



Comparison of Self-Cleaning devices in an Experimental Unit of Rainwater Harvesting in Federal University of Pará

Karissa Auad Carvalho Duarte¹; Andrelle Soares Dantas Farias²; Marina Scarano Corrêa³; Danilo Cunha de Oliveira⁴; Luiza Carla Girrard Mendes Teixeira⁵

^{1,2,3,4,5}Universidade Federal do Pará (UFPA).

Email: karissaauad@gmail.com, andrellefaria@gmail.com, marina_scarano@ymail.com, danielocunhadeoliveira@hotmail.com, luiza.girard@gmail.com

Received: January 28th, 2017

Accepted: March 14th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The use of rainwater is becoming a more common source in recent years, due to the nature water problems. However, sometimes the rainwater does not have sufficient quality for cleaning fruits or drinkability, for example, requiring thus a pre-treatment. The self-cleaning function is to reduce the variables harmful to health, in the best possible use, therefore, there are several manner of self-cleaning. This work show self-cleaning with discharges of 1L / m² (75mm) and 3L / m² (100mm) comparing the results of apparent color, turbidity, pH and electric conductivity of the atmosphere, the channel and the reservoir. The self-cleaning showed significant reduction in turbidity variable minimization reaching 40% to 43%, while the pH have kept in the neutral range. The self-cleaning 75mm provided a 26% reduction in apparent color as compared to the roof.

Keywords: Self-cleaning, rainwater, impurities removal.

Comparação dos Dispositivos de Autolimpeza em uma Unidade Experimental de Captação de Água da Chuva na Universidade Federal do Pará – Belém/PA

RESUMO

O uso de água proveniente do meio pluvial está se tornando uma fonte mais comum nos últimos anos, devido aos problemas de cunho hídrico. Porém, a água pluvial não possui, por vezes, a qualidade suficiente para potabilidade ou limpeza de frutas, por exemplo, necessitando, assim, de uma pré tratamento. A autolimpeza tem como função reduzir as variáveis prejudiciais a saúde, visando o melhor grau possível de uso, sendo assim, diversas são as formas de autolimpezas, neste trabalho trataremos de autolimpezas com descartes de 1L/m² (75 mm) e 3L/m² (100 mm) comparando os resultados de cor aparente, turbidez, pH e condutividade elétrica à atmosfera, à calha e ao reservatório. As autolimpezas apresentaram reduções consideráveis para a variável turbidez, atingindo minimizações de 40% a 43%, enquanto mantiveram o pH em escala neutra. A autolimpeza de 75 mm proporcionou uma redução de 26% na cor aparente quando comparada à calha.

Palavras Chaves: Autolimpeza, água pluvial, remoção de impurezas.

I. INTRODUÇÃO

As disseminações de problemas de escassez dos recursos hídricos e dos impactos sociais e ambientais causados pelo seu uso têm alertado a conscientização da população quanto ao seu uso, como planejamento e a gestão os quais são considerados uma prioridade social, assim como também a conscientização pelo uso racional da água. O crescimento populacional, das indústrias e dos centros urbanos, é responsável pelo aumento do consumo de água.

Além disso, a crescente poluição dos rios e mares por complexos industriais, esgotos, produtos tóxicos, pragas de algas e o tratamento falho desses efluentes vem diminuindo a disponibilidade *per capita* de água potável nos países desenvolvidos e em desenvolvimento [1][2][3].

Existem diversas tecnologias que possibilitam o reuso da água de chuva para uso não-potável em diferentes países, como Austrália, EUA, África do Sul, Japão e Alemanha, onde são

construídos sistemas de captação de água de chuva, os quais são compostos de telhados ou superfícies coletoras, filtros construídos por variados meios filtrantes, filtração por autolimpeza, um reservatório e uma rede de canalização para direcionar a água aos pontos planejados [4].

