

CAPÍTULO 22

INFLUÊNCIA DO DESCARTE DAS PRIMEIRAS ÁGUAS DE CHUVA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA ENCAMINHADA ÀS CISTERNAS

**CAPTAÇÃO, MANEJO E USO
DE ÁGUA DE CHUVA**

ISBN 978-85-64265-13-4



CAMPINA GRANDE, PB - 2015

Júlio Cesar Azevedo Luz de Lima
José Roberto Santo de Carvalho
Manuella Lopes Figueiras
Luis Medeiros de Lucena
Sylvana Melo dos Santos
Sávia Gavazza

INFLUÊNCIA DO DESCARTE DAS PRIMEIRAS ÁGUAS DE CHUVA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA ENCAMINHADA ÀS CISTERNAS

1 INTRODUÇÃO	417
2 MATERIAL E MÉTODOS	417
2.1 Experimento com precipitação artificial	417
2.2 Experimento com chuva real utilizando dispositivo de DESVIUFPE	418
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	419
3.1 Experimento com precipitação artificial	419
3.2 Experimento utilizando dispositivo de tubos acoplados	420
4 CONCLUSÕES	421
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	421

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a diminuição dos recursos hídricos em cenário global se tornou um dos principais problemas enfrentados pelos países no mundo inteiro. Nos países em desenvolvimento o cenário de escassez de água potável é evidenciado, devido à falta de infraestrutura para utilização dos recursos hídricos disponíveis.

A população em diversos países tem utilizado a captação da água de chuva, para fins potáveis e não potáveis, como forma de enfrentamento à escassez de água, sendo comum o armazenamento em tanques próprios, as cisternas (Helmreich & Horn, 2008). O incentivo dessa prática no Brasil ganhou força com o programa 1 milhão de cisternas (P1MC), formulado pela Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA), por meio do qual o governo federal já implantou cerca de 350 mil cisternas (ASA, 2002). Apesar disso, é importante garantir que água de boa qualidade seja armazenada nas cisternas e, neste contexto, alguns fatores têm influência sobre essa qualidade, como material da superfície de captação (Mendez et al., 2011); uso e forma de desvio das primeiras águas de chuva (Souza et al., 2011); forma de manejo (Martinson & Tomas, 2003) e intensidade da precipitação.

O presente trabalho pretendeu contribuir para o entendimento do papel do dispositivo de desvio sobre a qualidade da água encaminhada às cisternas. Para isso, em instalação experimental, foi avaliada a influência que os quatro primeiros milímetros, individualmente, exercem sobre a qualidade da água, para duas intensidades diferentes de precipitação. Adicionalmente, foi avaliada a influência que um dispositivo de desvio automático, concebido neste trabalho, exerceu sobre a qualidade da água da chuva encaminhada às cisternas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Experimento com precipitação artificial

Os ensaios foram conduzidos em Instalação Experimental (IE) instalada no campus de Caruaru-PE da UFPE, que consistiu em uma cisterna de 16000 L, um telhado com área de captação de 59 m², um sistema de bombeamento (bomba Schneider 1CV) com aspersores e calha para coleta da precipitação simulada. Os aspersores de 360° (Fabrimar) foram distribuídos no telhado de captação, espaçados 0,68 m verticalmente e 1,44 m horizontalmente totalizando 16 aspersores, sendo que, nas extremidades, os mesmos apresentavam giro de 180° e nas quinas de 90°. Na linha de recalque da bomba foram instalados um hidrômetro (Sappel, DN-25) e um manômetro (MECALTEC- de 0-20 mca) para controle da quantidade e intensidade de água encaminhada ao telhado.

Para simulação da precipitação foi utilizada água potável, adquirida junto à companhia de saneamento local (Compesa) e foram avaliadas duas intensidades de precipitação (23 mm/h e 46 mm/h), sendo coletadas individualmente as amostras provenientes do primeiro, segundo, terceiro e quarto milímetros de precipitação. A menor intensidade de precipitação foi utilizada por ser de comum ocorrência na região de Caruaru-PE (INPE, 2012) e a maior foi estabelecida para avaliação de uma condição mais extrema de precipitação. Os experimentos foram conduzidos em duplicata.

