



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

FILTRAÇÃO EM CERÂMICA MICROPOROSA APLICADA À REMOÇÃO DE COR E TURBIDEZ DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

Paulo S. Scalize¹; André L. Teixeira¹; Francisco J. C. Teran¹; Antonio Albuquerque²

RESUMO

Um filtro cerâmico com porosidade de 0,1µm, 60 cm de altura e 6 cm de diâmetro e 1 cm de espessura foi utilizado para estudar a remoção de cor e turbidez da água bruta. A unidade apresentava 0,113m² de superfície externa e estava montada no interior de uma coluna em acrílico com 100 cm de altura e 23 cm de diâmetro, com volume útil de 41,5 L. A água bruta, utilizada na pesquisa, foi proveniente de uma represa onde os valores de turbidez variaram de 2,3 a 2,8 NTU e cor aparente de 93 e 109 PtCo. Foram empregadas 3 diferentes taxas de aplicação, sendo de 1,82, 3,16 e 4,49m³/m².dia, onde foram realizadas três carreiras de filtração para cada taxa. A duração de cada carreira de filtração estabilizou em 100, 42 e 26 minutos, respectivamente para cada taxa de aplicação. As amostras de água, utilizadas para verificar sua qualidade, foram coletadas, na entrada e saída do filtro a cada 5 cm de perda de carga até completar 20 cm. Os resultados obtidos demonstraram uma eficiência na remoção de turbidez entre 75 e 80%, resultando valores de entre 0,53 e 0,58 NTU para a última carreira de filtração para cada taxa de aplicação. Em contrapartida o sistema não se mostrou eficiente para remoção de cor aparente ficando entre 27 e 38%, mantendo valores elevados, ou seja, superiores a 62 PtCo, dessa forma o sistema não se mostrou eficiente para a remoção de cor.

Palavras chave: Cerâmica microporosa; Filtração lenta; Filtro; Tratamento de água.

FILTRATION IN MICROPOROUS CERAMIC APPLIED TO THE REMOVAL OF COLOR AND TURBIDITY FOR WATER SUPPLY

ABSTRACT

A 60 cm-high, 6 cm-diameter, 1 cm-thick ceramic filter with porosity of 0,1µm was the object of this research which aimed to study the removal of color and turbidity from raw water. The device had 0,113 m² of external surface and was installed inside an acrylic column 110 cm high and with inner diameter of 23 cm. This column had a volume of 41,5 L. Raw water was collected from a ... where turbidity varied from 2,3 to 2,8 NTU and apparent color from 1,82 to 3,26 PtCo. Three different application rates were applied (1,82, 3,16 e 4,49m³/m².dia) accomplishing three filtration runs for each one of them. Water samples were collected from influent and effluent of filter each time that head loss raised in 5 cm, until 20 cm of head loss were completed. Results showed 75 to 80 % efficiency in turbidity removal, resulting in values between 0,53 to 0,58 NTU for the last run for each filtration rate applied. In the other hand, system doesn't show efficiency for the removal of color.

Keywords: Micro porous ceramic; low rate filtration; filter; water treatment

Trabalho recebido em 03/08/2012 e aceito para publicação em 18/02/2013.

¹ University Federal of Goiás, Goiânia, Goiás – Brazil. e-mail: pscalize.ufg@gmail.com

² University of Beira Inferior, Covilhã, Portugal

1. INTRODUÇÃO

A filtração lenta é uma tecnologia de tratamento que se desenvolveu na Grã-Bretanha a partir de uma analogia com a percolação da água pelo solo até os aquíferos, onde se apresentava em condições estéticas e sanitárias adequadas para o uso, sendo assim uma das mais antigas formas de tratamento de água para consumo humano (MURTHA, HELLER e LIBANIO, 1997). Di Bernardo, Brandão e Heller (1999) tem confirmado a eficiência desse tipo de tratamento na remoção de bactérias, vírus e cistos de *Giardia*, além de ter como vantagem a ausência da aplicação de produtos químicos na água a ser tratada. Além disso, a remoção de microorganismos pode ser superior à dos tratamentos com coagulante devido alguns fatores: decaimento natural, devido o filtro lento ser um ambiente relativamente hostil para esses microrganismos; a predação; o efeito biocida da radiação solar; e a adsorção no biofilme aderido ao meio filtrante (TAVARES e TANGERINO, 2007).

A filtração lenta passou a estar presente nas residências do Brasil a partir do século XX nos filtros de barro, os quais possuíam, dentro de si, uma estrutura feita de caulim e filito (minerais), que ao serem misturados com água e colocados em uma

forma, tomava uma estrutura porosa capaz de reter sólidos da água. Essa estrutura foi batizada de vela (BELLINGIERI, 2004).

