

AVALIAÇÃO DO USO DE FILTRAÇÃO PARA MELHORIA DA QUALIDADE DE ÁGUA DE CHUVA COLETADA NO *CAMPUS* CAMPO MOURÃO DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ¹

Adriana Neres De Lima², Maria Da Silva Porfírio³, Regiane Cristina Ferreira⁴, Karina Querne De Carvalho⁵

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade de aproveitamento da água de chuva em usos não potáveis na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Para isso, foram realizadas caracterizações físico-químicas para determinação dos parâmetros temperatura, pH, alcalinidade a bicarbonato, ácidos voláteis, turbidez, condutividade, DQO, concentração de sólidos totais e de sólidos suspensos totais em amostras de água da chuva coletadas das calhas dos telhados do bloco A e C, ginásio e da precipitação livre em diferentes intervalos de tempo: 0, 10, 30 e 60 minutos. Os resultados obtidos com a análise de variância e o teste de Tukey indicaram que a turbidez e os sólidos suspensos influenciaram nos demais parâmetros. Após passar por filtração lenta os valores obtidos para esses parâmetros atenderam aos limites estabelecidos pela Agência de Proteção Norte Americana (USEPA). A filtração utilizada atingiu eficiências de 89,9%, 93,2%, 99% e 100% para os parâmetros físico-químicos turbidez, DQO, sólidos totais e sólidos suspensos, respectivamente. O estudo indicou ainda que a água de chuva coletada no campus pode ser utilizada para fins não potáveis em torneiras de jardins, limpeza de calçadas e descargas de vasos sanitários.

PALAVRAS CHAVE: Caracterização Físico-Química, Tratamento, Reúso.

EVALUATION OF THE USE OF FILTERING TO IMPROVE THE QUALITY OF RAIN WATER COLLECTED IN FIELD MOURÃO CAMPUS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY FEDERAL PARANA

SUMMARY: The main goal of this work was to evaluate the possibility of rainwater catchment in non drinking uses in Federal Technological University of Paraná. To this, it was carried out physical chemical characterizations to the determination of the parameters temperature, pH, bicarbonate alkalinity, volatile acids, turbidity, conductivity, COD, concentration of total solids and total suspended solids in rainwater samples collected from gutters of the roofs of building A and C, gymnasium and free precipitation in different intervals of time: 0, 10, 30 and 60 minutes. The results obtained with the variance analyses and the Tukey test indicated that turbidity and suspended solids influed the other parameters. The values obtained to these parameters were higher than those limits reported by US Environmental Protection Agency (USEPA). The results obtained to the filtrated samples indicated that the filters achieved 89,9%, 93,2%, 99% e 100% to the parameters turbidity, COD, total solids and total suspended solids, respectively. The

¹Trabalho apresentado no XIV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Fundação Araucária – Órgão financiador da pesquisa.

² Tecnóloga em Gestão Ambiental, Mestranda em Engenharia Agrícola, PGEAGRI, *Campus* de Cascavel, Unioeste, Cascavel, PR, adriilima@hotmail.com

³ Graduanda em Engenharia Civil, *Campus* de Campo Mourão, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PR.

⁴ Graduanda em Engenharia Ambiental, *Campus* de Campo Mourão, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PR.

⁵ Doutora, Engenheira Civil, COAMB, *Campus* de Campo Mourão, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PR.

study also indicated that the rainwater collected in the *campus* can be used for non drinking uses as in garden taps, pathways cleaning and toilet flushing.

KEYWORDS: Physical-Chemical Characterization, Treatment, Reuse.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento econômico e industrial e a urbanização das cidades, a crescente demanda por água tem agravado ainda mais a má distribuição populacional em função das reservas hídricas e limitado o desenvolvimento econômico de alguns países.

Em vista disso, a tendência global é buscar ações de conservação da água no intuito de garantir a sustentabilidade deste insumo natural, seja por reuso (reaproveitamento) de efluentes ou por aproveitamento de água de chuva. De acordo com SILVA & DOMINGOS (2007), a captação de água da chuva com qualidade de maneira simples e efetiva em termos da relação custo-benefício é uma prática muito difundida em países como Austrália e Alemanha.

