



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

EFEITO DA TURBIDEZ NO TRATAMENTO DE ÁGUA POR FILTRAÇÃO DIRETA EM ESCALA PILOTO

Renato Welmer Veloso – renatowv@gmail.com - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás. Campus Águas Lindas

Leonardo Ramos da Silveira – leonardo.silveira@ifg.edu.br - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás. Campus Águas Lindas

Kênia Priscila Oliveira Souza – kenia.pris.bsl@gmail.com - Universidade Paulista, *Campus* Brasília

Rodrigo de Melo Alves – rodrigomeloasp@gmail.com - Universidade Paulista, *Campus* Brasília

RESUMO: A filtração consiste de um processo simples e barato para o tratamento da água para consumo. As pesquisas desenvolvidas na área da filtração visando o tratamento de água buscando o atendimento do padrão de potabilidade da água a baixos custos. O estabelecimento da melhoria da qualidade da água para o consumo é de grande relevância e preferencialmente deve ser alcançado por meio de processos de tratamento mais simplificados. O trabalho objetivou avaliar a eficiência da remoção de turbidez a partir de águas com dois valores distintos de turbidez, que simulam o período chuvoso, passando por um protótipo de filtro com múltiplas camadas. Este protótipo do filtro foi apresentado camadas de areia, brita e carvão ativado. As amostras de águas, contendo alta e baixa turbidez, passaram por filtração lenta a uma taxa de aplicação de 80 L e foram monitorados os seguintes parâmetros: turbidez, cor aparente, sólidos dissolvidos, condutividade e valores de pH. Os resultados demonstraram uma alta eficiência de remoção para a turbidez e cor aparente, tanto para alta e baixam, com eficiências acima de 90%. Os valores de pH e de sólidos dissolvidos apresentaram resultados satisfatórios ficando dentro dos permitidos conforme preconizada a portaria para água de consumo humano.

Palavras-chave: Filtração direta, tratamento de água, turbidez.

EFFECT OF TURBIDITY ON WATER TREATMENT BY DIRECT FILTERING ON PILOT SCALE

ABSTRACT: Filtration consisted of a simple and inexpensive process for the water treatment for consumption. The researchers developed in the area of filtration for the treatment of water search to achieve the drinking water standards at low costs. The establishment of improved water quality for consumption is of major importance and should preferably be achieved through more simple treatment processes. The objective of this study was to evaluate the efficiency of turbidity removal from waters with two different values of turbidity, which simulate the rainy season, by prototype filter with multiple layers. This prototype of the filter was composed by layers of sand, gravel and activated charcoal. Waters containing high and low turbidity passed by low filtration at an application rate of 80 L and the following parameters were monitored: turbidity, apparent color, dissolved solids, conductivity and pH values. The results demonstrated high removal efficiency removal for turbidity and apparent color for high and low, with efficiencies values above 90%. The values of pH and dissolved solids presented satisfactory results being within the allowed ones as recommended the regulations for drinking water.

Key-words: Direct filtration, water treatment, turbidity.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

1. INTRODUÇÃO

A dificuldade crescente de oferecimento de água de boa qualidade em quantidades suficientes à população é uma preocupação estratégica do mundo contemporâneo. No Brasil, muitas vezes não há condições financeiras ou informação suficiente para a realização do tratamento adequado das águas de consumo. O modelo de tratamento vigente promove o desperdício de quantidades de água, a qual apresenta elevado potencial de reuso (NASCIMENTO, PELEGRINI, BRITO; 2012).

A qualidade dos corpos de água superficiais e subterrâneos tem sido intensamente deteriorada em países desenvolvidos e em desenvolvimento, e assim, apresentando um risco potencial de comprometimento à saúde e ao bem-estar do homem (PERALTA, 2005). O nível de tratamento da água depende da extensão do problema e da qualidade dos corpos de água. Dessa forma, a seleção do processo de separação de sólidos anterior a etapa de filtração torna-se necessária com a avanço da degradação ambiental.

