

Análise da água do primeiro milímetro de sistema de captação de água de chuva com foco na agricultura

Autores:

Joelma Dias

Doutora em Engenharia Química,
Pesquisadora do Instituto Nacional do
Semiárido - INSA

Fabiane Rabelo da Costa Batista

Doutora em Genética e Melhoramento de
Plantas, Pesquisadora Titular do INSA

Ailton Alves de Carvalho

Doutor em Engenharia Agrícola,
pesquisador INSA

Maria Virgínia da Conceição

Albuquerque

Doutora em Engenharia Ambiental,
Pesquisadora do INSA

Kaline Dantas Travassos

Doutora em Engenharia Agrícola,
Pesquisadora do INSA

Maria das Graças Rodrigues

Doutora em Agronomia, pesquisadora do
INSA

DOI: 10.58203/Licuri.21722

Como citar este capítulo:

DIAS, Joelma *et al.* Análise da água do primeiro milímetro de sistema de captação de água de chuva com foco na agricultura. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.).

Desafios globais, soluções locais: Avanços em Ciências Agrárias e Ambientais.

Campina Grande: Licuri, 2023, p. 118-127.

ISBN: 978-65-85562-17-1

Resumo

No mundo, milhões de pessoas não têm acesso à água limpa, e bilhões não possuem acesso ao saneamento básico. A captação de água da chuva traz diversos benefícios em áreas com escassez hídrica e acesso limitado à água potável. Para obter água de maior qualidade, a implantação de sistemas de descarte do primeiro milímetro em sistemas de captação de água de chuva pode ser eficaz na redução de impurezas que poderiam causar doenças. Este estudo tem por objetivo avaliar a viabilidade do uso da água do primeiro milímetro na agricultura, como uma opção adicional em regiões com baixa disponibilidade de água. O estudo foi realizado no Instituto Nacional do Semiárido (INSA). Foi conduzida uma análise para avaliar a viabilidade de aproveitar a água do primeiro milímetro proveniente do sistema de captação que normalmente é descartada. Foram avaliados parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, com monitoramento durante três meses. O pH observado foi de 7,11, demonstrando conformidade com os requisitos para uso em irrigação. A condutividade elétrica, registrou 102,55 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se apresentando em um nível considerado seguro para aplicação na prática de irrigação. Além disso, a presença de micronutrientes e sódio foi identificada. Coliformes totais e *Escherichia coli* foram identificados na água, indicando restrições para uso em culturas sensíveis. No entanto, pode ser utilizada em outras culturas com redução de contaminação por meio de irrigação por gotejamento.

Palavras-chave: Reuso. Condutividade. Irrigação.

INTRODUÇÃO

O sexto Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) visa garantir a disponibilidade e gestão sustentável de recursos hídricos e saneamento para todas as pessoas. Contudo, mais de 750 milhões de indivíduos em nações em desenvolvimento ainda não têm acesso a fontes de água de qualidade, enquanto mais de 2,6 bilhões de pessoas não possuem acesso a instalações básicas de saneamento (Khanal et al., 2023). Uma variedade de iniciativas está em curso para a conservação da água, empregando diversas técnicas (Madgundi et al., 2023).

A adoção de sistemas de captação de águas pluviais em comunidades urbanas e rurais, onde o acesso à água de qualidade é restrito devido à escassez ou contaminação, traz consigo vantagens notáveis, incluindo benefícios econômicos, dado que a água da chuva é um recurso gratuito (GÓMEZ, et al., 2017).

Nas últimas décadas, como resultado de novas possibilidades tecnológicas, muitos países estão apoiando a implementação de coleta de água pluvial para lidar com o aumento das pressões de demanda de água associadas a mudanças climáticas, ambientais e sociais (Amos et al., 2016).