Deve-se destacar que água consumida pelo ser humano deve obedecer a critérios de qualidade definidos por normas nacionais ou internacionais. A obediência a esses critérios determina a tecnologia de tratamento a ser adotada, a partir da qualidade da água a ser tratada e de sua destinação final.

A utilização da água de chuva em usos não potáveis tem sido investigada por diversos autores. MAY (2004) destaca que a coleta de água para fins não potáveis não requer grandes cuidados de purificação. Para tratamento de água de chuva podem ser aplicados processos de sedimentação natural e filtração lenta.

As principais vantagens desse sistema são não requerimento de adoção de coagulante, funcionamento com baixas taxas de filtração e utilização de meio filtrante de granulometria fina. A aplicação de filtração lenta ou de filtros de baixa taxa acarreta em maior tempo de detenção da água sobre o meio filtrante e no seu interior, o que favorece intensa atividade biológica no filtro lento e garante produção de água com qualidade apropriada para desinfecção efetiva (DI BERNARDO, 1999).

Dentro deste contexto, esse artigo teve como objetivo principal identificar um sistema de tratamento adequado para a água de chuva coletada no *campus* Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e indicar usos não potáveis para seu reaproveitamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O campus Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná iniciou suas atividades em 1995. A UTFPR oferece os cursos: Técnico em Informática, Superiores de Tecnologia em Alimentos, Ambiental e de Produção Civil; Sistemas para Internet; Engenharias de Alimentos, Ambiental e Produção Civil; Formação Pedagógica; Especializações nas áreas de Alimentos, Comunicação, Construção Civil, Educação, Informática e Meio Ambiente. A estrutura do campus é composta por quatro blocos principais (A, C, E e F) divididos em salas de aula, laboratórios, salas de apoio didático, biblioteca, ginásio de esportes, quadra poliesportiva e salas administrativas, com aproximadamente 10.441,57 m² de área construída. O abastecimento de água no campus é feito por captação em um poço artesiano existente em seu terreno.

Ensaio de caracterização da qualidade da água de chuva bruta e filtrada foram realizados por campanhas de coleta de amostras no período de setembro de 2008 a junho de 2009. Amostras de água da chuva foram coletadas diretamente das calhas dos telhados do bloco A, bloco C, ginásio e da precipitação livre em diferentes intervalos de tempo: 0, 10, 30 e

60 minutos. A partir de análise de variância e teste de Tukey da qualidade da água de chuva coletada no campus a água de chuva captada no bloco C foi escolhida para filtração devido a pior qualidade físico-química apresentada em relação aos outros pontos de coleta. As filtrações foram realizadas com papel filtro quantitativo JP 42 faixa azul (filtração lenta), porosidade de 8 µm, diâmetro de 15 cm, velocidade de filtração de 1200 s, 80 g/m².

As análises para determinação dos parâmetros físico-químicos usados na caracterização da água da chuva bruta e água da chuva filtrada foram: temperatura, pH, turbidez, condutividade, DQO bruta, concentração de sólidos totais e concentração de sólidos suspensos totais de acordo com as metodologias estabelecidas pela STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER DA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (EATON et al., 2005), alcalinidade total e concentração de ácidos voláteis segundo metodologia proposta por DILLALO & ALBERTSON (1961) e RIPLEY (1986), respectivamente. Todas as análises foram realizadas em duplicata.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta um resumo dos resultados experimentais obtidos nas campanhas de caracterização de água de chuva bruta das amostras da precipitação livre e dos telhados dos blocos A e C e do ginásio no campus Campo Mourão da UTFPR.

Tabela 1. Resumo dos resultados experimentais obtidos nas campanhas de coleta das amostras de água da chuva para os diferentes pontos de coleta.