Segundo Bellingieri (2004) a difusão dos filtros de barro com vela filtrante colaborou muito com a saúde pública. A principal função dos filtros domésticos é a retenção da turbidez, do cloro residual e de bactérias, apresentando até maior retenção do que outros tipos de filtros lentos, devido aos pequenos poros existentes na porcelana porosa (PEDRO *et al*, 1997). Atualmente, as velas são compostas por uma mistura de alumina e argila, que são colocados em uma fôrma, apresentando poros que variam entre 1 e 20 µm, e uma grande organofilicidade (grau de afinidade de uma superfície por compostos orgânicos), aumentando assim a eficiência da remoção de bactérias nos filtros porosos (ALVES e ASSIS, 1999).

Clasen (2004) fez uma pesquisa geral de casos de diarreia em vários lugares da Bolívia por falta de água tratada e destacou a microfiltração em cerâmica como uma alternativa promissora para o combate da enfermidade. Pedro *et al* (1997) utilizou 20 filtros de 13 marcas diferentes, sendo apenas 1 destes de cerâmica porosa sem carvão (como proposto neste trabalho). A filtração aconteceu com uma vazão de 40 litros por hora e foram avaliados em relação à

remoção: Adequada (>70%), Média (50% a 69%) e baixa (<50%).

No trabalho realizado por Gusmão *et al* (2010), utilizando filtros com vela por gravidade, foram obtidas taxas de filtração da ordem de 5m³/m².dia

Li Meng (2005) comparou o filtro de cerâmica com o tradicional filtro de areia e verificou que o primeiro possuía maior área de superfície específica e uma alta capacidade de remoção de poluentes. Para tal conclusão ele utilizou resíduos sólidos, chamados de grãos vermelhos, advindos do processo de produção de alumínio, para a fabricação dos filtros e foi utilizado no tratamento de água do rio Han. A estimativa foi de que a perda de água seja de 30% a 40% menor do que na ETA convencional, de ciclo completo.

Mesmo tendo confirmada a eficiência dos filtros lentos em areia aplicando diferentes taxas de aplicação, poucos autores tem focado suas pesquisas nos filtros microporosos.

Dessa maneira, conhecendo as propriedades dessa estrutura assim como a importância da aplicação de tecnologias alternativas para o fornecimento de água com qualidade adequada, neste trabalho são apresentados os resultados do desempenho de um filtro de cerâmica microporosa na remoção de turbidez e cor aparente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da água bruta

A água bruta utilizada neste trabalho é a mesma que chega à ETA Samambaia, e advém de um represamento do Córrego Samambaia, localizado na área da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. Apresenta valores de turbidez e cor aparente relativamente baixo na maior parte do ano. A evolução de turbidez e cor aparente, ao longo do ano de 2010, pode ser observada na Figura 1.

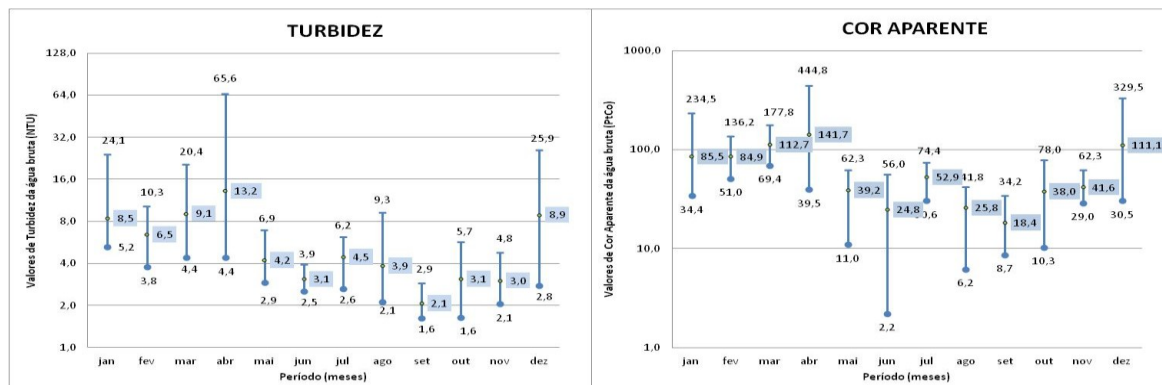


Figura 1 – Turbidez e cor aparente média, mínima e máxima da água bruta no ano de 2010.

