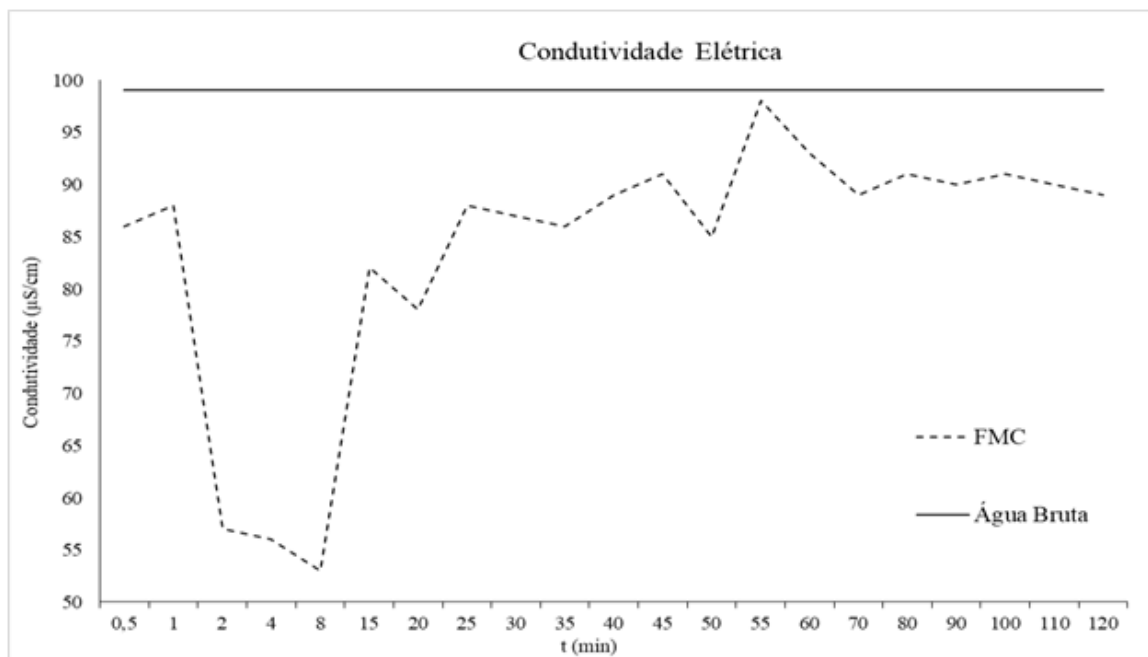


Figura 10 – Valores de condutividade elétrica para a segunda filtração.

O valor inicial da turbidez foi de 460 UNT e diminuiu para 6,66 UNT após a passagem pelo filtro 1, obtendo uma eficiência da ordem de 98,5 %. Após a passagem pelo filtro 2, o valor de turbidez foi de 1,34 UNT. Isso demonstra a alta eficiência para a remoção de sólidos em suspensão quando esta foi submetida à aplicação da vazão em dupla filtração, chegando a obter remoção da ordem de mais de 99%.

Nota-se que os valores de pH, oscilaram ao passar pelo leito filtrante, destaca-se que essa alteração se deu em função da interação entre a amostra filtrada e o próprio leito filtrante. Apesar do fato observado os valores finais, ficaram dentro dos observados para água potável. Assim, o aumento dos valores de pH está provavelmente relacionado aos mecanismos de aumento de superfície das partículas.

Os valores de sólidos totais dissolvidos acompanharam os valores de remoção de turbidez, ou seja, quanto maior a turbidez, maior os valores de sólidos na amostra. Isso demonstra a eficiência atingida pelo leito filtrante em reduzir este parâmetro, e

consequentemente, remover turbidez, uma vez que a mesma é influenciada pela quantidade de sólidos presentes na água. De forma geral, ao se analisar os parâmetros condutividade, pH, e sólidos totais dissolvidos em conjunto, é possível observar que os valores decrescem em função da passagem da vazão pelo leito filtrante.