Parâmetros	Precipitação Livre				Bloco A				Bloco C				Ginásio			
	X	D	M	Mí	x	D	Má	Mí	X	DP	Má	Mí	x	D	Má	Mí
T (°C)	21,8	1,3	24,0	19,5	23,8	1,9	26,5	20,0	24,9	1,6	27,0	20,0	24,6	1,6	27,5	21,0
Ph	5,5	0,6	6,5	4,6	6,9	0,8	7,8	5,0	7,5	0,3	7,9	7,0	7,2	0,3	7,6	6,9
Turbidez (UNT)	18,0	4,1	24,2	13,3	18,3	15,6	56,9	4,0	34,5	48,2	21,5,0	6,7	24,5	22,0	78,6	5,1
Condutividade (µS/cm ²)	16,3	2,4	19,6	11,7	27,4	27,5	82,0	7,3	70,8	32,2	14,5,6	30,1	39,0	14,5	76,3	18,6
Alc. a bicarbonato (mg CaCO ₃ /L)	2,7	0,6	8,1	3,9	5,3	4,4	23,5	2,1	14,6	17,5	10,0,1	5,4	8,6	6,7	32,0	3,2
Ác. Voláteis (mgHAc/L)	3,3	0,3	3,9	3,1	6,7	0,6	8,0	5,9	7,2	0,3	7,8	6,6	6,6	0,6	7,9	5,6
DQO bruta (mg/L)	4,3	7,0	18,1	0,0	11,0	18,2	72,3	0,0	14,9	18,8	68,4	0,0	14,2	13,7	49,1	0,0
DQO filtrada (MG/L)	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	0,0
ST (mg/L)	45,0	20,1	74,0	8,0	52,0	25,5	12,8,0	14,0	17,2	20,7,2	66,6,0	20,0	97,4	94,0	360,0	14,0
STV (mg/L)	17,7	10,4	32,0	4,0	28,2	15,8	62,0	4,0	82,9	77,8	24,6,0	2,0	26,7	16,7	58,0	6,0
STF (mg/L)	27,3	16,4	54,0	4,0	23,8	19,1	66,0	4,0	89,1	13,4,9	42,0,0	0,0	60,7	90,0	320,0	0,0
SST (mg/L)	3,3	1,1	6,6	3,3	6,6	6,6	22,4	4,4	10,10	18,18	70,70	10,10	10,10	17,17	48,48	4,4

	5	0	0	0	9	4	0	0	9	0	0	0	,8	,8	0	0
SSV (mg/L)	1,	0,	1,	0,	0,	0,	1,8	2,	2,1	1,4	4,2	0,4	1,	1,	4,2	0,
	0	4	5	2	9	5	0	0					9	4	2	2
SSF (mg/L)	2,	0,	3,	2,	6,	3,	12,	2,	8,8	10,	34,	2,0	8,	8,	30,	2,
	5	5	2	0	0	5	0	0		4	0		9	3	2	0

Para determinar a qualidade da água de chuva, coletada no *campus* da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, os resultados obtidos na caracterização foram comparados aos valores dos parâmetros estabelecidos na PORTARIA Nº 518/04 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE (BRASIL, 2004) e pela ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA, 1992) que contempla a água de reuso como classe 1.

Os parâmetros turbidez e concentração de sólidos suspensos totais ficaram acima do estabelecido pela Portaria nº 518/04 e pela USEPA. A turbidez dos blocos A ($18,3 \pm 15,6$ UNT), C ($34,4 \pm 48,2$ UNT), ginásio ($24,5 \pm 22,0$ UNT) e precipitação livre ($15,8 \pm 2,2$ UNT) foram superiores àqueles estabelecidos pela USEPA de ≤ 2 UNT e da PORTARIA Nº 518/04 de ≤ 5 UNT.

A concentração de sólidos suspensos totais permitida pela USEPA é de ≤ 5 mg/L, enquanto que as concentrações encontradas para o bloco A, bloco C, ginásio e precipitação livre foram de $6,9 \pm 6,4$ mg/L, $10,9 \pm 18,0$ mg/L, $10,8 \pm 17,8$ mg/L e $3,5 \pm 1,0$ mg/L respectivamente. As maiores concentrações foram registradas nas amostras coletadas no bloco C, por possuir superfície rugosa e localização próxima a rodovia.

Com aplicação do Teste de Tukey (CALLEGARI-JACQUES, 2003) nos resultados obtidos a partir da caracterização físico-química, pode-se verificar que as concentrações de ST, STF e STV interferiram na qualidade da água de chuva coletada no campus. Por apresentar a pior qualidade de água da chuva em termos físico-químicos, a água coletada no bloco C foi a selecionada para passar pelo tratamento constituído por papel filtro faixa azul que simula filtração lenta.