A qualidade da água é uma questão preocupante e estratégica para o abastecimento público. A poluição do meio aquático pode causar alterações das características físicas (turbidez, cor, número e tamanho de partículas, temperatura, condutividade e viscosidade); químicas (DBO, pH, toxicidade) ou biológicas (microrganismos patogênicos e espécies de fitoplâncton e zooplâncton). Isso torna a água imprópria para consumo, por não atender aos critérios estabelecidos na legislação vigente, Portaria 2914 de 2011 do Ministério da Saúde. A qualidade de água imprópria para o consumo é o principal fator responsável pelas doenças endêmicas nos países em desenvolvimento, como por exemplo, cólera, febre tifóide, salmoneloses, disenteria bacilar, viroses, hepatite, entre outras (MARNOTO, 2008).

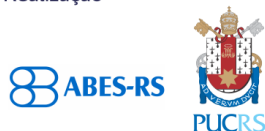
Segundo Marnoto (2008), a observância aos critérios de qualidade da água de captação irá determinar a tipologia de tratamento adotada seu tratamento, pois considera além da qualidade da água, a própria característica da comunidade a ser beneficiada. Além disso, em muitas situações não há disponibilidade de recursos financeiros para construir estações de tratamento sofisticadas em localidades rurais. Dessa forma, o desenvolvimento de tecnologias para o tratamento de água é essencial para atender as peculiaridades de cada local, além de levar em consideração a viabilidade econômica do projeto. O problema é agravado em locais nos quais o suprimento de água apresenta uma elevada turbidez, que é constituído de sólidos em suspensão, muitas vezes associados à presença de bactérias e outros microrganismos, como as algas. Nessa situação, a remoção de grande quantidade desses sólidos é necessária para atender o nível requerido de potabilidade da água. Normalmente, o procedimento de tratamento de água é realizado por mão-de-obra qualificada e uso de produtos químicos, como o sulfato de alumínio, que são recursos não disponíveis para essas populações.

Ao longo da história, a filtração lenta em areia se constituiu em uma alternativa tecnológica aplicável em países em desenvolvimento, uma vez que, essa tecnologia caracteriza-se por ser de baixo custo de instalação e manutenção, fácil operação e dispensa da utilização de produtos químicos. Paradoxalmente, esta tecnologia encontra-se mais disseminada em países de regiões desenvolvidas como Europa e América do Norte (MARNOTO, 2008)

O tratamento de água por filtração se baseia na passagem da água por um meio poroso, e assim, melhorando sua qualidade pela retenção de impurezas, dentre elas estão as partículas suspensas e coloidais e, também, microrganismos em geral. Esse tratamento aumenta a eficiência da etapa posterior, a desinfecção que é obrigatória para qualquer água disponibilizada para consumo (TEIXEIRA, 2004).

Segundo Marnoto (2008), a filtração é um processo imprescindível para a produção contínua de água potável. O processo de filtração lenta consiste na passagem de uma solução por um meio poroso com a finalidade de remoção de sólidos suspensos ou precipitados químicos. A remoção de sólidos suspensos através da filtração envolve mecanismos de transporte e aderência como retenção (coagem), interceptação, difusão, adsorção e outros fenômenos. A eficiência de retenção de partículas pelo filtro não depende apenas destes fenômenos. Outras características físicas e químicas da água

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

também influenciam essa eficiência, tais como: a concentração dos sólidos em suspensão, as características do meio filtrante (granulometria, porosidade e profundidade), a taxa de aplicação e o método de operação do filtro.

Em geral, um filtro é constituído de um leito filtrante, formado por uma ou mais camadas de material granular, instalada(s) sobre um sistema drenante, que são separados por uma camada suporte.

Com a necessidade da melhora na qualidade da água filtrada, estudos sugerem a aplicação da filtração rápida descendente precedida da filtração direta ascendente, originando o processo da dupla filtração, que apresenta menor custo comparado ao tratamento em ciclo completo. A dupla filtração apresenta uma série de vantagens, tais como: tratamento de água com menor qualidade, uso de taxas de filtração mais elevadas no filtro ascendente, oferece maior segurança do ponto de vista operacional e flexibilidade em relação às variações bruscas de qualidade da água bruta, além disso, apresenta melhor remoção de microrganismos. Esses fatores aumentam segurança em relação à desinfecção final, além de outras vantagens com relação à filtração direta ascendente (DI BERNARDO, 2003).