Ressalta-se que a amostra coletada no Manancial Ribeirão Descoberto apresentou parâmetros físico-químicos dentro da faixa de potabilidade indicada pela Portaria nº 888 de 2021 após a aplicação da dupla filtração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A filtração em dupla camada de 45 litros apresentou uma eficiência da ordem de 98,5% a eficiência foi considerada satisfatória para o parâmetro analisado. Já os valores de pH, CE e sólidos totais dissolvidos se obtiveram dentro dos limites normatizados de potabilidade de água. A dupla filtração em dupla camada (Filtro 1+ Filtro 2) apresentou elevada eficiência na remoção de turbidez, especialmente porque a água aplicada (36 litros) passou pelos dois processos de filtração distintos. Por meio da utilização de uma amostra de água coletada no manancial do Ribeirão do Descoberto pode-se obter uma amostra com melhor representatividade da real condição de uso do filtro pesquisado, sendo o mesmo capaz de reduzir a turbidez de entrada de 460 UNT para 1,36 UNT. Nas “carreiras de filtração” com amostra do manancial, os valores de pH, CE e sólidos totais dissolvidos também apresentaram as mesmas características similares aos indicados para a turbidez, obtendo valores dentro dos limites especificados pela portaria de potabilidade.

Assim, constata-se que o filtro projetado com meio filtrante de dupla camada (composta por areia em diferentes granulometrias) tem potencial para aplicação em pequenas Estações de Tratamento de Água. A sua utilização em maior escala poderá trazer resultados ainda mais satisfatórios, uma vez que poderá aumentar a taxa de filtração, em decorrência de um leito filtrante de maior espessura. Ressalta-se que o processo simula a simplificação de uma estação de ciclo completo, visto que a água é aplicada diretamente nos filtros, o que configura a filtração direta em múltiplas camadas e em filtros duplos.



REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 ed. Washington: APHA, 2005, 937p.

BRAGA, F. M. G. Dupla Filtração em Filtros Ascendente de pedregulho e Filtros Descendentes de Areia aplicada à remoção de algas: Influência da taxa de filtração e granulometria do filtro de areia. 2005. 203f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – UnB - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação - Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria n 888 de 2021. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2017.

BERNARDO, L. D. Filtração Direta Aplicada a Pequenas Comunidades. 1º ed. São Carlos. Projeto Prosab, p.498, 2003.

DI BERNADO, L.; VERAS, L.R.V. Tratamento de água de abastecimento por meio da tecnologia de Filtração em Múltiplas Etapas (FIME). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 109–116, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2010). Censo Demográfico - 2010. Rio de Janeiro: IBGE. Recuperado em 15 de agosto de 2013, de www.ibge.gov.br.

MARNOTO, M. J. E. Expansão Da Areia Durante A Retrolavagem Dos Filtros Lentos - Influência Sobre A Qualidade Da Água Para Abastecimento E A Duração Das Carreiras. 2008. 75f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Sanitária E Ambiental) - Universidade Federal De Santa Catarina, UFSC, 2008.

NASCIMENTO, A. P.; PELEGRINI, R. T.; BRITO N. N. Filtração lenta para o tratamento de águas para pequenas comunidades rurais. **Revista eletrônica de engenharia civil, REEC**, v.2, n.4, p.54-58, 2012.

PERALTA, C. C. Remoção Do Indicador Clostridium Perfringens E De Oocitos De Cryptosporidium Parvum Por Meio Da Filtração Lenta - Avaliação Em Escala Piloto. 2005. 97f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia E Recursos Hídricos) - Universidade De Brasília, Ptarh.Dm, 2005.

SILVEIRA, L. R.; COUTINHO M. M.; ARAÚJO, R. N. Utilização da filtração lenta para tratamento de água com variações da turbidez. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, v. 8, n. 1, p.114-123, 2015.