As técnicas de captação tornaram-se cada vez mais populares em áreas com altas taxas de precipitação, sistemas centralizados deficientes ou onde a pressão sobre os recursos hídricos ultrapassa a capacidade de recarga (Campisano et al. 2017). Instalação de sistemas de captação aumenta a autossuficiência hídrica das cidades e pode ajudar a retardar a necessidade de construção de novas infraestruturas centralizadas de água (Steffen et al., 2013).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), os sistemas de captação e armazenamento de água da chuva são uma alternativa hídrica que pode ser utilizada desde que sejam consideradas várias condições: que o sistema seja projetado levando em consideração fatores como precipitação local, área de captação superficial, coeficiente de escoamento, material do telhado e as perdas de água no sistema (García-Ávila et al 2023).

Os principais componentes dos sistemas de coleta e armazenamento de água da chuva usados para coletar e armazenar água da chuva para uso doméstico podem variar (dimensões, materiais, quantidade) devido a fatores como econômicos ou às condições

climáticas do local, no entanto pelo menos os seguintes componentes primários são utilizados (García-Ávila et al 2023):

- Sistema de captação: É a superfície destinada a captar a água (telhados) e distribuí-la para o sistema de calhas.
- Sistema de Calhas: Responsável por receber e transportar a água da chuva desde a superfície de captação até as tubulações.
- Sistemas de tubulação: Tubulações responsáveis por transportar o líquido das calhas até o sistema de armazenamento.
- Sistema de armazenamento: É a estrutura ou conjunto de estruturas físicas destinadas a armazenar água.

No Brasil a norma ABNT NBR 15527:2019 - Aproveitamento de Água de Chuva de Coberturas para Fins Não Potáveis especifica alguns requisitos, como:

- A área de cobertura passa a integrar o sistema de aproveitamento de água de chuva como área de captação e deve receber atenção quanto à presença de possíveis fontes de contaminação;
- A água de chuva captada deve passar por pré-tratamento antes da reservação;
- Para prevenir o risco de deterioração da qualidade da água no reservatório de armazenamento de água de chuva, recomenda-se a instalação de dispositivos, como grades e telas, para remoção de sólidos indesejáveis (detritos, folhas, insetos etc.) que devem ser retidos e/ou desviados;
- Para a melhoria da qualidade da água e diminuição dos sólidos suspensos e dissolvidos recomenda-se instalar no sistema um dispositivo para o descarte da água de escoamento inicial;
- O reservatório deve ser fechado e prever mecanismos que evitem a entrada de insetos, roedores ou outros animais;

No caso da chuva, destaca-se que a qualidade da água pode ser influenciada pelas condições atmosféricas, no entanto esse é um problema mais característico de áreas urbanas e não deve ocorrer em áreas rurais. Geralmente, os principais riscos de contaminação são decorrentes da superfície de captação, do armazenamento e do manejo (Ministério da Saúde, 2020).

O sistema de descarte do primeiro milímetro apresenta uma contribuição substancial na mitigação dos contaminantes presentes na água, provenientes de elementos como poeira, excrementos de animais e detritos foliares depositados nos telhados. Nesse contexto, o propósito deste estudo reside na avaliação do potencial da água do primeiro milímetro para aplicações na agricultura, fornecendo, conseqüentemente, uma alternativa adicional de abastecimento hídrico para comunidades que residem em regiões caracterizadas por um déficit pluviométrico.

METODOLOGIA

A pesquisa ocorreu na sede do Instituto Nacional do Semiárido - INSA que está localizado à sudoeste do município de Campina Grande no Estado da Paraíba. o Instituto vem desenvolvendo o projeto de Aproveitamento da água de chuva: Uma fonte alternativa de abastecimento desde o ano de 2014. O sistema de aproveitamento de água instalado possui uma área de captação de 4.136 m², com uma unidade de armazenamento de 680.000 litros de água, este sistema é composto por trinta e quatro caixas, cada uma com capacidade para 20.000 litros, uma caixa de água elevada com capacidade para 32.000 litros e uma cisterna de 20.000 litros, totalizando uma capacidade de armazenamento total de 720.000 litros. O Instituto consome em média 3,3 m³/dia de água de chuva para usos domésticos e outras necessidades (limpeza, jardinagem, etc.).