A montagem experimental se localiza no estacionamento da universidade, cujo acesso é feito por meio de ruas não pavimentadas. Adicionalmente, houve a necessidade de se fazer uma contaminação bacteriológica artificial do telhado, uma vez que nos testes iniciais do sistema não se detectou presença de microrganismos. Para contaminação do telhado foram utilizados 400 mL de lodo (40,2 g SSV L⁻¹), provenientes da ETE Mangueira,

que apresenta boa diversidade microbiana (Lucena et al., 2011). Esse lodo foi uniformemente aspergido sobre o telhado.

Para separação de cada milímetro de PS que passou pelo telhado, foram utilizados quatro baldes plásticos (A, B, C e D), graduados para acumular 59 L em cada balde. Desta forma, cada balde armazenava 1 mm de PS. Foi adaptada uma mangueira flexível para facilitar o direcionamento da água aos baldes. Para avaliação da introdução de poluentes na água ao longo do percurso foram coletadas 10 amostras, sequencialmente, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Descrição das amostras coletadas ao longo do percurso da água do os ensaios de PS

Amostra	Descrição
1	Água potável representativa da água da precipitação
2	PS após passar por telhado e calhas
3	PS após 1º milímetro de precipitação
4	PS após 2º milímetro de precipitação
5	PS após 3º milímetro de precipitação
6	PS após 4º milímetro de precipitação
7	Água coletada no interior do balde A
8	Água coletada no interior do balde B
9	Água coletada no interior do balde C
10	Água coletada no interior do balde D

A retirada da amostra no interior de cada balde foi realizada imediatamente após o seu enchimento, seguido de agitação, evitando descaracterizar a amostra em função de uma possível decantação dos sólidos em suspensão no interior de cada balde. As seis primeiras amostras foram analisadas da forma como foram coletadas em campo, enquanto as amostras 7, 8, 9 e 10, foram misturadas na proporção de 1:1 para representar a água desviada da cisterna, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Amostras misturadas para simular a água desviada dos 4 primeiros milímetros de chuva

Interior do desvio	Amostras
1º milímetro (I1)	7
2º milímetro (I2)	7+8
3º milímetro (I3)	7+8+9
4º milímetro (I4)	7+8+9+10

Os seguintes parâmetros foram analisados, de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005), em todas as amostras: cor real e aparente (2120C); turbidez (2130B); pH e alcalinidade (2320B); sólidos suspensos totais – SST (2540D); coliformes totais e E.Coli (9223B); e bactérias heterotróficas (9215 B).

2.2 Experimento com chuva real utilizando dispositivo de desvio DESVIUFPE

Neste trabalho foi desenvolvido, e avaliado o comportamento, de um dispositivo de desvio de tubos acoplados (Figura 1a), confeccionado em tubos e conexões de PVC. O DESVIUFPE se destaca pela estanqueidade, facilidade de confecção, instalação e baixo custo. Este foi instalado em uma residência localizada na cidade de Pesqueira-PE, cujo telhado apresenta inclinação de 27% e área igual a 50,77 m², o que resultou em 6,5 m de

tubos para armazenar 1 mm de precipitação. O objetivo foi analisar a eficiência do dispositivo, acompanhando as variações na qualidade da água durante o percurso até a cisterna da residência. Esses experimentos foram realizados durante dois eventos de chuva ocorridos em dois anos consecutivos, na mesma época do ano (entre os meses de agosto e setembro).