Fonte: Elaborado a partir dos dados de operação da ETA Samambaia, SANEAGO.

2.2. Descrição do sistema experimental

Foi utilizada uma Coluna em acrílico com 1,0 m de altura e 0,23 m de diâmetro, com um volume útil de 41,5 L. A extremidade superior da coluna possui uma canaleta para coleta de água que a encaminhava para um recipiente que possibilitava a medição do volume extravasado.

No interior da coluna foi instalado um filtro cerâmico microporoso com 60

cm de altura e 6 cm de diâmetro, área superficial de $0,113 \text{ m}^2$ e 1 cm de espessura com porosidade de $0,1 \mu\text{m}$. Esse filtro foi montado a partir de unidades menores produzidas pela empresa Cerâmicas Stéfani S.A. Foram confeccionados encaixes nas extremidades conforme ilustrado na Figura 2, formando a estrutura desejada para os ensaios. O filtro era alimentado por meio de uma derivação da adutora de recalque que abastecia a ETA Samambaia.



Figura 2 – Fotografias visualizando a coluna utilizada nos ensaios com detalhe dos encaixes.

2.3. Operação do sistema

A operação do sistema de filtração foi dividida em três fases empregando um registro que permitia aplicar três taxas diferentes: 1,88, 3,16 e $4,49 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$. Leituras do tempo percorrido foram efetuadas depois de cada 5 cm de aumento de altura da coluna de água sobre o meio filtrante, o que representava um volume de 2,08L. A perda de carga máxima admitida

foi de 20 cm, totalizando aproximadamente 8,32L. Após esse momento a filtração era interrompida e o filtro era limpo. Para cada taxa de aplicação, foram realizadas 3 carreiras de filtração, sendo realizada limpeza entre as mesmas. Pode ser observado na Figura 2 um esquema e fotografias do conjunto de filtração.

A operação de limpeza do filtro cerâmico microporoso foi realizada

utilizando um disco de borracha com 2 cm de espessura, contendo um orifício central. No início da carreira de filtração o disco era posicionado no fundo da coluna, sendo puxado quando necessário, raspando o filtro e limpando-o.

As coletas da água filtrada foram realizadas na saída do filtro em 4 momentos durante a cada carreira de filtração. A cada 5 cm que a água subia na coluna (equivalente a 2,08 litros), acontecia uma coleta, tanto na entrada quanto na saída do filtro. O tempo em que o nível de água levou para subir foi então

relacionado com a qualidade da água. Os parâmetros analisados foram a turbidez e a cor, verificando se estes atenderam aos limites exigidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

As determinações de cor e turbidez foram realizadas seguindo os métodos do Standard Methods for the Analysis of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 1998).

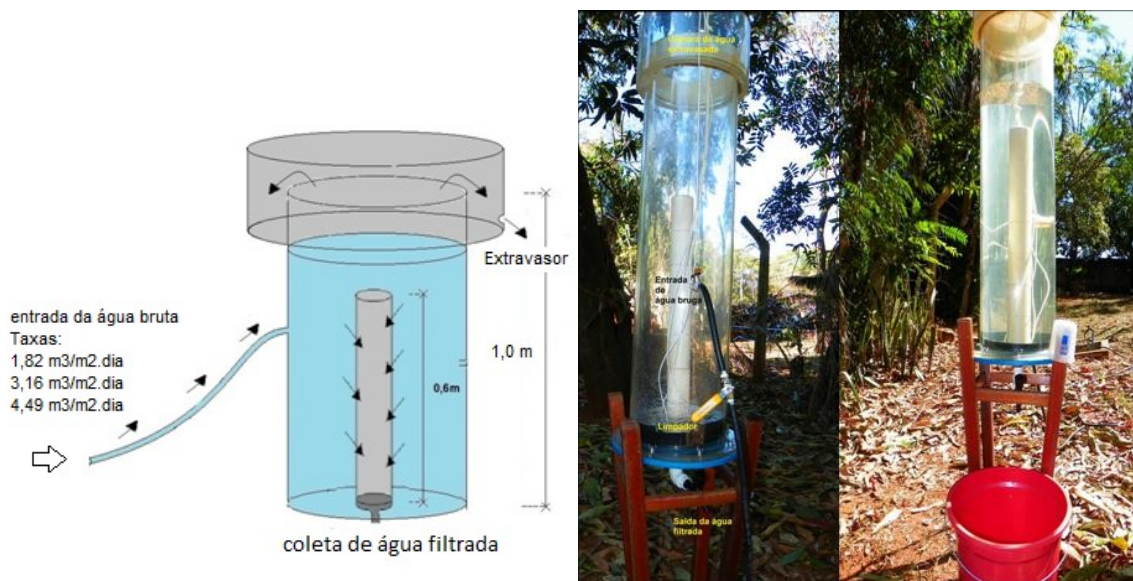


Figura 3 – Esquema e fotografias do conjunto de filtração utilizado na pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 pode ser observado os valores dos parâmetros que descrevem a operação durante cada fase, evidenciando a

vazão aplicada, tempo de filtração, volume aplicado, volume acumulado no interior da coluna, volume filtrado e a taxa de filtração.