A dupla filtração se caracteriza pelo uso da filtração direta ascendente como pré-tratamento para filtração descendente. A água coagulada passa inicialmente pelo filtro ascendente, com material com granulometria apropriada para que seja produzida água filtrada com turbidez consistentemente inferior a cinco Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) (DI BERNARDO, 2008). A filtração lenta é uma tecnologia recomendada para o tratamento de água de abastecimento em pequenas comunidades, pois é uma tecnologia de simples construção, operação e manutenção, o que representa custos geralmente acessíveis (NASCIMENTO; PELEGRINI; BRITO, 2012). Outras vantagens para o uso da filtração lenta são o não uso de produtos químicos de equipamentos sofisticados ou de mão de obra especializada, além disso, há menor produção de lodo. (PATERNIANI, 2010).

Silveira, Coutinho e Araújo (2015) avaliaram o desempenho e eficiência de um Filtro de Múltiplas Camadas (FMC). Os autores recomendam sua utilização em locais não atendidos por uma Estação de Tratamento de Água (ETA), devido a sua construção com materiais de fácil acesso, baixo custo e manutenção. Houve uma remoção da ordem de 95% para a turbidez, pH dentro da faixa de potabilidade, ausência de sólidos e condutividade condizente para água de consumo.

Silveira, Souza e Alves (2015) verificaram a eficiência da remoção de turbidez e cor a partir da filtração lenta em um filtro com dupla camada em escala piloto, e observaram com a taxa de filtração de 40 L com baixa turbidez, resultados extremamente relevantes com grande taxa de remoção de turbidez (94 % de remoção) e cor. A condutividade elétrica (CE) apresentou elevadas variação ao longo da filtração, os valores de pH não se alteraram mantiveram-se constantes e temperatura ambiente ao dia realizado a análise. Contudo, para a taxa de 40 L e com alta turbidez, apresentou taxas elevadas de remoção da turbidez, havendo aumento dos valores de CE e pH.

Sendo assim, torna-se necessário o desenvolvimento de métodos para o tratamento de água, que priorizem critérios com baixo custo e utilização de materiais de fácil acesso. Estas tecnologias de tratamento têm a finalidade de atender pequenas comunidades carentes e zonas rurais, na quais o tratamento ainda é escasso, visando à melhoria da qualidade de vida da população atendida, a partir do fornecimento de água de qualidade. Para tanto, foi desenvolvido um protótipo filtro de areia de múltiplas camadas para remoção de águas contendo dois valores distintos de turbidez, os quais simulam o aumento abrupto de turbidez associado ao período chuvoso.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O filtro lento em escala piloto foi montado nas dependências do Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Paulista de Brasília. O filtro lento foi construído em tubo de PVC medindo 0.15 m de diâmetro, 1.50 m de altura (Figura 1). 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.

Realização

ABES-RS



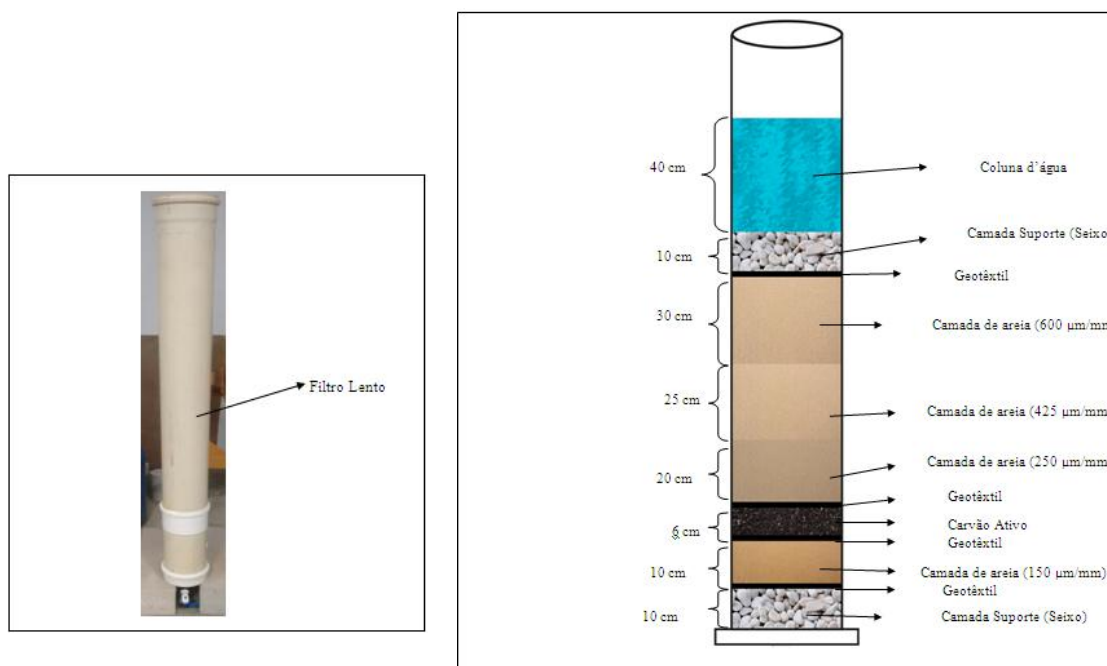
Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

