

TRATAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA UTILIZANDO PROCESSOS DE FILTRAÇÃO E DESINFECÇÃO

SANTIAGO PEREIRA NETO¹; EUDES JOSÉ ARANTES²; RAFAEL MONTANHINI SOARES DE OLIVEIRA³; MORGANA SUSZEK GONÇALVES^{*4}

¹Engenheiro Ambiental, Mestrando em Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel-PR, santiago.pereira.n@gmail.com

²Dr. em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Prof. do Departamento Acadêmico de Ambiental, UTFPR, Campo Mourão-PR, eudesarantes@utfpr.edu.br

³Dr. em Engenharia Química, Prof. do Departamento Acadêmico de Ambiental, UTFPR, Campo Mourão-PR, rafaeloliveira@utfpr.edu.br

⁴Dr^a. em Engenharia Agrícola, Prof^a. do Departamento Acadêmico de Ambiental, UTFPR, Campo Mourão-PR, morgana@utfpr.edu.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: A aplicação de técnicas de uso da água de chuva pode minimizar o desperdício de água tratada e, com tratamento adequado, abastecer moradias em locais onde a água potável é escassa. Diante disso, o presente trabalho objetivou realizar a coleta e tratamento de água de chuva, por meio de processos de filtração e desinfecção. A água de chuva foi coletada na calha do telhado de um dos blocos da UTFPR Câmpus Campo Mourão, e passou por filtração comparando-se três tipos de meio filtrante: coluna I (areia), coluna II (finos de carvão) e coluna III (finos de carvão e areia), e posteriormente aplicou-se hipoclorito de sódio para a desinfecção. Avaliou-se a eficiência do tratamento para os parâmetros coliformes totais e termotolerantes, turbidez, cor aparente e sólidos totais. A qualidade da água da chuva bruta não atendeu aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, para turbidez, cor e coliformes. Posteriormente ao tratamento, apenas a turbidez não apresentou resultado satisfatório quando comparada com a legislação vigente, devido ao carreamento de material filtrante. A eficiência do tratamento global foi de 100% para remoção de coliformes e para grande parte dos ensaios de cor aparente. Para a turbidez, a maior eficiência foi obtida na coluna I (73,14%), e para sólidos totais a maior eficiência foi encontrada na coluna III (38,32%), considerando a água coletada no fundo do reservatório.

PALAVRAS-CHAVE: Água pluvial, água potável, filtro, tratamento de água.

RAIN WATER TREATMENT USING PROCESSES FILTRATION AND DISINFECTION

ABSTRACT: The application of techniques of rain water use can minimize the treated water loss and, with proper treatment, supply housing in areas where drinking water is scarce. Therefore, this study aimed to carry out the collection and treatment of rain water through filtration and disinfection processes. Rain water was collected in the roof gutter one of the UTFPR Campus Campo Mourão blocks and passed by filtration comparing three types of filter media: column I (sand), column II (coal fines) and column III (coal fines and sand) and then applied to sodium hypochlorite for disinfecting. It was evaluated the effectiveness of treatment for the parameters of thermotolerant and total coliforms, turbidity, apparent color and total solids. The quality of the brute rainwater did not meet the potability standards established by Ordinance 2,914/2011 of the Ministry of Health, for turbidity, color and coliform. Subsequent to treatment, only the turbidity did not show satisfactory results when compared with current legislation, due to the filter material transport. The overall efficiency of the treatment was a 100% removal of coliforms and much of the apparent color tests. For the turbidity, the highest efficiency was obtained from column I (73.14%), and total solids the highest efficiency was found in column III (38,32%), whereas the water collected in the bottom of the reservoir.

KEYWORDS: Rain water, potable water, filter, water treatment.

INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional, e conseqüente maior consumo de água, faz-se necessária a busca por fontes alternativas não vinculadas ao sistema de abastecimento público. Dessa forma, o aproveitamento da água da chuva demonstra-se como uma opção para residências, prédios comerciais, indústrias e outros estabelecimentos. Considerando o fato de que a água pluvial se perde por infiltração no solo, escoamento superficial e em galerias pluviais, o simples armazenamento da mesma, pode levar a uma economia para o proprietário, além de diminuir o desperdício de água potável com fins menos nobres.