Diante disso, a captação e o aproveitamento da água pluvial tem se mostrado como uma alternativa viável para melhorar a disponibilidade de água e auxiliar na sua distribuição, seja para fins potáveis ou não, dependendo do tratamento aplicado à água ou a legislação consultada, sobretudo em comunidades ribeirinhas na Amazônia, as quais são desprovidas de abastecimento de água potável, a qual não atende aos padrões estabelecidos na portaria de potabilidade 2.914 [5].

A forma de coleta em fontes desprotegidas, uma forma de tratamento ineficaz e uma má configuração dos sistemas de captação, podem influenciar na qualidade da água resultante podendo ocasionar doenças à população abastecida [6].

Cerca de 20% de toda a água que escoar no planeta origina-se na Bacia Amazônica, devido à mesma apresentar uma abundância de água doce [2].

A região Hidrográfica Amazônica apresenta vazões de aproximadamente 74 mil m³/s [7], mas apesar dessa região possuir o maior volume de água do mundo, uma parte significativa dela não é aproveitada, o que é possível perceber pela sua má distribuição e pelo seu deficiente fornecimento [8].

Em vista disso, torna-se pertinente a busca por novos meios de reuso da água da chuva que envolvam o seu uso controlado e eficiente [9]. Existem diversas tecnologias que possibilitam o reuso desse recurso, como o aproveitamento da água de chuva, a dessalinização da água do mar e o reuso de águas

servidas, sendo a primeira destacada como uma das alternativas mais simples e viáveis economicamente [10].

A cidade de Belém apresenta uma potencialidade para a captação da água de chuva, pois a mesma possui elevados índices pluviométricos em torno de uma média de 2.800 mm/ano [11], já que a potencialidade depende das características atmosféricas da região [12] [13][14].

O tratamento da água de chuva requer um tratamento antes de sua utilização, pois esta água pode ser facilmente contaminada por microorganismos, substâncias químicas presentes no ar que interferem no ciclo hidrológico e na qualidade desse recurso, além de partículas brutas presentes na natureza como folhas e galhos. O tipo de tratamento depende de diversos fatores, podendo ser para uso potável ou não a partir de diferentes superfícies coletoras. [15][16].

Existem umas grandes variedades de filtros utilizados no tratamento de água de chuva, constituídos por membrana [17], areia [18] e carvão ativado granular [19].

Além disso, existe o sistema de autolimpeza, o qual é um mecanismo de filtração com operação e instalação simples e sem o uso de energia [20].

Dessa forma, o presente artigo visa contribuir nesta temática através da construção de um sistema experimental de captação e tratabilidade de água de chuva constituído por captação em telhado cerâmico, filtração em autolimpeza com descartes de 1L/m² (75mm) e 3L/m² (100mm) e reservação, o qual tem objetivo de atender comunidades rurais que não possuem abastecimento de água com qualidade, avaliando a melhor eficiência do tratamento para a remoção de partículas entre as duas autolimpezas instaladas.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi delineada em três etapas, a primeira foi à montagem do sistema experimental de captação e tratamento de água de chuva, posteriormente, foi realizada a coleta das amostras e análises dos resultados e finalmente, a seleção da autolimpeza com o melhor custo-benefício.

O Sistema Experimental De Captação E Tratamento De Água De Chuva (CTAC) foi instalado na Latitude de 1° 28'26.71" S

e Longitude de 48°27'12.23" próximo ao Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LAESA) no campus da Cidade Universitária José Silveira Netto da Universidade Federal do Pará, no município de Belém/PA, compondo, portanto, a 1ª etapa. Na Figura 1 está a localização do sistema.