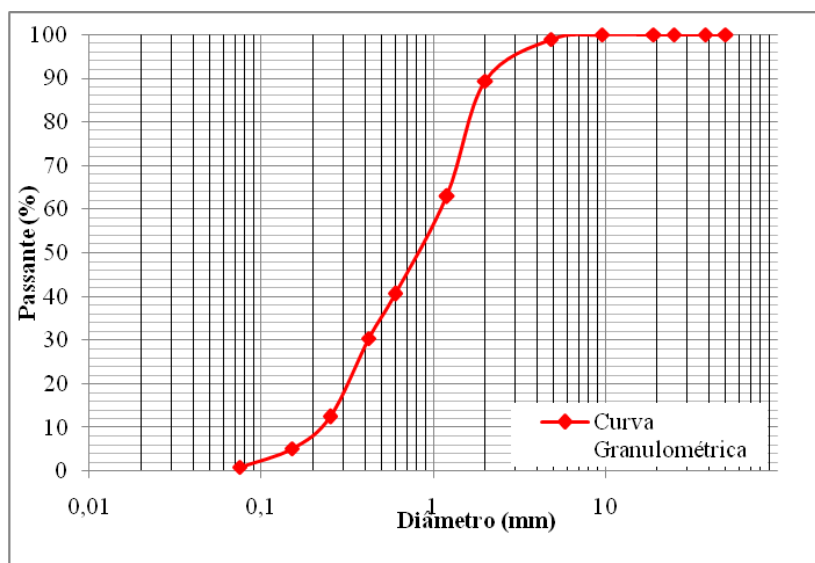
Figura 1. Esquema do Filtro em PVC e composição esquemática das camadas filtrantes.



A areia utilizada como meio filtrante foi lavada e sua granulometria determinada por meio de ensaios de granulometria, para definir disposição das diferentes granulometrias de areia. Foram usados quatro tipos de peneiramento para o experimento sendo estes: 150, 250, 400 e 600 μm (Figura 2).

O meio suporte foi disposto na base do filtro. A camada suporte possui 10 cm de espessura e foi constituída de seixos rolados

Figura 2 – Curva Granulométrica





11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Na camada suporte do filtro foi utilizada uma manta não tecida de polipropileno, para evitar a perda da material alojado sobre o meio suporte. A manta possui as seguintes características: porosidade 95%, superfície específica 2530 m³/m², espessura 3 mm, gramatura 300 g/m².

As mantas são empregadas para reter parte das impurezas que transpassaram o meio filtrante granular, aumentar a carreira de filtração, incrementar a taxas de filtração e diminuir da espessura da camada de areia, sem prejudicar a qualidade do efluente final.

A água utilizada no experimento foi coletada na Universidade Paulista, no campus de Brasília, a turbidez foi gerada pela adição do horizonte B de solo argiloso típico de Brasília, simulando o período chuvoso, quando a turbidez dos corpos d'água aumenta abruptamente, devido à erosão do solo.

A baixa turbidez (248 UNT) foi simulada pela adição de 0.85 g de solo por litro de água, e para alta turbidez (738 UNT) adicionou-se 3.5 g por litro. Utilizou um misturador de eixo (dispersor de solo), por 5 min, para realizar a mistura solo e água.