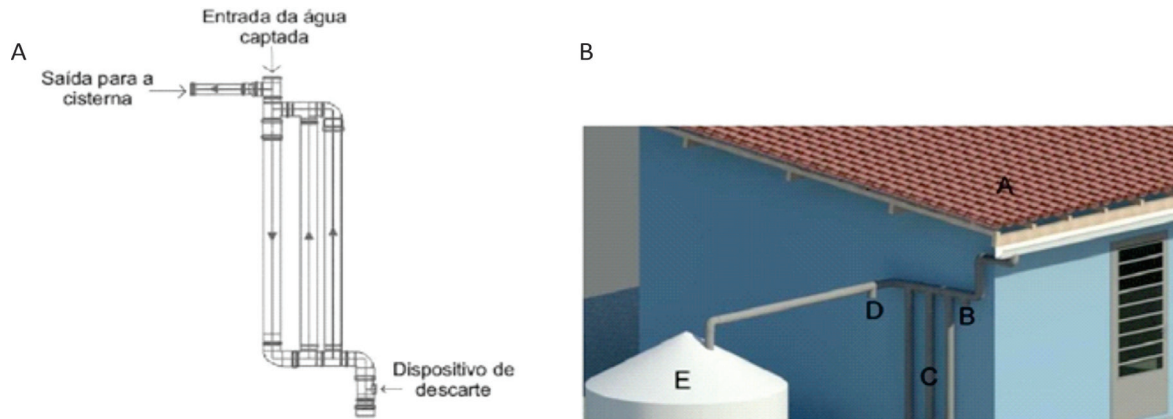


Figura 1. Dispositivo de desvio de tubos acoplados: (A) Esquema ilustrativo; (B) Ilustração dos pontos de coleta de água durante uma precipitação real. Alves et al. (2014)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimento com precipitação artificial

Os resultados obtidos para cor aparente e turbidez são apresentados na Figura 2, e merece destaque os elevados teores de cor e turbidez da PS no ponto 2, que decorrem do fato de a instalação experimental estar situada no estacionamento da UFPE. Esses valores são 7,9 e 9,8 vezes superiores aos observados no interior de desvios na cidade de Pesqueira-PE (Souza et al., 2011). No presente trabalho observa-se ainda que o primeiro milímetro foi responsável pela maior parcela de redução da cor e turbidez da água que seria encaminhada à cisterna (comparação dos pontos 2 e 3 da Figura 2).

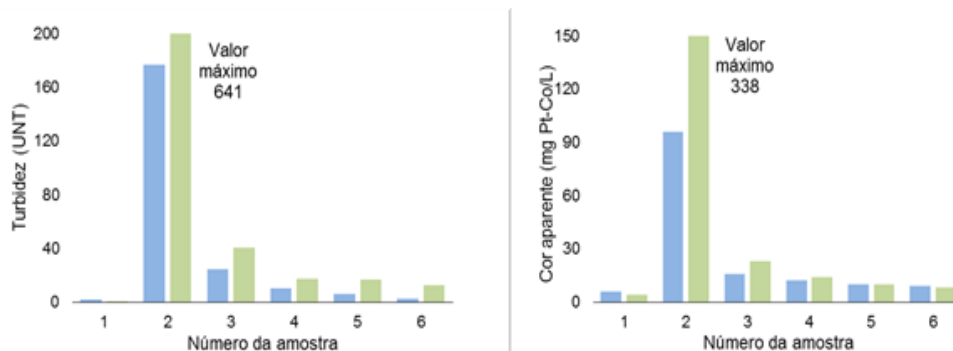


Figura 2. Resultados obtidos para PS ao longo do percurso, com avaliação da influência dos 4 primeiros milímetros de precipitação, para as intensidades de precipitação de 23 mm h⁻¹ (cinza escuro) e 46 mm h⁻¹ (cinza claro): (a) cor aparente e (b) turbidez. Numeração das amostras indicadas na Tabela 1

As eficiências de redução de cor durante o descarte do primeiro milímetro foram iguais a 83,3% e 93,2%, respectivamente para as precipitações de 23 mm h⁻¹ e 46 mm h⁻¹. Os valores correspondentes obtidos para turbidez foram 86% e 93,7%. O incremento proveniente do descarte dos demais milímetros (2º, 3º e 4º mm) foi pouco significativo em relação ao primeiro. Igualmente, não se observou influência significativa da intensidade de precipitação sobre a remoção de cor entre os milímetros descartados.

O comportamento observado para PS parâmetros microbiológicos (dados não apresentados) (coliformes totais e Escherichia Coli) foi semelhante ao observado para cor e turbidez (Figura 2). A importância do 1º mm descartado é mais evidente para os parâmetros microbiológicos. A remoção de coliformes totais foi igual 98%, sendo importante observar que elevado teor foi desviado no primeiro milímetro. No entanto, para coliformes o desvio do 2º mm aumentou a eficiência para 99,3%, reduzindo os valores de 13400 para 4960 (NMP 100mL⁻¹), respectivamente após 1º e 2º mm.