Tabela 1 – Parâmetros de operação durante cada fase de operação.

Taxa de aplicação (m ³ /m ² .dia)	1,82			3,16			4,49		
Carreira de filtração	1 ^a	2 ^a	3 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Vazão aplicada (mL/s)	2,38	2,38	2,38	4,16	4,16	4,16	5,88	5,88	5,88
Tempo de aplicação (min)	105	100	100	46	42	42	28	26	26
Volume aplicado (L)	15,0	14,3	14,3	11,5	10,5	10,5	9,9	9,2	9,2
Volume acumulado (L)	8,32	8,32	8,32	8,32	8,32	8,32	8,32	8,32	8,32
Volume filtrado (L)	6,70	5,98	5,98	3,17	2,17	2,17	1,57	0,86	0,86
Taxa de filtração (m ³ /m ² .dia)	0,81	0,76	0,76	0,88	0,66	0,66	0,71	0,42	0,42

As figuras 3 e 4 apresentam os valores de Turbidez e Cor aparente (respectivamente) das amostras realizadas nas 3 carreiras de filtração, utilizando a taxa de aplicação de 1,82 m³/m².dia. Durante a operação do filtro os valores de turbidez variaram de 2,3 a 2,78 NTU e a cor aparente de 93 a 109 PtCo. Pode ser observado na Figura 3 que após os 15 cm de perda de carga da 1^a carreira de filtração a eficiência estabilizou em aproximadamente 76%, gerando uma perda de carga de 5 cm a cada 25 minutos. Na

Figura 4 pode ser observado que, os valores de remoção de cor aparente não estabilizaram ao longo do tempo, sendo obtido o máximo de 39,5% de remoção. Nessa taxa de aplicação, foi empregada uma vazão de 2,38 mL/s, resultando em taxas de filtração de 0,81, 0,76 e 0,76 m³/m².dia para a 1^a, 2^a e 3^a carreira de filtração respectivamente. O menor valor de turbidez foi de 0,58 NTU e de cor aparente foi de 64 PtCo.

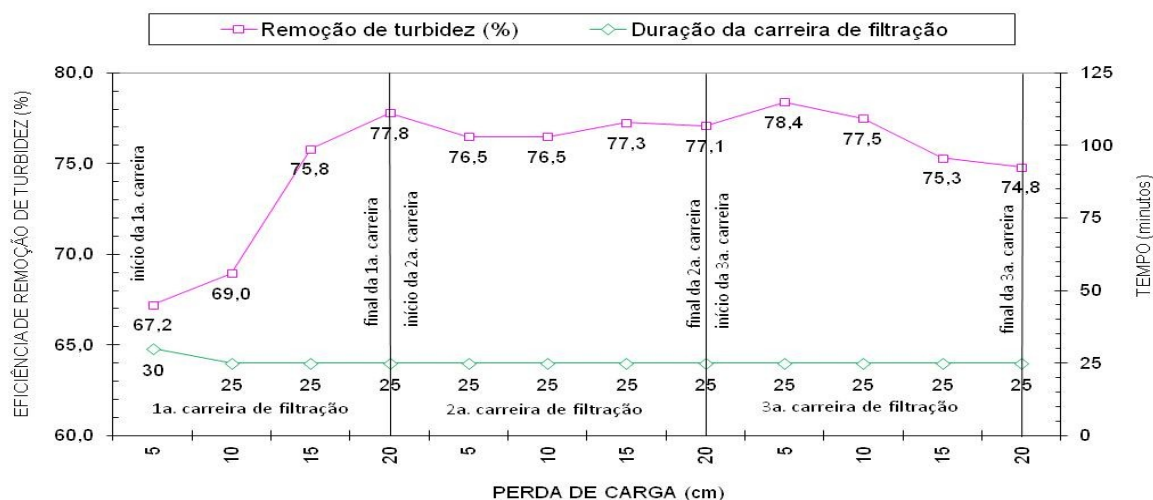


Figura 3 - Valores de turbidez da água filtrada com taxa de aplicação de 1,82 m³/m².dia.