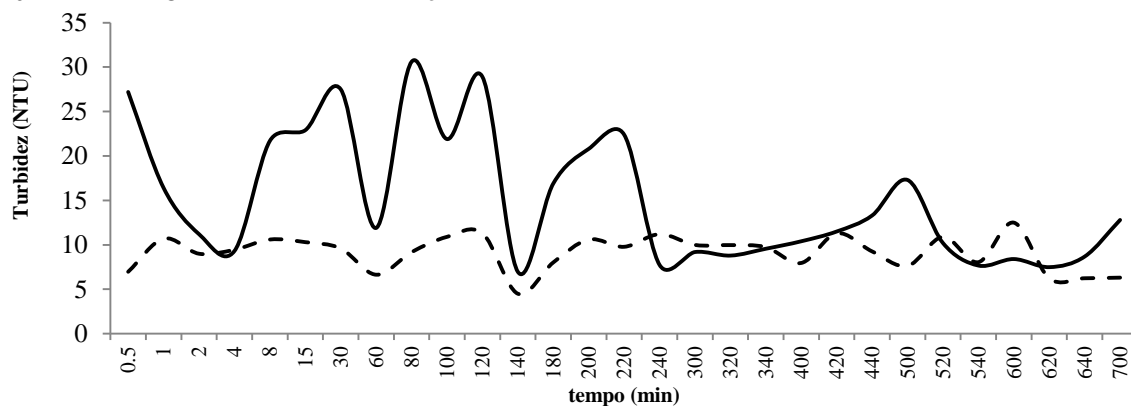
Foram determinados os parâmetros: cor aparente, pH, turbidez, CE e sólidos dissolvidos. Após a taxa de aplicação de 80 L pelo filtro, foram coletadas alíquotas de água (50 mL) nos seguintes intervalos de tempo: 0 e 30 s e 1, 2, 4, 8, 15, 30 e 60 min. Após esta última coleta (60 min), as alíquotas foram coletadas em intervalos de 20 minutos até atingir os 700 minutos.

As análises físico-químicas das alíquotas coletadas foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade de Brasília (UnB), seguindo as especificações contidas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

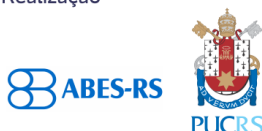
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os gráficos a seguir mostram os valores para a taxa de alta turbidez, mostrando o desempenho do Filtro Lento com a turbidez simulada com a concentração de 3.5 g de solo por litro de água, com a vazão de 80 L. As Figuras 3 a 7 apresentam os resultados dos parâmetros físico-químicos para alta turbidez

Figura 3 – Valores de turbidez da água filtrada da alta (linha contínua) e baixa turbidez (linha tracejada), ao longo da carreira de filtração



Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Figura 4 – Valores de cor da água filtrada da alta (linha contínua) e baixa turbidez (linha tracejada), ao longo da carreira de filtração

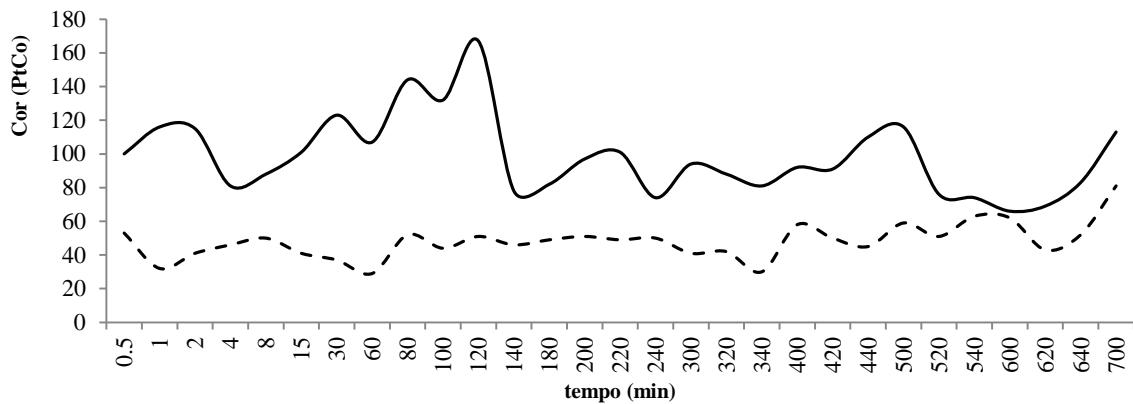


Figura 5 – Valores de CE da água filtrada da alta (linha contínua) e baixa turbidez (linha tracejada), ao longo da carreira de filtração