A coleta das águas de chuva dar-se através de dispositivos de condutos abertos (calhas) e fechados (tubos). Os condutos abertos formados por calhas de chapa de zinco de seção trapezoidal, são colocados nas terminações das cobertas e fixados na estrutura de madeira através de suportes metálicos em seguida as águas são conduzidas através de sistemas de tubos enterrados até a área de armazenamento.

Para o sistema de descarte do primeiro milímetro, este é constitui-se de um dispositivo confeccionado com tubulações e conexões que tem capacidade de armazenar a água para posterior descarte como mostra a Figura 1. A configuração desse dispositivo permite que a água armazenada crie um fenômeno hidráulico conhecido como fecho hídrico.

Análise da água do primeiro milímetro

A água do primeiro milímetro foi coletada e submetida as análises de pH, Cloreto, Dureza total, condutividade, Turbidez e os metais: Alumínio, Cobre, Cromo, Sódio, Ferro, Zinco e Manganês, assim como análises microbiológicas: Escherichia coli e coliformes totais.

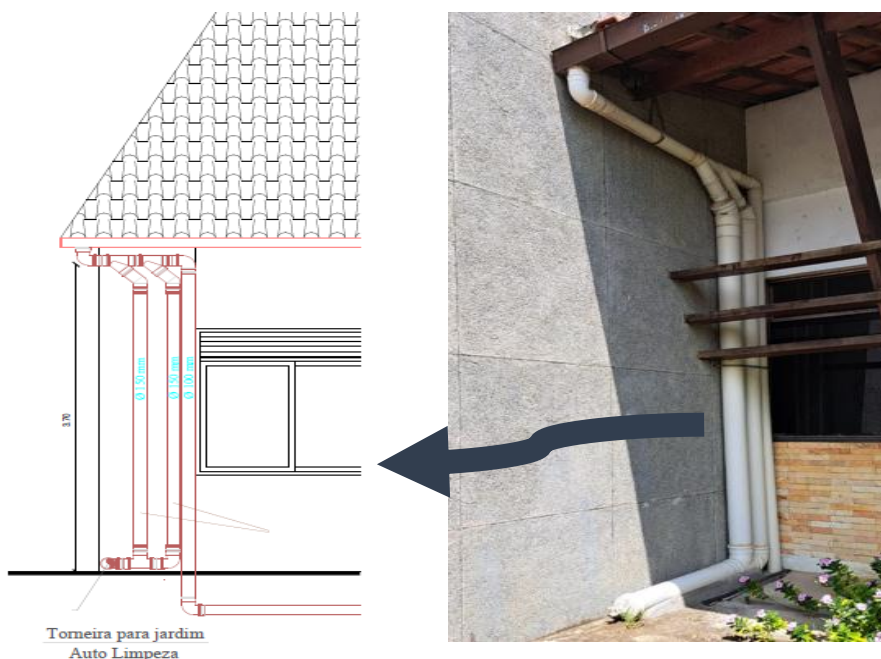


Figura 1. Sistema de descarte do primeiro milímetro

Monitoramento de parâmetros físico-químicos e microbiológicos

O monitoramento da água do primeiro milímetro foi realizado durante um período de três meses, englobando as análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. As análises foram realizadas no Laboratório Central Analítica - LABINSA. A metodologia de cada parâmetro está descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros avaliados e método utilizado.

Parâmetro	Método (ref)	Unidade
Físico-Químico		
Cloreto	SWWW, 2017 - 4500CIB	mg/L
Condutividade	SWWW, 2017 - 2510	µS/cm
pH	SWWW, 2017 - 4500	-
Dureza total	SWWW, 2017 - 2340B	mg/L
Turbidez	SWWW, 2017 - 2130B	uT

Tabela 1. Continuação.