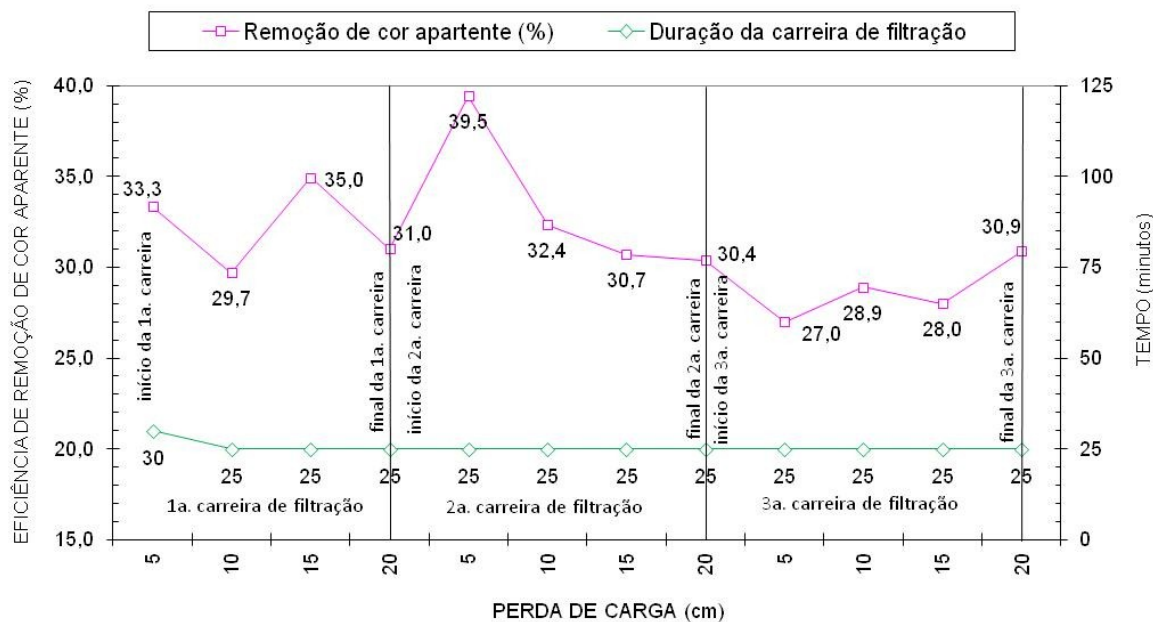


Figura 4 - Valores de cor aparente da água filtrada com taxa de aplicação de 1,82 m³/m².dia.

As figuras 5 e 6 apresentam os valores de turbidez e cor aparente (respectivamente) das amostras realizadas nas 3 carreiras de filtração, utilizando a taxa de aplicação de 3,16 m³/m².dia. Durante a operação do filtro os valores de turbidez variaram de 2,3 a 2,56 NTU e a cor aparente de 95 a 107 PtCo. Pode ser observado na Figura 5 que após os 15 cm de perda de carga da 1ª carreira de filtração a eficiência estabilizou em aproximadamente 76%, gerando uma perda de carga de 5 cm a cada 10,5 minutos. Na

Figura 6 pode ser observado que, os valores de remoção de cor aparente não estabilizou ao longo do tempo, sendo obtido o máximo de 33,3% de remoção. Nessa taxa de aplicação os filtros ficaram em funcionamento durante 130 minutos, com uma vazão de 4,16 mL/s, resultando em taxas de filtração de 0,88, 0,66 e 0,66 m³/m².dia para a 1ª, 2ª e 3ª carreira de filtração respectivamente. O menor valor de turbidez foi de 0,53 NTU e de cor aparente foi de 65 PtCo.