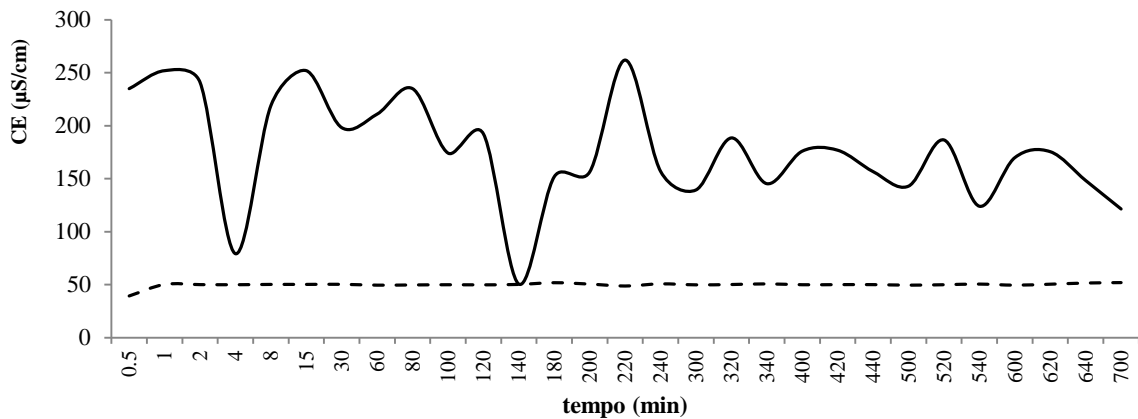
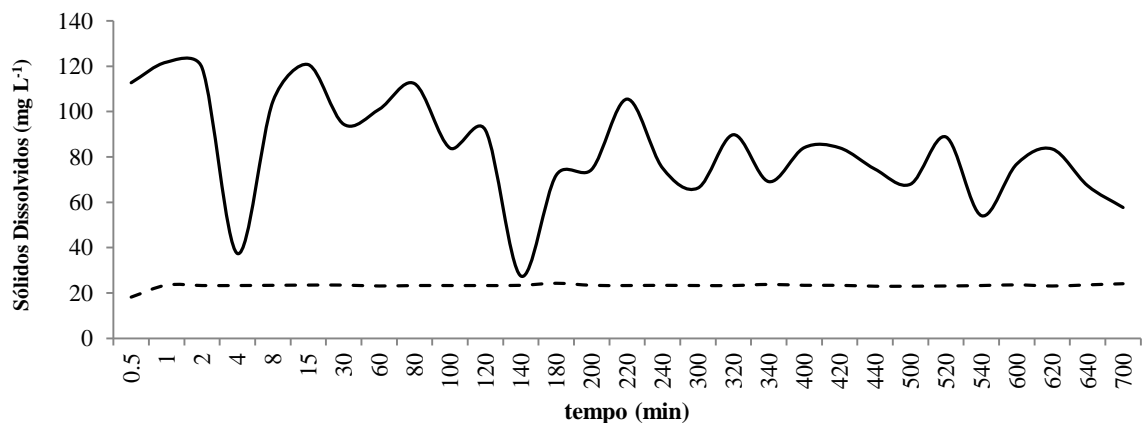


Figura 6 – Valores de sólidos dissolvidos da água filtrada da alta (linha contínua) e baixa turbidez (linha tracejada), ao longo da carreira de filtração





