

## CARACTERÍSTICA DAS ÁGUAS PLUVIAIS E DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Gabriela Cadete de Souza<sup>1</sup> (IC), Herlane Costa Calheiros (PQ)<sup>1</sup>  
*Graduanda em engenharia hídrica, Universidade Federal de Itajubá.*

**Palavras-chave:** Águas Pluviais. Custo de Água. Primeiras águas de chuva.

### Introdução

A água é um recurso natural imprescindível para a vida na Terra e cobre cerca de 70% do planeta. No entanto, a grande maioria deste total é composta por água salgada e apenas uma pequena porcentagem é composta por água doce. Este pequeno total de água doce corresponde a aproximadamente 2,5% distribuído de diferentes formas na natureza e é utilizado para diversos usos como abastecimento doméstico, irrigação, indústria e lazer. Sua aplicação de maior importância é o consumo humano e atende cerca de 7 a cada 10 pessoas no mundo, mas esse fornecimento enfrenta alguns desafios como a distribuição desproporcional da população no mundo, a disponibilidade irregular de água pelas regiões e a falta de infraestrutura para tratamento e fornecimento da mesma. A água deve estar de acordo com um padrão de qualidade estipulado para consumo humano, chamado padrão de potabilidade, e os países desenvolvem suas leis para assegurar a qualidade da água que influencia diretamente na saúde pública.

Atualmente, muitos municípios tiveram a qualidade de suas águas reduzida e isso decorre das ações antrópicas que influenciam nas águas de alguma forma, como despejo indevido de resíduos, descarte de lixo incorreto que é levado pelo escoamento da chuva para os rios, lagos e etc, entre outros. Para que a população receba água tratada e de qualidade em sua residência é necessário que o município tenha um bom planejamento de abastecimento e tratamento da água, esses processos geram custos às concessionárias atuantes e, conseqüentemente, geram também tarifas que são aplicadas à população de acordo com a faixa de consumo. No Brasil, as tarifas se alteram de acordo com o estado e/ou companhia de saneamento, e são divididas por faixa de consumo e tipo de consumidor, sendo geralmente as tarifas: residencial, comercial, industrial, público e social, sendo que este último está presente apenas em alguns prestadores. No entanto, apesar de gerar custos, na maioria dos locais a água tratada é utilizada não só para fins potáveis, mas também para fins não-potáveis que poderiam ser supridos com outra classe de água. Aplicações como lavagem de carros e

pisos, jardinagem, paisagismo e descarga de vasos sanitários podem ser supridas com águas que não passaram por grandes tratamentos e, portanto, possuem menor qualidade, como as águas pluviais.

O índice de edifícios, comércios, residências e indústrias realizando captação e aproveitamento de águas pluviais tem aumentado a cada ano com ajuda do incentivo dos governos locais, pois reduz a demanda para as concessionárias (reduz custos) e destina a água tratada para a finalidade correta, sem desperdícios. A qualidade da água de chuva coletada é influenciada por diversos fatores locais, como clima, estação do ano, tipo de material da telha em que escoar, etc. Esses fatores podem mudar de região para região e por isso é necessário um tratamento básico para que essa água possa ser utilizada após coleta, e esse tratamento consiste basicamente em desinfecção por produtos à base de cloro e filtração com camadas de areia e cascalho. Sendo assim, conclui-se que a disponibilidade hídrica do mundo é desproporcional à sua demanda local em diversos países e a água de chuva pode ser utilizada para suprir parte desta demanda. Ainda assim, a qualidade da água de chuva coletada pode ser influenciada por fatores locais e, por isso, requer atenção e cuidado em seu manejo.

Para a realização desta pesquisa, foram coletados dados disponibilizados por grandes plataformas e organizações mundiais, como: Organização das Nações Unidas (ONU), Our World in Data, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), Fundo de Emergência Internacional das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e Organização das Nações Unidas para Comida e Agricultura (FAO). Essas plataformas auxiliaram no levantamento de dados importantes, como: taxa de acesso à água potável no mundo, distribuição da população no planeta, demanda e disponibilidade de água no mundo, custos de água, qualidade de água e resultado de estudos realizados. O objetivo principal é entender a situação de demanda, custos, disponibilidade e qualidade de água no planeta, seja ela superficial ou pluvial.