Em regiões de escassez hídrica e de difícil acesso para as companhias de saneamento, a água da chuva viabiliza um fornecimento interessante para o uso da população. Mediante realização de tratamento, é possível melhorar a qualidade da água pluvial, visando buscar padrões para fins potáveis. Um processo de filtração acompanhado posteriormente por desinfecção pode representar uma melhora na qualidade deste recurso.

A baixa qualidade da água disponível, para expressiva parcela da população em algumas regiões do país, devido a condições precárias ou inexistentes de saneamento básico, reflete significativamente na taxa de mortalidade infantil nesses locais (Cirilo et al., 2010).

Reconhecendo a importância de analisar e aumentar as alternativas para o uso da água pluvial, com foco em fins potáveis para a população, este estudo teve por objetivo avaliar a qualidade da água da chuva, após processos de tratamento por filtração e desinfecção.

MATERIAIS E MÉTODOS

A água de chuva foi coletada manualmente em um balde de 20 L, em dias de precipitação, diretamente do tubo de queda de saída da calha de água pluvial, provinda do telhado de uma das edificações de salas de aula (bloco B) da UTFPR – Câmpus Campo Mourão, no período de agosto a outubro de 2015. O balde ficou armazenando a água por um tempo superior a dez minutos (Jaques, 2005).

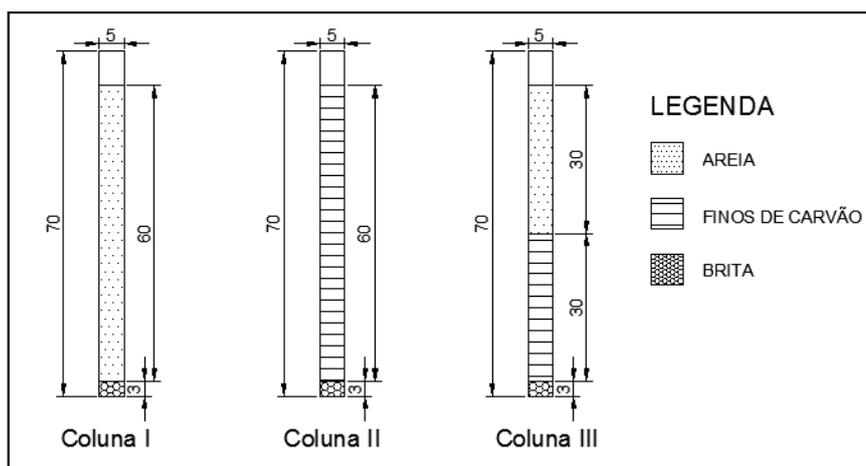
Para realização da etapa de filtração, foram utilizadas três colunas de 70 cm de comprimento, confeccionadas com tubos de PVC, comparando-se três tipos de meio filtrante: coluna I (areia com granulometria de 0,45 a 0,55 mm), coluna II (finos de carvão com granulometria de 0,90 a 1,10 mm) e coluna III (finos de carvão e areia). Os finos de carvão (Figura 1) são caracterizados como resíduos do peneiramento na produção do carvão vegetal convencional, e foram coletados em uma empresa produtora de carvão no município de Araruna-PR.

Figura 1. Finos de carvão utilizados como meio filtrante no experimento.



A granulometria foi escolhida com base em Piveli & Ferreira Filho (2015), e as dimensões e a composição dos meios filtrantes das colunas de filtração, podem ser observadas na Figura 2. As colunas foram fixadas em suporte universal, e para contenção dos meios filtrantes utilizou-se uma camada suporte de 3 cm de pedra brita, fechando a saída inferior do filtro com tecido não tecido (TNT).

Figura 2: Dimensões (em centímetros) e composição do meio filtrante das colunas de filtração.



Foram realizados cinco ensaios experimentais, e a filtração foi realizada em escala de bancada, passando-se água da chuva em cada filtro em fluxo descendente, por meio de bomba peristáltica na vazão máxima de 6 mL min^{-1} . Inicialmente, saturou-se as colunas com 2 L de água da chuva, e posteriormente foi realizado o processo de filtração.

Realizou-se cinco ensaios sendo os três primeiros com água coletada na superfície do reservatório de armazenamento, e os dois últimos com água retirada através de uma torneira no fundo do reservatório. A água filtrada foi coletada a cada 100 mL e analisou-se cor, turbidez e pH. Na sequência, ao atingir-se um litro de água filtrada aplicou-se o processo de desinfecção utilizando $0,05 \text{ mL L}^{-1}$ de NaClO (teor ativo de 2 a 2,5%), conforme metodologia da Fundação Nacional de Saúde (Funasa, 2014).