Parâmetro	Método (ref)	Unidade
Físico-Químico		
Cloreto	SWWW, 2017 - 4500CLB	mg/L
Condutividade	SWWW, 2017 - 2510	µS/cm
pH	SWWW, 2017 - 4500	-
Dureza total	SWWW, 2017 - 2340B	mg/L
Turbidez	SWWW, 2017 - 2130B	uT
Metais		
Alumínio, Zinco, Sódio, Cromo, Ferro, Manganês, Cobre	SWWW, 2017 - 3120	mg/L
Microbiologias		
Escherichia coli Coliformes totais	SWWW, 2017 - 9223B	NMP/100 mL

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, estão os valores da caracterização da água do primeiro milímetro a qual foi coletada e submetida as análises físico-químicas e microbiologias.

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do primeiro milímetro.

Parâmetro	Método (referência)
Físico-Químico	
Cloreto	18,72
pH	7,11
Dureza total	0,00
Condutividade	102,55
Turbidez	0,975
Metais	
Alumínio	0,34
Cobre	0,01
Sódio	5,38
Cromo	0,00
Ferro	0,37
Manganês	0,1
Zinco	0,145
Microbiologias	
Escherichia coli	Presença em 100 mL
Coliformes totais	Presença em 100 mL

Na presente pesquisa a água do primeiro milímetro apresentou um pH de 7,11 sendo adequado para irrigação, uma vez que, o pH influencia vários processos químicos, físicos e biológicos, tendo para a água de irrigação, uma faixa de variação de 6,0 a 8,5 considerada normal. Com o propósito de avaliar o parâmetro indicativo da presença de partículas em suspensão, conduziu-se a análise da turbidez, resultando em um valor de 0,975 uT. É relevante ressaltar que as diretrizes recomendadas para fins de irrigação estão compreendidas na faixa de 0 a 100 NTU. Essa faixa é estabelecida devido à potencial interferência da turbidez elevada na obstrução do sistema de irrigação, o que realça a necessidade de controlar esse parâmetro com precisão. É observado que os valores das amostras coletadas não se desviaram dos padrões de qualidade estipulados para a água destinada à irrigação.

A dureza total representa concentração de cátions multimetálicos em solução, principalmente cálcio e magnésio (Von Sperling 2005), sendo estes os principais constituintes responsáveis pela dureza da água, onde este parâmetro não foi detectado na água do primeiro milímetro.

A determinação da Condutividade nas amostras de água está diretamente relacionada à quantidade de dureza na forma de íons dissolvidos como cloretos, carbonato e bicarbonato na água (Anjali et al 2023). A condutividade elétrica (CEw) da água também é um parâmetro importante utilizado na avaliação da qualidade da água de irrigação (Alefú et al 2023). O estresse salino diminui o potencial hídrico do solo e as alterações no potencial osmótico entre as células do solo e das raízes levam à inibição da absorção de água pelas raízes (Li et al., 2022). A condutividade elétrica (CE) da água do primeiro milímetro foi de 102,55 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo, portanto, adequada e não oferecendo risco para a utilização na irrigação nem ao solo. Li et al 2022 pesquisaram a relações quantitativas entre irrigação com água salina e produtividade, qualidade e eficiência do uso da água de irrigação do tomate e observaram que quanto maior for a proporção de CE e de adsorção de sódio da água de irrigação, maior será o declínio do rendimento.

Os micronutrientes (ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn), bem como algumas espécies benéficas, como sódio (Na), que dependem da quantidade absorvida pelas plantas do solo foram detectados nesta água do primeiro milímetro.

Os Coliformes fecais são o principal indicador da presença de contaminação fecal no corpo d'água. Na análise de água realizada, constatou-se que a mesma apresentou

coliformes totais e *Escherichia coli*. Pela resolução nº 357/05 do CONAMA, os limites máximos permissíveis de coliformes totais e fecais para as águas de classe 3, destinada a irrigação, é de 20.000/100 ml e 4.000/100 ml para coliformes totais e fecais, respectivamente.

Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam a presença de *Escherichia coli* e Coliformes totais na água em análise, o que impõe algumas restrições ao seu uso na irrigação. Portanto, não é apropriado utilizá-la em culturas de tubérculos e vegetais folhosos, por exemplo. No entanto, essa água ainda pode ser aplicada em outras culturas, como na irrigação de plantas como palmeiras, frutíferas, madeireiras, entre outras. Dessa forma, a depender da espécie vegetal, esta água poderá ser utilizada e a contaminação reduzida com o auxílio de irrigação por gotejamento. Este tipo de irrigação possui características uniformes, contínuas e precisas, incluindo a manutenção de condições de umidade favoráveis que reduzem a salinidade ao redor do sistema radicular e mitigam o estresse salino (Cheng et al., 2021).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que a água do primeiro milímetro se encontra dentro dos padrões aceitáveis de pH, turbidez, dureza e condutividade elétrica, estabelecendo-a como um potencial fonte de água para uso na irrigação.

A identificação de micronutrientes e elementos benéficos acrescenta um aspecto positivo ao uso da água do primeiro milímetro para irrigação, enriquecendo o solo com componentes essenciais para o crescimento saudável das plantas. A presença de coliformes totais e *Escherichia coli* impede o uso irrestrito para irrigação. A aplicação da técnica de irrigação por gotejamento se apresenta como uma alternativa viável para minimizar os riscos de contaminação.

Os resultados desta pesquisa reforçam a relevância da análise detalhada dos parâmetros da água do primeiro milímetro para a tomada de decisões relacionadas à irrigação.

REFERÊNCIAS

AMOS, C. C.; RAHMAN, A.; GATHENYA, J. M. Economic analysis and feasibility of rainwater harvesting systems in urban and peri-urban environments: a review of the global situation with a special focus on Australia and Kenya. *Water*, v. 8, n. 4, p. 149, 2016. <https://doi.org/10.3390/w8040149>.

ANJALI, R. et al. Assessment of mine water quality for domestic and irrigation purposes, Neyveli coal mine region, Southern India. *Total Environment Research Themes*, v. 6, p. 100047, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.totert.2023.100047>.

CAMPISANO, Alberto et al. Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives. *Water Research*, v. 115, p. 195-209, 2017. DOI: 10.1016/j.watres.2017.02.056.

CHENG, M. et al. Crop yield and water productivity under salty water irrigation: a global meta-analysis. *Agric. Water Manag.*, v. 256, p. 107105, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107105>.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente.

GARCÍA-ÁVILA, F. et al. Rainwater harvesting and storage systems for domestic supply: An overview of research for water scarcity management in rural areas. *Results in Engineering*, v. 18, 101153, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101153>.

GÓMEZ, N. S.; MADRIGAL BALLESTERO, R.; ESTIGARRIBIA CANESE, S. Adaptándose a la escasez de agua en comunidades rurales del corredor seco centroamericano: análisis de costo-beneficio para mejorar la provisión de agua potable en la comunidad de Maraxco, Chiquimula, Guatemala. *Aqua-LAC*, v. 9, n. 2, p. 85-101, 2017. <https://doi.org/10.29104/phi-aqualac/2017-v9-2-07>.

KHANAL, Ghanashyam et al. Managing water scarcity via rainwater harvesting system in Kathmandu Valley, Nepal: People's awareness, implementation challenges and way forward. *Environmental Development*, v. 46, p. 100850, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100850>.

LI, J. et al. The optimal irrigation water salinity and salt component for high-yield and good-quality of tomato in Ningxia. *Agricultural Water Management*, v. 274, p. 107940, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107940>.

MADGUNDI, Murali M. et al. Design and investigation on rain saucer: The technique of roofless rainwater harvesting. *Materials Today: Proceedings*, v. 72, Part 3, p. 1084-1088, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.09.169>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Curso básico de vigilância da qualidade da água para consumo humano: módulo II: abastecimento de água: Brasília: Ministério da Saúde, 2020. 39 p. : il. Disponível em: http://www.bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/curso_basico_vigilancia_qualidade_agua_modulo_II_aula_2.pdf. ISBN 978-85-334-2783-9.

STEFFEN, J. et al. Water supply and stormwater management benefits of residential rainwater harvesting in U.S. cities. *Journal of the American Water Resources Association*, v. 49, n. 4, p. 810-824, 2013. <https://doi.org/10.1111/jawr.12038>

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.