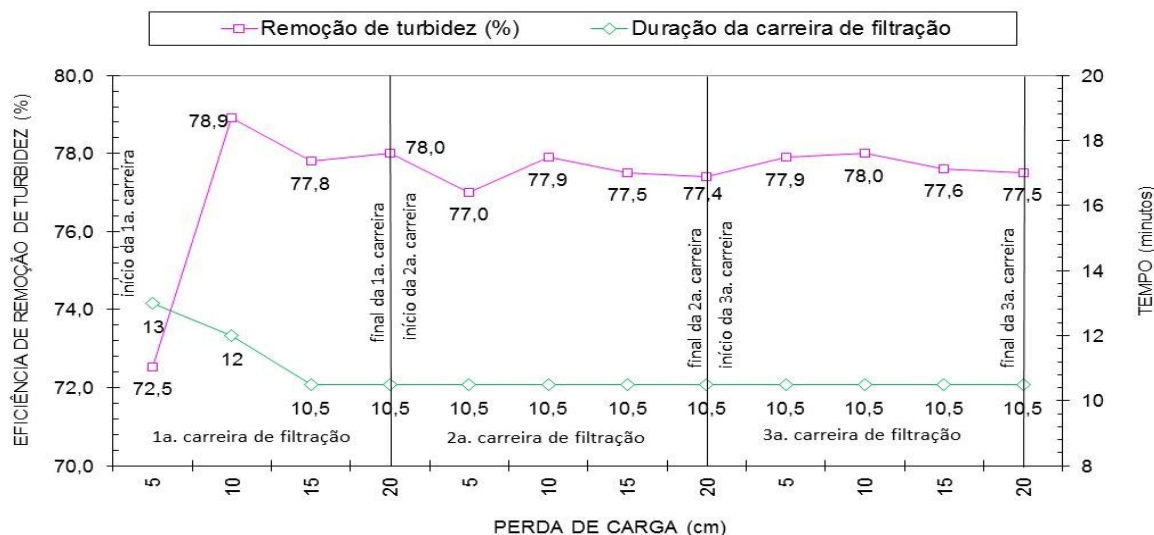


Figura 5 - Valores de turbidez da água filtrada com taxa de aplicação de 3,16 m³/m².dia.

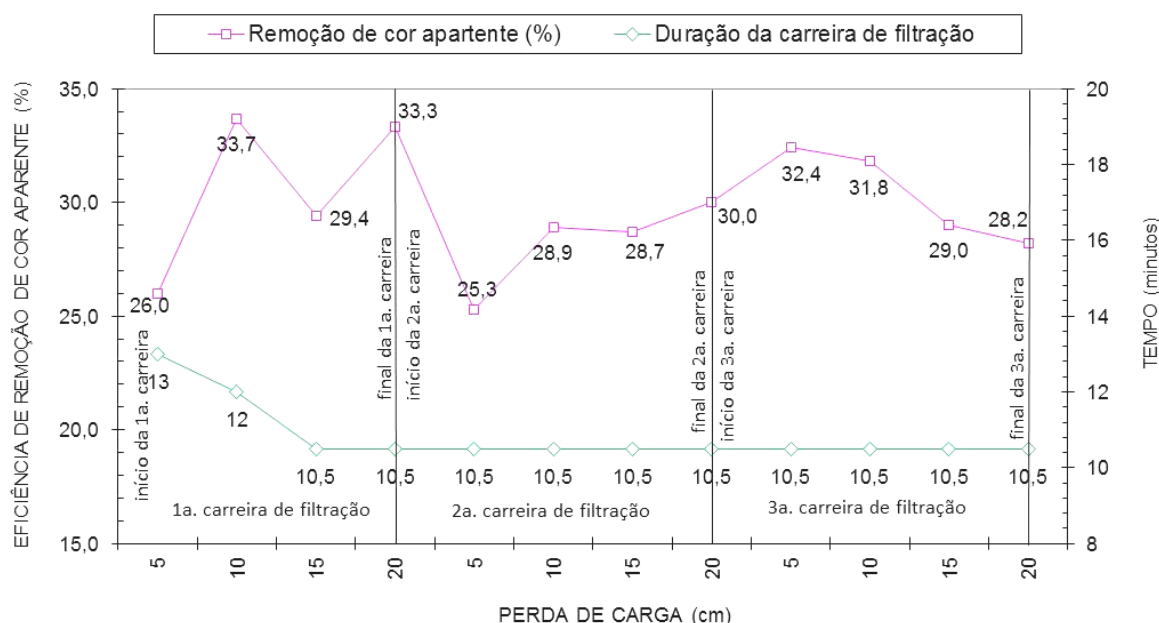


Figura 6 - Valores de cor aparente da água da filtrada com taxa de aplicação de 3,16 m³/m².dia.

As figuras 7 e 8 apresentam os valores de turbidez e cor aparente (respectivamente) das amostras realizadas nas 3 carreiras de filtração, utilizando a taxa de aplicação de 4,49 m³/m².dia. Durante a operação do filtro os valores de

turbidez variaram de 2,6 a 2,76 NTU e a cor aparente de 98 a 104 PtCo. Pode ser observado na Figura 7 que após os 15 cm de perda de carga da 1ª carreira de filtração a eficiência estabilizou em aproximadamente 80%, gerando uma perda de carga de 5 cm a cada 6,5 minutos. Na

Figura 8 pode ser observado que, os valores de remoção de cor aparente não estabilizou ao longo do tempo, sendo obtido o máximo de 39,5% de remoção.