As amostras de água, antes e após o tratamento, foram analisadas quanto aos parâmetros: cor, cloro residual livre, pH, sólidos totais, temperatura, turbidez, coliformes termotolerantes e coliformes totais, seguindo-se metodologias de Eaton et al. (2005). Os resultados obtidos foram comparados com a ABNT NBR 15527:2007 (para fins não potáveis) e com a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (para fins potáveis).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da qualidade da água da chuva, antes do tratamento, obtidos nos cinco ensaios realizados, considerando três ensaios com a água da superfície do reservatório (1, 2 e 3) e dois ensaios com a água do fundo do reservatório (4 e 5).

Tabela 1. Valores dos parâmetros analisados para a água de chuva sem tratamento

Parâmetro	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5
pH	7,61	6,90	7,25	7,42	7,21
Turbidez (UT)	0,43	0,70	0,91	23,30	18,43
Temperatura (°C)	22,10	19,80	20,30	21,90	21,70
Cor (uH)	0,00	20,00	10,00	50,00	30,00
Sólidos totais (mg L^{-1})	0,00	0,00	0,00	596,00	430,00
Coliformes totais (NMP)	280,00	350,00	280,00	500,00	350,00
Coliformes termotolerantes (NMP)	350,00	350,00	350,00	900,00	500,00

Tendo como base legal a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, o pH deve estar entre 6 e 9,5. Em todos os ensaios este padrão foi atendido, tendo como valor mínimo 6,9 e máximo 7,61. Em relação à norma ABNT NBR 15527:2007, o pH também atendeu o exigido, que é de valores na faixa de 6 a 8.

Para a turbidez, o padrão organoléptico de potabilidade máximo é de 5 uT, e apenas os ensaios com a água da superfície do reservatório (1, 2 e 3) atenderam esse requisito, variando os valores de 0,43 a 0,91 uT. Os ensaios com água do fundo do reservatório (4 e 5), apresentaram 23,3 e

18,43 uT respectivamente, valor de turbidez mais elevado, podendo ser justificado pelo longo período sem chuva. Comparando com a ABNT NBR 15527:2007 apenas os ensaios 1, 2 e 3 atendem a faixa menor que 2 uT, que possibilita o uso da água para atividades restritivas, tais como descargas em bacias sanitárias, lavagem de veículos e uso industrial.

A cor aparente foi atendida apenas nos ensaios 1 e 3, com valores de 0 e 10 uH, respectivamente. Ressaltando que a legislação exige que não ultrapasse 15 uH.

Em relação às análises de coliformes, nenhum dos ensaios atendeu a ABNT NBR 15527:2007, que exige ausência em 100 mL no teste de tubos múltiplos. Os valores de NMP variaram de 280 a 500 para coliformes totais. Para coliformes termotolerantes os valores ficaram entre 350 e 900.

Os dados das análises após os processos de filtração e desinfecção para as colunas I, II e III, para os cinco ensaios estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores finais das análises da água da chuva após o tratamento nos cinco ensaios

Parâmetro	Coluna I					Coluna II					Coluna III				
	E1	E2	E3	E4	E5	E1	E2	E3	E4	E5	E1	E2	E3	E4	E5
pH	7,02	7,42	7,23	7,21	7,08	7,01	6,92	7,01	7,26	7,04	7,49	6,98	6,98	7,29	7,11
Tur. (UT)	8,15	6,46	6,80	4,60	6,26	7,21	7,88	6,20	8,80	6,10	11,0	9,90	12,7	13,3	9,17
Temp. (°C)	22,3	19,9	21,0	22,1	21,9	22,4	19,7	20,5	21,0	21,6	22,0	19,6	20,3	21,8	21,9
Cor (uH)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	10,0
ST (mg L ⁻¹)	0,0	0,0	0,0	370	290	0,0	0,0	0,0	468	340	0,0	0,0	0,0	354	275
CL (mg L ⁻¹)	1,0	0,9	1,1	0,9	1,1	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	1,1	1,1	0,9	0,9
CS (NMP)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CT (NMP)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tur. = Turbidez; Temp. = Temperatura; Cor = Cor aparente; ST = Sólidos totais; CL = Cloro residual livre; CS = Coliformes totais ; CT = Coliformes termotolerantes.