Para E-coli o desempenho foi ainda melhor, não tendo sido detectada presença de microrganismos pertencentes a esse grupo após o desvio do 1º milímetro da PS. Neste caso fica mais evidente a importância de se desviar o primeiro milímetro de precipitação. Lee et al. (2012) avaliaram a influência do tipo de material do telhado sobre a qualidade da água de chuva escoada. Os autores detectaram baixos níveis de E-coli para todos os materiais avaliados, sendo 14 UFC 100mL⁻¹ para telhado de madeira, 18 UFC 100 mL⁻¹ para concreto, 8 UFC 100mL⁻¹ para telha cerâmica e 4 UFC 100mL⁻¹ para telha de aço galvanizado.

3.2 Experimento utilizando dispositivo de tubos acoplados

Nos dois experimentos realizados observa-se influência nos parâmetros provocada pelo desvio do primeiro milímetro de chuva. Em relação à turbidez (Figura 3) os valores obtidos após o desvio (ponto D), em ambos os experimentos, comparados com os valores obtidos no interior do desvio, ponto C, indicaram que o dispositivo de descarte foi eficiente em reter partículas em suspensão, com eficiência iguais a 62,4% e 49,6%, respectivamente para os anos 1 e 2. Observa-se ainda que, em ambos os experimentos, os valores encontrados nos pontos após o desvio e no interior da cisterna estão de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria MS nº 2.914/2011 que limita a turbidez em 5 UNT na rede de distribuição. Comparando esses resultados com os obtidos para o experimento com PS (eficiência de remoção de turbidez igual a 93,7%), cabe ressaltar que é provável que as amostras coletadas no experimento com precipitação natural podem não ter sido coletadas imediatamente após o início da precipitação, o que pode ter causado tal diferença.

Os resultados obtidos para coliformes fecais e bactérias heterotróficas totais são apresentados na Figura 4. Esses resultados confirmam a importância do desvio das primeiras águas de chuvas como barreira sanitária na melhoria da qualidade da água armazenada em cisternas. Foi observada remoção de coliformes totais de 96,5% no ano 2 (do ponto B ao ponto D). Destaca-se o baixo teor de coliformes observado no ano 1, ponto B. É provável que a amostra tenha sido coletada após a água ter lavado o telhado e a atmosfera, estando as impurezas retidas no desvio. Quando a referência passa a ser bactérias heterotróficas a redução foi de

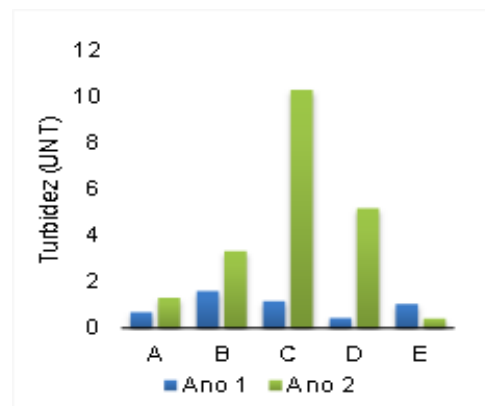


Figura 3. Turbidez nos pontos de coleta dos experimentos dos anos 1 e 2, valendo a seguinte correspondência: A - água da chuva; B - antes do desvio; C - interior do desvio; D - após o desvio; E - água retirada utilizando a bomba da cisterna

37,3% no ano 1 e 44,8% no ano 2, entre os pontos B e D. De forma semelhante ao observado com PS, não foi detectada E-coli nas amostras após o desvio em ambos os anos de avaliação. Isso reforça a funcionalidade do desvio com relação a esse parâmetro.