Nessa taxa de aplicação os filtros ficaram em funcionamento durante 80

minutos, tendo sido aplicados 5,88 mL/s, resultando em taxas de filtração de 0,71, 0,42 e 0,42 m³/m².dia para a 1^a, 2^a e 3^a carreira de filtração respectivamente. O menor valor de turbidez foi de 0,52 NTU e de cor aparente foi 62 PtCo.

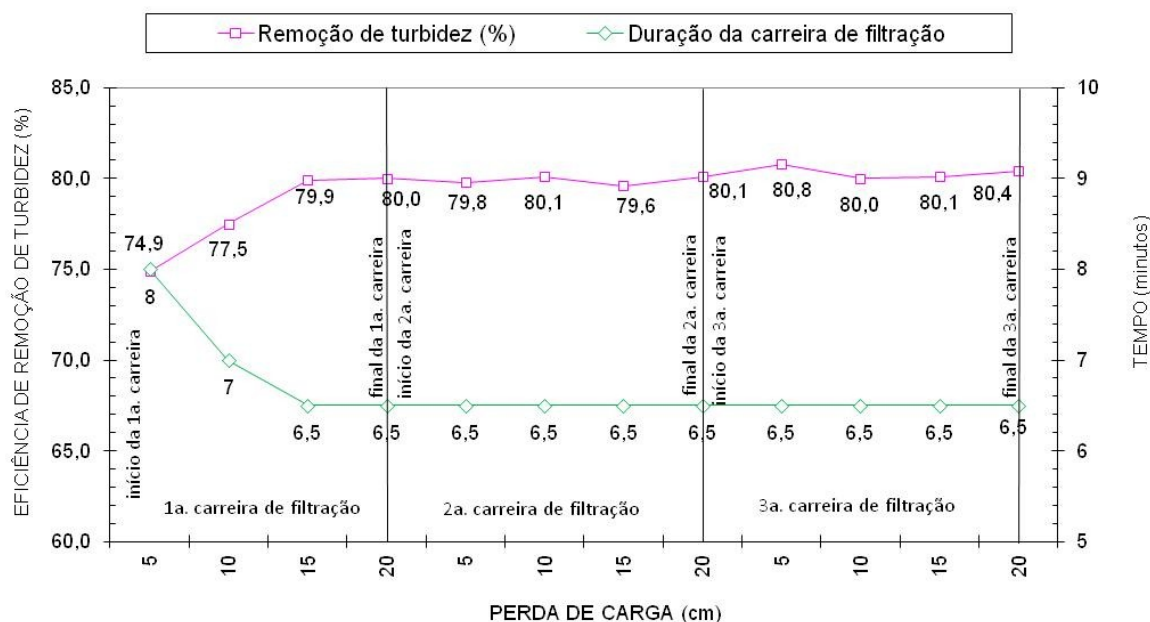


Figura 7 - Valores de turbidez da água filtrada com taxa de aplicação de 4,49 m³/m².dia.