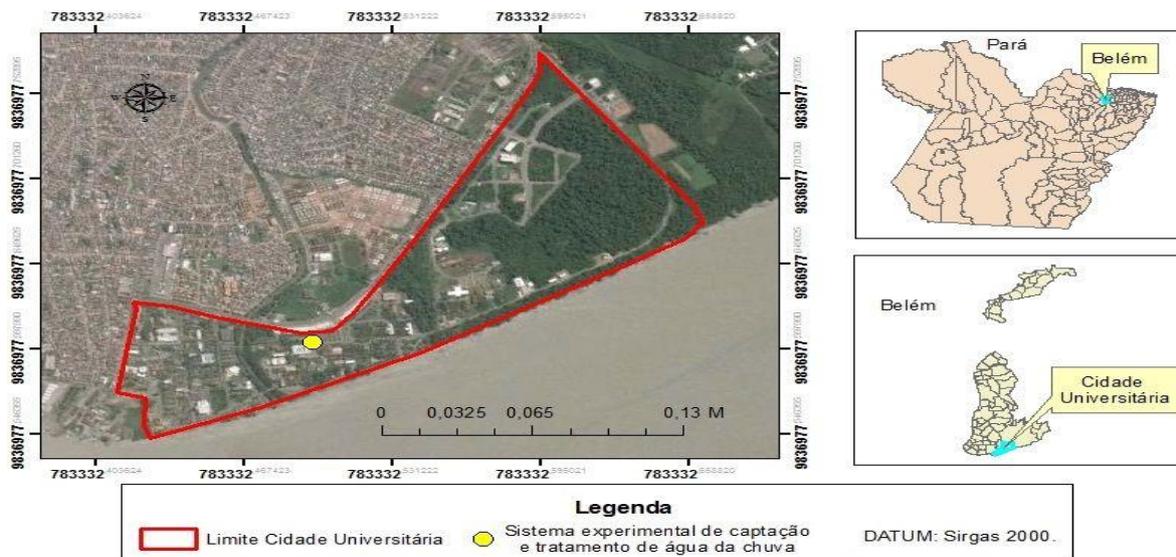


Figura 1 - Localização do CTAC, Campus Profissional, da UFPA, Belém – PA, Brasil.
Fonte: CTAC/UFPA, (2016).

A unidade constitui-se, basicamente, de uma estrutura de madeira de lei de 6 m², cobertura de telha cerâmica tipo plan (área de 6m x 4m), calhas de PVC, tubulações de autolimpeza com diâmetros de 75 mm e 150 mm, cujo descarte é de 1 L/m² e 3 L/m², respectivamente, e um reservatório de fibra de vidro com

capacidade de 500 litros. A captação de água bruta foi realizada em um telhado com telhas de barro, encaminhada por calhas de PVC até as duas alternativas de dispositivo de lavagem do telhado e finalmente direcionada ao reservatório, conforme Figura 2.



Figura 2: Esquema da unidade experimental.

Fonte: Autores, (2017).

A captação da água bruta é realizada no telhado de cobertura cerâmica, recolhida pela calha e logo em seguida sendo direcionada por tubos de PVC que distribuem a água coletada para os dispositivos de auto limpeza. Após o preenchimento das auto limpezas o reservatório é alimentado. Os pontos de coleta estão identificados na figura a seguir. As amostras foram coletadas no período de dezembro a março, totalizando 20 campanhas. Para a recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA/AWWA/WEF). Todas as determinações foram realizadas no Laboratório Multiusuário de Tratabilidade de Águas (LAMAG) vinculado ao Grupo de Estudos em Gerenciamento de Água e Reuso de Efluentes (GESA) situados no Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LAESA) no campus da

coleta, utilizaram-se frascos de vidro com tampa rosqueada e previamente esterilizados, cada um com capacidade de 200 ml, compondo a 2ª etapa da pesquisa. Após as coletas, foram realizadas análises físico-químicas de cor aparente, turbidez, pH e condutividade, de acordo com a metodologia da Tabela 1. Os procedimentos analíticos seguiram as

Cidade Universitária José Silveira Neto da Universidade Federal do Pará, no município de Belém/PA. A 3ª etapa foi relativa a análise da eficiências dos dispositivos autolimpantes do telhado nas diferentes capacidades (1 L/m² e 3 L/m²). A Tabela 1 mostra os pontos de coleta de amostras, a etapa correspondente, bem como a justificativa.