A Tabela 2 apresenta um resumo dos resultados experimentais obtidos nas campanhas de caracterização de água da chuva bruta comparada com a água da chuva filtrada das amostras do bloco C no campus Campo Mourão da UTFPR.

Tabela 2. Comparação dos resultados experimentais obtidos nas campanhas de coleta das amostras de água da chuva bruta e filtrada do bloco C.

Parâmetros	Amostras de água de chuva do bloco C	
	Bruta	Filtrada
Temperatura (°C)	$24,90 \pm 1,60$	$21,00 \pm 0,08$
Ph	$7,50 \pm 0,30$	$7,30 \pm 0,20$
Turbidez (UNT)	$34,50 \pm 48,20$	$1,92 \pm 0,27$
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$)	$70,8 \pm 32,20$	$34,42 \pm 3,48$
Alc. a bicarbonato (mgCaCO ₃ /L)	$14,60 \pm 17,50$	$6,25 \pm 1,89$
Ác. Voláteis (mgHAc/L)	$7,20 \pm 0,30$	$14,50 \pm 1,18$
DQO (mg/L)	$14,90 \pm 18,80$	≤ 1
ST (mg/L)	$172,20 \pm 207,20$	$1,00 \pm 0,00$
STV (mg/L)	$82,90 \pm 77,80$	$0,04 \pm 0,00$
STF (mg/L)	$89,10 \pm 134,90$	$0,03 \pm 0,00$
SST (mg/L)	$10,9 \pm 18,00$	$0,00 \pm 0,00$
SSV (mg/L)	$2,10 \pm 1,40$	$0,00 \pm 0,00$
SSF (mg/L)	$8,80 \pm 10,40$	$0,00 \pm 0,00$

CONCLUSÕES

Foi possível concluir que os telhados de alumínio e de cimento amianto dos blocos A, C e do Ginásio, respectivamente, corresponderam aos melhores locais para a captação das águas pluviais no *campus* Campo Mourão da UTFPR. Os volumes mínimo e médio anuais resultaram de 108 m³ e 942 m³, respectivamente, ou seja, é possível suprir 17% e 100% das demandas não potáveis internas e externas de 634 m³/mês do *campus*. Verificou-se redução dos valores da maioria dos parâmetros físico-químicos avaliados na caracterização da qualidade da água de chuva em função do tempo. Isso demonstra a importância da realização do descarte da água coletada nos primeiros 10 minutos de precipitação para diminuir a concentração de partículas e elementos poluidores localizados nos telhados que influenciam no aumento da concentração de SST e na turbidez. Há possibilidade de reaproveitamento da água de chuva em termos de qualidade se houver tratamento adequado no *campus*. Eficiências de 89,9%, 93,2%, 99% e 100% foram obtidas para turbidez, DQO, ST e SS, respectivamente, em amostras filtradas. Esses resultados estão de acordo com a USEPA para as concentrações de ST e turbidez. A água de chuva coletada no *campus*, após tratamento adequado, pode ser utilizada para fins não potáveis como lavagem de pisos, descargas sanitárias e rega de jardins. O possível reaproveitamento da água de chuva na instituição visa redução do consumo de água potável do poço artesiano e conseqüentemente auxílio na preservação da água do manancial subterrâneo.

REFERÊNCIAS

- DI BERNARDO, L. **Tratamento de águas de abastecimento por filtração em múltiplas etapas**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.
- MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004.159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- SILVA, V. N.; DOMINGOS, P. Captação e manejo de água de chuva. **Saúde e Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v. 2, n. 1, p. 68-76, jan-jun. 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 518**: controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- DILLALO, R.; ALBERTSON, O.E. Volatile acids by direct titration. **Journal of Water Pollution Control Federation**, New York, v. 33, n. 4, p. 356-365, apr. 1961.
- EATON, A.D.; CLESCERI, 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.
- RIPLEY, L.E.; BOYLE, W.C.; CONVERSE, J.C. Improved alkalimetric monitoring for anaerobic digestion of high-strength wastes. **Journal Water Pollution Control Federation**, New York, v. 58, n. 5, p. 406-411, 1986.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency - USEPA. **Small community water and wastewater treatment**: summary report nº 625/R-92/010. Washington: EPA, 1992.