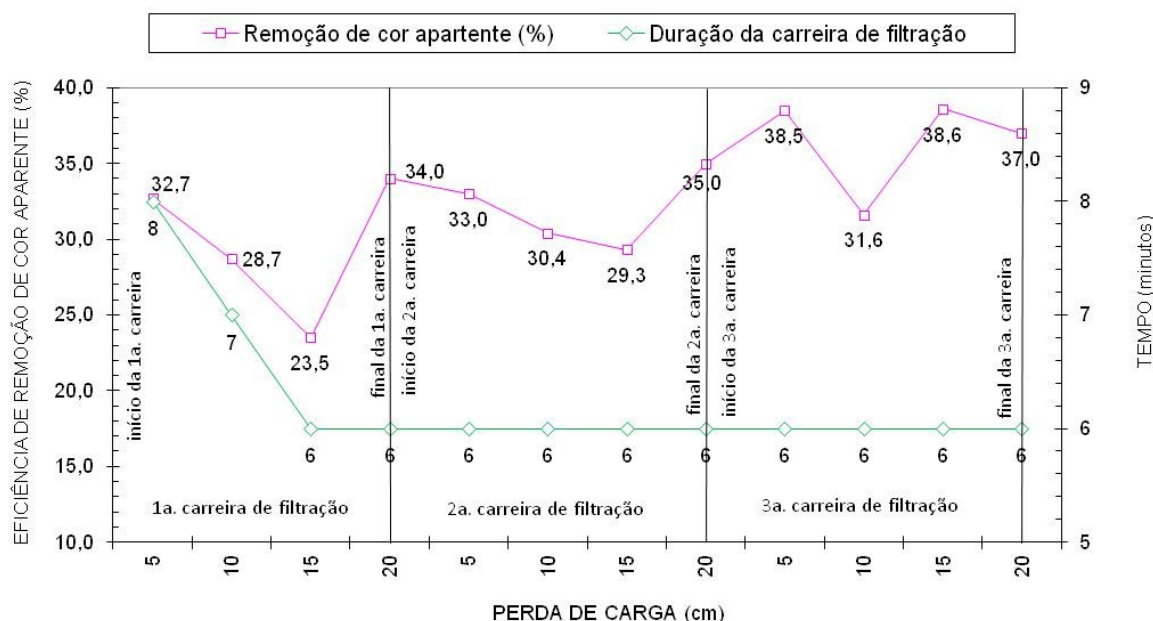


Figura 8 - Valores de cor aparente da água filtrada com taxa de aplicação de 4,49 m³/m².dia.

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu concluir que:

- a qualidade da água obtida, apresentou remoção máxima, em termos de turbidez, de 0,53 e 0,58 NTU;
- esse tipo de filtro não se mostrou eficiente para a remoção de cor, devendo ser realizado novos estudos;
- dentre as taxas de aplicação empregadas a melhor foi de 1,82 m³/m².dia, pois foi obtida uma maior produção de água e um maior intervalo de tempo entre as limpezas;
- para a utilização desse tipo de filtro deverá ser desenvolvido um sistema de limpeza automatizado;
- a filtração lenta em cerâmica microporosa pode ser uma alternativa para pequenas comunidades;

5. REFERÊNCIAS

APHA; AWWA; WEF; **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**; 20th edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington DC, USA, 1998.

ALVES, C.R.; ASSIS, O.B.G.; **Caracterização estrutural e da eficiência de filtragem de velas cerâmicas porosas e modificadas**; EMBRAPA: Comunicado técnico, Nº 31, jul/99, p.1-13.

BELLINGIERI, J.C.; **Água de beber: a filtração doméstica e a difusão do filtro de água em São Paulo**; Anais do Museu Paulista. São Paulo.N. Sér. v.12.p. 161-191. jan./dez. 2004.

CLASEN, T. F.; BROWN, J.; COLLIN, S.; SUNTURA, O.; CAIRNCROSS, S.; **Reducing Diarrhea Through the use of household based ceramic Water Filters: A Randomized, Controlled Trial in Rural Bolivia**; the American Society of Tropical Medicine and Hygiene; 70(6), 2004, pp. 651-657

DI BERNARDO, Luiz; BRANDÃO, Cristina Célia Silveira; HELLER, Leo, et al. **Tratamento de águas de abastecimento por filtração em múltiplas etapas**. Rio de Janeiro : ABES, 1999. 114p.

GUSMÃO, P.T.R.; OLIVEIRA, J.W.S.; Santos, D.L.S.; **Filtros domésticos: avaliação de eficácia e eficiência na redução de agentes patogênicos**. p. 89-120. In: 3º Caderno de pesquisa de engenharia de saúde pública / Fundação Nacional de Saúde. - Brasília: Funasa, 2010. 256 p.

LI MENG; JIANFENG, W. U.; JIANHUA, J. I. N.; XINMING, L. I. U.; **Preparation and Application of new porous environmental ceramics filter medium**; Journal of Wuhan University of Technology – Mater. Sci. Ed. Sepm 2005. Vol. 20 n. 3

MINISTÉRIO DA SAÚDE, **Portaria 2914/2011**, Brasília – DF, 2005.

MOTA, SUETÔNIO; **Introdução à Engenharia Ambiental**: 4ª Ed.; Rio de Janeiro: ABES, 2006. 388 p.

MURTHA, N.A.; HELLER, L.; LIBÂNIO, M.; **Filtração lenta em areia como alternativa tecnológica para o tratamento de águas de abastecimento no Brasil**; 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – Foz do Iguaçu, 1997.

PEDRO, N.A.R.; BRIGIDO, B.M.; BADOLATO, M.I.C.;

ANTUNES, J.L.F.; OLIVEIRA, E.; **Avaliação de filtros domésticos comerciais para purificação de águas e retenção de contaminantes inorgânicos**; Química Nova, 20(2), 1997.

TAVARES, M.B.; TANGERINO, E.P.; **Remoção de algas e cianobactérias pela tecnologia de filtração lenta com inovações**, 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – Belo Horizonte, MG – 2007.