Tabela 1: Pontos de coleta de amostras e justificativa.

Pontos	Justificativa
Intercepção Atmosférica	Analisar a água da chuva
Telhado	Verificar a influência do telhado na qualidade da água, o quanto pode contribuir para a deterioração da qualidade da água em comparação com valores qualitativos do ponto a montante.
Após autolimpeza – AL 1 L/m ² (75 mm)	Verificar a influência da utilização das linhas de lavagem do telhado na qualidade da água bem como o impacto do tamanho do reservatório na qualidade da água. Serão avaliados reservatórios de autolimpeza totalizando 1 L/m ² .
Após autolimpeza – AL 3 L/m ² (150 mm)	Verificar a influência da utilização das linhas de lavagem do telhado na qualidade da água bem como o impacto do tamanho do reservatório na qualidade da água. Serão avaliados reservatórios de autolimpeza totalizando 3 L/m ² .

Fonte: Autores, (2016).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 estão expostos os resultados na forma de Boxplot referentes a cada variável e as análises de cor aparente, turbidez, pH e condutividade elétrica. Para a variável cor aparente, conforme a figura 3a, observa-se o valor da amostra ambiente (atmosfera) com média amostral de 6,0 UC, e que ao interceptar o telhado cerâmico a média da variável passou a ser 23,9 UC. O volume da auto limpeza de 75 (1 L/m²) proporcionou uma redução de 26% no valor da variável, alcançando uma média de 17,5 UC, para a auto limpeza de 150 (3 L/m²) a concentração ficou situada em 15,4 UC. No reservatório (4 L/m²) a concentração média da variável foi de

14 UC. Observa-se que as concentrações da variável cor aparente foram aproximadas para as autolimpezas de 1L/m² e 4L/m².

Para a variável turbidez observou-se os valores de mínimo e máximo de 0,2 e 5,6 UT respectivamente. O valor da água da calha sofreu uma redução de 40% em relação a água da auto limpeza de 75 (1 L/m²) que apresentou um valor na média de 6,1 UT, para a auto limpeza de 150, a redução foi de 43%, com média de 5,8 em relação a água da calha. Valor sem diferença estatisticamente significativa comparando os dois meios de tratamento. Para a abstração do reservatório (4 L/m²) houve redução significativa na turbidez de 58 %, atingindo uma média de 4,2 UT quando comparada com a água captada na calha. Figura 3b.