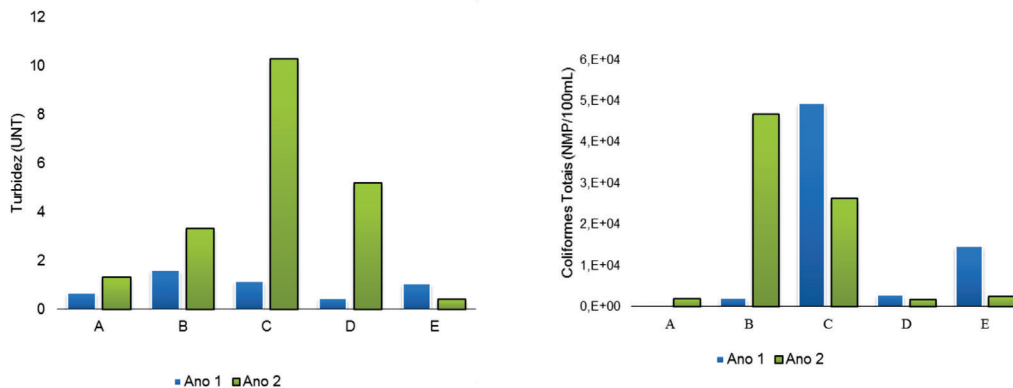


Figura 4. Resultados obtidos nos pontos de coleta dos experimentos do ano 1 e 2, valendo a seguinte correspondência: A - água da chuva; B - antes do desvio; C - interior do desvio; D - após o desvio; E - água retirada utilizando a bomba da cisterna

4 CONCLUSÕES

O desvio do primeiro milímetro de chuva é extremamente importante para garantir o encaminhamento de água de boa qualidade às cisternas e promoveu a remoção de 93,2; 93,7; 98 e 100%, respectivamente de cor, turbidez, coliformes totais e E-coli, quando se utilizou precipitação simulada. Para precipitação natural, os correspondentes valores para turbidez, coliformes totais e E-coli, foram 62,4% e 96,5% e 100%. Adicionalmente, para as intensidades de precipitação avaliadas (23 e 46 mm h⁻¹) não se detectou influência significativa desta variável sobre a remoção dos poluentes nos quatro primeiros milímetros avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, F.; Köchling, T.; Luz, J.; Santos, S. M.; Gavazza, S. Water quality and microbial diversity in cisterns from semiarid areas in Brazil. *Journal of Water and Health*, in press. 2014.
- APHA - American Public Health Association. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 21.ed. Washington: APHA, 2005.
- ASA - Articulação no Semi-árido Brasileiro. Programa de formação e mobilização para a convivência com o semi-árido brasileiro: 1 milhão de cisternas rurais. Recife: ASA, 2002.
- Brasil. Ministério da Integração Nacional. Nova delimitação do semiárido brasileiro. Brasília – DF, 2005. Brasil. Ministério da saúde. Portaria nº 2914, de 12 dez. 2011.
- Helmreich, B.; Horn, H. Opportunities in rainwater harvesting. *Desalination*, v.248, p.118–124, 2009.
- Lee, J. Y.; Bak, G. Quality of roof-harvested rainwater e comparison of different roofing materials. *Environmental pollution*, v.162, p.422-429, 2012.

- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Dados referentes às precipitações no território nacional. Influência do descarte das primeiras águas de chuva sobre a qualidade da água encaminhada às cisternas <http://www.inpe.br/>. 5 Jun. 2012.
- Lucena, R. M.; Morais, M. A. J.; Gavazza, S.; Florencio, L.; Kato, M. T. Study of the microbial diversity in a full scale UASB reactor treating domestic wastewater. *World Journal Microbiol Biotechnol*, v.27, p.2893-2902, 2011.
- Martinson, D. B.; Thomas, T. Better, research into roofwater harvesting for water supply in low-income countries. In: *American Rainwater Catchment Systems Conference, 2003, Austin. Proceedings.... Austin: American Rainwater Catchment Systems Association, 2003. CD Rom.*
- Mendez, C. B.; Klenzendorf, J. B.; Afshar, b. R.; Simmons, M. T.; Barrett, M. E.; Kinney, K. A.; Kirisits, M. J. The effect of roofing material on the quality of harvested rainwater. *Water Research*, v.45, p.2049-2059, 2011.
- Souza, S. H. B; Montenegro, S. G.; Santos, S. M.; Gavazza, S.; Nobrega, R. L. B. Avaliação da qualidade da água e da eficácia de barreiras sanitárias em sistemas para aproveitamento de águas de chuva. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.16, p.13-19, 2011.