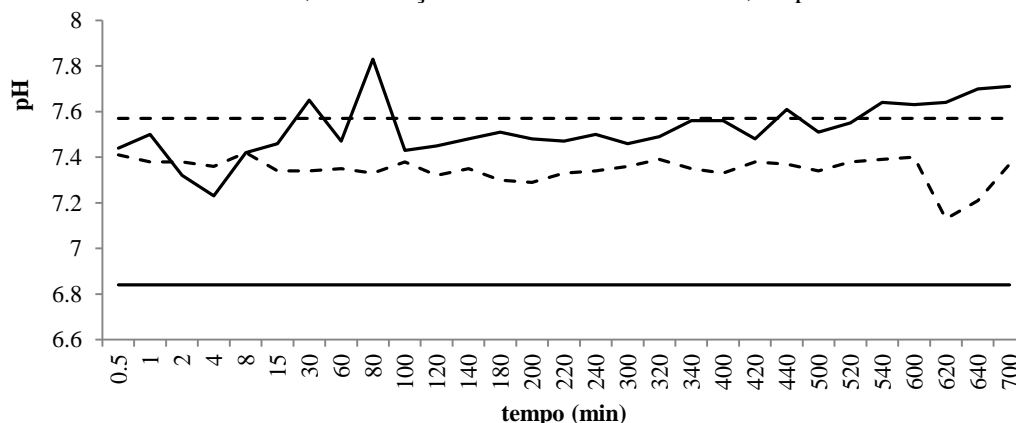
11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Figura 7 – Valor de pH nas amostras de água com alta turbidez (linha pontilhada) e na água tratada (linha contínua), ao longo da filtração. As linhas horizontais representam os valores de pH, 7.54 e 6.84, das soluções de baixa e alta turbidez, respectivamente.

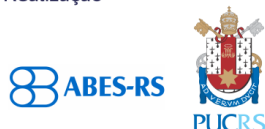


A turbidez de entrada apresentou um valor de 700 NTU, e os valores de turbidez do filtrado decresceram ao longo do tempo, oscilando entorno de 30 NTU e decrescendo para 10 NTU na alta turbidez (Figura 3). Enquanto isso, a turbidez inicial na baixa turbidez foi 248 NTU e decresceu para 6.3 NTU no filtrado (Figura 8). As eficiências de remoção de turbidez foram em torno de 98.5 e 97%, para filtração da alta e baixa turbidez, respectivamente. Dessa forma, o sistema de filtração mostrou-se eficaz para remoção de turbidez, uma vez que, trata-se de um sistema piloto de filtração direta, que dispensou as etapas de tratamento convencional, tais como: coagulação, floculação e decantação. Todavia, os valores de turbidez ao final da filtração foram superiores ao recomendado pela Portaria 2914 de 2011, que é de 5 NTU.

O valor de cor aparente foi cerca de 1150 PtCo para o água com alta turbidez, e este valor diminuiu para um valor médio de 98 PtCo. Por sua vez, a cor aparente da água com baixa turbidez foi de 27 PtCo e após a filtração passou a 83 PtCo. A cor aparente é o resultado de materiais finamente dissolvidos e dissolvidos na água e afetam diretamente a turbidez. A Portaria 2914 de 2011 recomenda valores de cor após a filtração de 15 PtCo, para sistemas convencionais de tratamento. Dessa forma, a eficiência requerida para o parâmetro cor será atingida com a introdução da unidade de aplicação de coagulantes e floculação. Como a maior eficiência, na remoção da turbidez e cor, foi observada no experimento com baixa turbidez, isso reforça o efeito da turbidez, quantidade de sólidos totais, aplicadas sobre o desempenho da filtração.

O valor de CE na água com alta turbidez foi de $231 \mu\text{S cm}^{-1}$ e após a filtração, houve uma grande variação de CE nos minutos iniciais, que diminuiu após 300 min, com valor médio de $158 \mu\text{S cm}^{-1}$. Na baixa turbidez, a CE aumentou de 24 para $51 \mu\text{S cm}^{-1}$, e valor manteve-se constante ao longo da filtração. Segundo a Portaria 29 14 de 2011, a CE não estava dentro padrão de potabilidade. A CE está diretamente relacionada com a concentração de sais dissolvidos na amostra. Assim, a CE e sólidos dissolvidos durante a filtração da alta e da baixa turbidez, apresentação comportamento similares ao longo de filtração (Figuras 5 e 6, respectivamente), sendo os valores de entrada dos sólidos foram de 110 mg L^{-1} e valor médio de 83 mg L^{-1} , após a filtração (para alta turbidez) e de $10,9 \text{ mg L}^{-1}$ de entrada, final médio de 23 mg L^{-1} para a baixa turbidez. Os valores máximos permitidos na Portaria 2914 de 2011 é de 1000 mg L^{-1} para sólidos dissolvidos, que trata-se de um padrão organoléptico. Assim, valores de sólidos dissolvidos mencionados anteriormente sugerem repulsão e aceitação por parte do consumidor final da água tratada. Além disso, filtros de areia não são indicados para remoção de sólidos dissolvidos, assim a diminuição observada na alta