Comparando-se a água da chuva, após o tratamento, com a portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, foi possível constatar que apenas na coluna I (somente areia) durante o ensaio 4, a turbidez atendeu ao padrão de 5 UT. Os valores no ensaio 1, 2 e 3 foram mais baixos para água sem tratamento, pois a água da chuva estava com qualidade considerável para esse parâmetro. O motivo do aumento na turbidez pode ser o carreamento de partículas do material filtrante. Já nos ensaios 4 e 5, em que os valores estavam elevados, a filtragem melhorou a qualidade da mesma. O valor estimado pela norma ABNT NBR 15527:2007, para usos restritivos é de no máximo 5 uT, e apenas o ensaio 4 para coluna I atendeu esse limite.

Os valores de pH atenderam a legislação estabelecida, e a cor aparente apresentou valor acima do padrão estabelecido apenas no ensaio 1, para a coluna III. Foi constatada a presença de sólidos totais apenas nos ensaios 4 e 5 (água do fundo do reservatório), e a coluna II foi a que apresentou os maiores valores em ambos ensaios.

Em relação à desinfecção foram analisados os parâmetros coliformes e cloro residual livre. Os coliformes totais e termotolerantes foram satisfatórios tendo em vista que após a desinfecção com hipoclorito de sódio, não houve resultado positivo em nenhum teste microbiológico, atendendo a legislação. Assim como para cloro residual livre, que deve apresentar no mínimo 0,5 mg L⁻¹ para que seja efetivo no tratamento e no máximo 5 mg L⁻¹ para que não ocorra problemas para a saúde humana.

Com a aplicação do tratamento alguns parâmetros como sólidos totais, coliformes e cor aparente atenderam a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, na maioria dos ensaios. Mas para o uso para fins potáveis a qualidade deveria ser melhorada em relação à turbidez para atendimento à legislação (5 uT).

Dessa forma, a eficiência do tratamento global foi de 100% para remoção de coliformes e para grande parte dos ensaios de cor aparente. Para a turbidez, a maior eficiência foi obtida na coluna I (73,14%), e para sólidos totais a maior eficiência foi encontrada na coluna III (38,32%), considerando a água coletada no fundo do reservatório.

De forma geral, constatou-se que com a aplicação de técnicas de tratamento não muito sofisticadas, como a filtração e a desinfecção, pode-se chegar aos valores necessários para atender o padrão de potabilidade, mostrando a água pluvial como um recurso disponível para acabar com a falta de água de qualidade em regiões, onde o acesso à água potável é precário ou inexistente. Além disso, deve-se incentivar o uso para fins não potáveis, em locais onde há o desperdício de água potável com uso menos nobres.

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que a filtração com os meios filtrantes utilizados (areia e finos de carvão), que podem ser considerados simples e de fácil obtenção, juntamente com a desinfecção com hipoclorito de sódio (água sanitária), foram eficientes no tratamento da água de chuva, sendo possível o uso da água para fins potáveis e não potáveis. Entretanto, observou-se a necessidade de maior tempo de lavagem do meio filtrante com água para posterior uso do filtro, a fim de evitar-se o carreamento de partículas finas do material.

REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 8p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº. 2.914, de 12.12.2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, p.43-49, 04 de janeiro 2012. Seção 1.
- Cirilo, J. A.; Montenegro, S. M. G. L.; Campos, J. N. B. A questão da água no semiárido brasileiro. In: Bicudo, C. E. de M.; Tundisi, J. G.; Scheuenstuhl, M. C. B. Águas do Brasil: análises estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010, p.81-91.
- Eaton, A. D.; Cluskeri, L. S.; Rice, E. W.; Greenberg, A. E. (Ed.). Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed. Washington: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Pollution Control Federation, 2005.
- FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. Manual de cloração de água em pequenas comunidades utilizando o clorador simplificado desenvolvido pela Funasa. 1. ed. Brasília: FUNASA, 2014.
- Jaques, R. C. Qualidade da água da chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações. Florianópolis: UFSC, 2005.102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental).
- Piveli, R. P.; Ferreira Filho, S. S. Filtração. 2015. Disponível em: http://www.pha.poli.usp.br/default.aspx?id=27&link_uc=disciplina. Acesso em: 01 de dezembro de 2015.