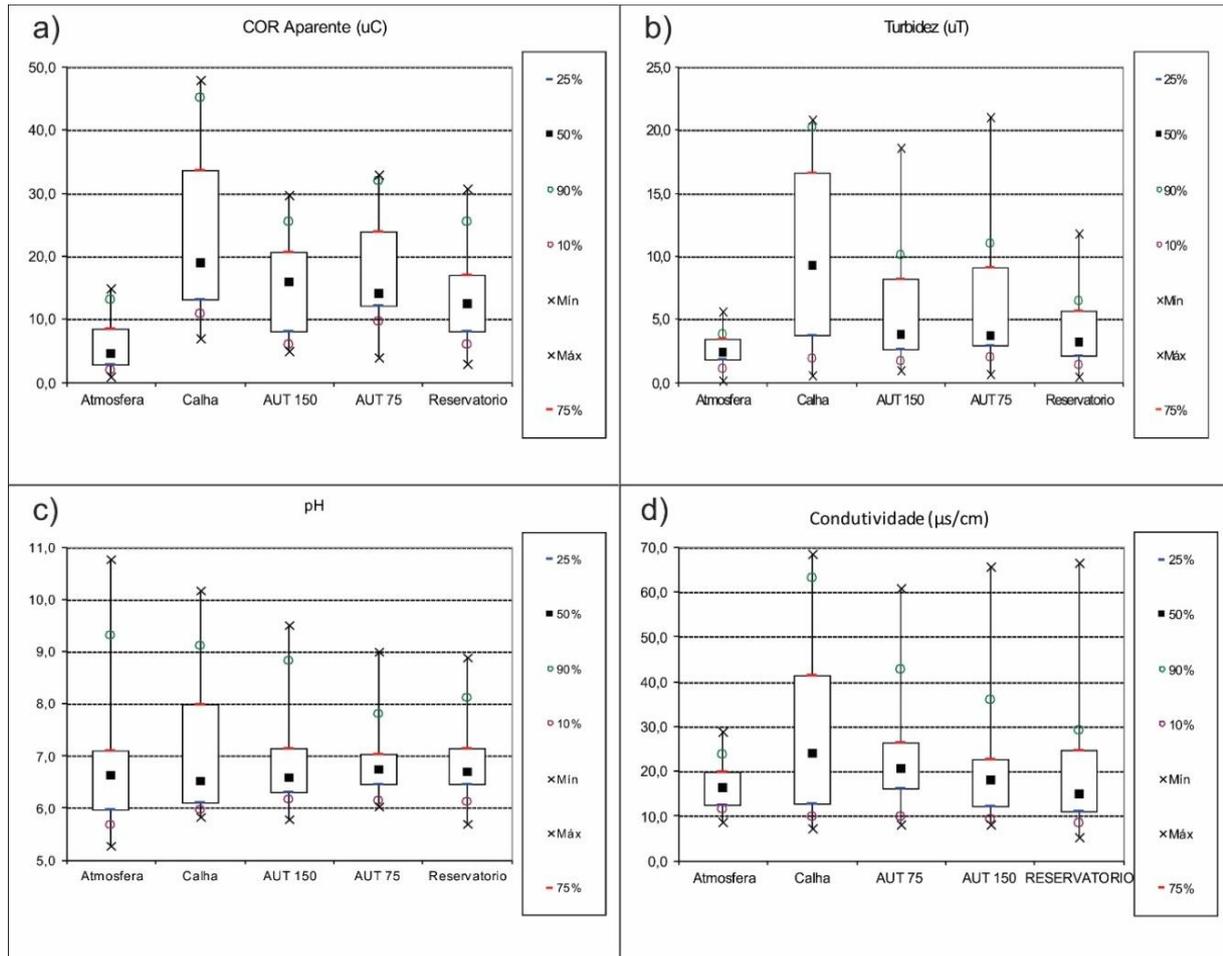


Figura 3 - Boxplot das análises determinadas: a) cor aparente; b) turbidez; c) pH; d) condutividade elétrica. Fonte: Autores, (2016).

Os valores de pH (Figura 3c) permaneceram neutros desde o ponto da captação da calha (média de 7) até a abstração inicial, isto é, as coberturas cerâmicas não influenciaram significativamente no valor do pH e a abstração inicial também não modificou significativamente a variável, conforme verificado na pesquisa de [21][13].

Para a variável condutividade não foi verificada diferença estatisticamente significativa nas etapas do tratamento, assim os valores das variáveis na amostra ambiente (16,7 µs/cm), contato com a cobertura cerâmica (31,1 µs/cm) e autolimpeza de 75 com descarte de 1 mm (23,7 µs/cm), a auto limpeza com descarte de 3 L/m² (21,2 µs/cm) e no reservatório (19,1 µs/cm) não foram significativamente alteradas ao longo do tratamento, conforme a

figura 3d. Vale ressaltar que condutividade não é um padrão de potabilidade segundo a portaria nº 2.914 [5].

IV. CONCLUSÕES

A autolimpeza de 1L/m² demonstrou-se mais eficaz, apesar da diferença entre as autolimpezas, quanto as variáveis analisadas, demonstrar que o descarte de 3L/m² ocasiona uma maior limpeza. A escolha da tubulação de 75 mm deve-se ao menor desperdício de água visto que a mesma descarta somente 25 litros, enquanto a de autolimpeza de 100 mm contribui com um desperdício de 75 litros. Sendo assim, a qualidade da água não justifica o gasto para proporcionar tal limpeza, uma vez que a diferença de cor aparente e turbidez para os pontos não é suficientemente distinta.