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

turbidez está provavelmente relacionado com reação de adsorção com as partículas de argila do solo utilizado para gerar a turbidez.

Os valores de pH variaram de 6.8 de entrada e 7.6 de saída, na alta turbidez e na baixa turbidez foram de 7.5 na entrada e 7.3 na saída. Os valores encontrados após o sistema de filtração estão dentro da faixa estabelecida pela Portaria 2914 de 2011, no qual o artigo 39 define a faixa de pH de 6.5 a 9.0. O maior valor de pH das águas com baixa turbidez está relacionado com o maior superfície de ionização das partículas e hidrólise das bases presentes no complexo de troca dessas partículas (Puri A. N. e Asghar, A. G., 1938)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência da filtração da água com baixa turbidez demonstrou elevada eficácia na remoção da turbidez. Por outro lado, para a alta turbidez houve uma queda na remoção dos sólidos suspensos, em função da colmatação do meio filtrante. Contudo, isso não interferiu na eficiência de remoção da turbidez, uma vez que, a eficiência do filtro de alta turbidez foi de 97 %.

A eficiência de remoção de turbidez foi elevada e remoção da alta e baixa turbidez foi similar. Contudo, nos valores de turbidez não estão de acordo com a Portaria 2914 de 2011. Nesse sentido, a filtração direta sem uso de coagulante, alcançou níveis acima de 90%. O aumento de eficiência seria possível para uma água bruta com melhor qualidade, e como o estudo propôs avaliar a eficiência de remoção de turbidez em períodos de chuva, quando há o carregamento de solo e aumento abrupto de turbidez. Os filtros como única unidade de tratamento não foram atenderam os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria. Assim, a eficiência de remoção de turbidez foi elevada e similar na remoção da alta e baixa turbidez. Contudo, nos valores de turbidez não estão de acordo com a Portaria 2914 de 2011, em uma situação de mudança abrupta da turbidez. Isso pode ser solucionado com a introdução de unidade de tratamento completar e anteriores a etapa de filtração.

5. AGRADECIMENTOS

Ao IFG, Campus Águas Lindas de Goiás e a Universidade Paulista, Brasília, pelo apoio para o desenvolvimento do projeto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION-APHA. **Standard Methods for the Water and wastewater**. 21 ed. New York: APHA (2005).

BASTOS, F.P., **Tratamento de água de chuva através de filtração lenta e desinfecção UV**. Universidade federal do espirito santo (UFES), centro tecnológico, programa de pós-graduação em engenharia ambiental, Mestrado. f. 135, 2007.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. 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.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

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.

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.

NBR 9898 (1987) – Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores, ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

PATERNIANI, J. E.S.; CONCEIÇÃO, C. H. Z. Eficiência da pré-filtração e filtração lenta no tratamento de água para pequenas comunidades. **Revista de Engenharia Ambiental Pesquisa e Tecnologia**, v.1, n. 1, p. 17-24, jan/dez 2004.

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.

PUR, A. N.; ASGHAR, A. G. INFLUENCE OF SALT SAND SOIL-WATER RATIO ON PH VALUE OF SOILS . **Soil Science**, v.46, p.249-258, 1938.

SANTOS; C. E. C. C.; FREITAS, L. C.; PÁDUA, V. L.; **Operação e manutenção de estações; abastecimento de água: guia do profissional em treinamento**; Belo Horizonte ReCESA, 2007. 50p.

SILVEIRA, L. R.; SOUZA, K. P. O.; ALVEZ, R. M. REMOÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS POR MEIO DE FILTRAÇÃO LENTA. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**. v.8, n.1. p.138-148.2015.

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.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375