V. REFERÊNCIAS

- [1] Oliveira, Nancy; **Aproveitamento de água de chuva de cobertura para fins não potáveis de próprios da educação da rede municipal de Guarulhos.** Guarulhos, 2008.
- [2] Villiers, M.; **Água: como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI**, Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.
- [3] Fernandes, D.; Medeiros, V.; Mattos, K.; **Viabilidade econômica do uso da água da chuva: um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN/RN.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXVII, 2007, Foz do Iguaçu - PR.
- [4] Fernandes, L.; Terêncioa, D.; Pacheco, F.; **Rainwater harvesting systems for low demanding applications. Science of The Total Environment.** Volume 529, 1 October 2015, Pages 91–100.
- [5] BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914**, de 12 de dezembro de 2011.
- [6] Matos, M. **Avaliação de risco em sistemas de captação e tratamento de água de chuva na região metropolitana de Belém**, Belém-PA, 2014.
- [7] Agência Nacional de Água (ANA). **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional.** 2010.
- [8] Veloso, N. S. L.; Mendes, R. L. R. **Aproveitamento da água da chuva em escala local: o caso das ilhas de Belém/PA.** In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 8., 2012. Campina Grande
- [9] Carvalho, I.de.C; *et al.* **Sustainable airport environments: a review of water conservation practices in airports.** Resources, Conservation and Recycling, 74, pp. 27–36, 2013.
- [10] Anecchini, K. P. V. **Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória (ES).** 2005. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
- [11] Instituto Nacional De Meteorologia. INMET. Acesso em 17/03/2016. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php>.
- [12] Bauer, R.; **Removal of bacterial fecal indicators, coliphages and enteric adenoviruses from waters with high fecal pollution by slow sand filtration.** Water Research 2011;45:439–52.
- [13] Mendez, C. B.; Klenzendorf, J. B.; Afshar, B. R.; Simmons, M. T.; Barrett, M. E.; Kinney, K. A.; Kiristis, M. J. **The effect of roofing material on the quality of harvested Rainwater.** Water Research, New Zealand, V. 45, n. 5, p. 2049-2059, 2011.
- [14] Tomaz, P.; **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis [Rainwater use for non-potable uses in urban areas].** São Paulo: Editora Navegar; 2009.
- [15] Moreira, N.; *et al.* **Rainwater treatment in airports using slow sand filtration followed by chlorination: Efficiency and costs.** Resources, Conservation and Recycling 65, 2012, Pages 124–129.
- [16] B. Helmreich; H. Horn. **Opportunities in rainwater harvesting.** Desalination 2009; 248 (1–3), pp. 118–124.
- [17] Kim J.; *et al.* **Application of a metal membrane for rainwater utilization: filtration characteristics and membrane fouling.** Desalination 2005; 177: 121–32.
- [18] Guozhen, Z; *et al.* **Research and application of harvested rainwater in the villages and towns of China Loess Plateau region.** Energy Procedia 2011; 5(2011): 307–13.
- [19] Ku, Wai Lim, *et al.* **"Interpreting patterns of gene expression: signatures of coregulation, the data processing inequality, and triplet motifs."** *PloS one* 7.2 (2012): e31969.
- [20] Vieira, A. Silva; *et al.* **Self-cleaning filtration: A novel concept for rainwater harvesting systems;** Resources, Conservation and Recycling; Volume 78, September 2013, Pages 67–73.
- [21] Gikas, G. D.; Tsihrintzis, V. A. **Assessment of water quality of first-flush roof runoff and harvested rainwater.** Journal of Hydrology, Estados Unidos, V. 466, p. 115-126, 2012.