## Metodologia

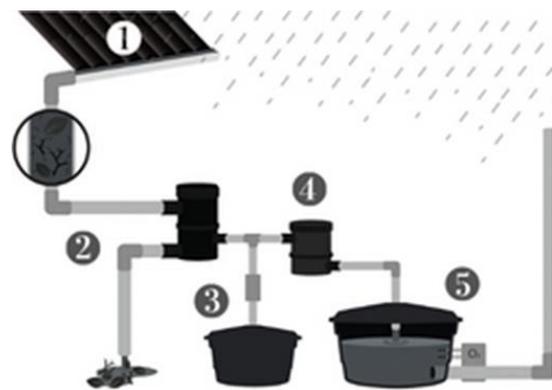
Para realização deste estudo foram utilizados métodos de pesquisa exploratória e explicativa, apresentando dados e teorias fornecidas por grandes organizações mundiais e autores publicados, para isso realizou-se uma revisão bibliográfica de artigos e livros que abordam usos e disponibilidade de água, assim como resultados empíricos de estudos e testes realizados no Brasil.

## Resultados e discussão

Os resultados obtidos nesta revisão bibliográfica mostraram que é considerada água pluvial toda e qualquer água advinda das chuvas. Atualmente, a água de chuva tem sido coletada em grandes quantidades para aplicação em uso doméstico e urbano, como em sistemas de aproveitamento de águas de chuva. Esses sistemas consistem em aplicar a água pluvial para outras finalidades, como descargas de privadas, lavagem de áreas impermeabilizadas e lavagem de veículos. O intuito deste aproveitamento pluvial é justamente reduzir o gasto de água potável em atividades que podem ser substituídas pela água de chuva.

De acordo com Martins, M. M., Oliveira, L. P., & Schweitzer, B. (2016), a água de chuva possui diversas partículas suspensas que se dissolvem ainda na atmosfera e estas são responsáveis em grande parte pelas características químicas e físicas da água pluvial que chega até a superfície do solo. Segundo o Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (2021), após chegar à superfície terrestre, as águas pluviais escoam naturalmente por caminhos formados pelo relevo e pelas bacias hidrográficas, direcionando-as para os rios, lagos e oceanos. Já nos centros urbanos, as águas pluviais são coletadas e direcionadas aos rios, lagos e oceanos por meio de canais e galerias de drenagem pluvial. Nas cidades, alguns estabelecimentos, casas e indústrias estão adotando a técnica de aproveitamento de águas pluviais e investem em um sistema de drenagem e filtragem da mesma para usos não-potáveis. Essa técnica de coleta de água de chuva consiste no uso de calhas, tubulações e reservatórios diretamente conectados ao telhado do local onde ocorre a coleta.

Figura 1 – Sistema de captação de águas pluviais.



Fonte: adaptado, IPT (2016)

Existem 5 partes importantes do sistema, sendo elas:

1. Água de chuva captada no telhado passa pela calha e carrega folhas, galhos, fuligem, poeira e outros resíduos;
2. A primeira água de chuva passa por filtro grosso que separa os maiores resíduos contidos nela;
3. Um dispositivo com tubulação de escape descarta a primeira água de chuva, já que a mesma carrega enorme quantidade de resíduos, bactérias e impurezas;
4. A água passa por um filtro mais fino responsável por reter os resíduos menores;
5. Por fim, a água vai para o reservatório e nele devem ser realizados processos de desinfecção, geralmente com cloro.

A partir disso, a água pode ser utilizada em residências, comércios, indústrias, hotéis e etc, para diversos fins não potáveis.

A água possui parâmetros de qualidade que auxiliam na análise e esses parâmetros podem ser aplicados também à água de chuva para verificar suas características. A partir dessa análise é possível planejar para qual uso a água pode ser aplicada. Os parâmetros de qualidade de água se dividem em 3 classes, sendo: (i) físicos - cor, turbidez, sabor, odor, temperatura; (ii) químicos - pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro, manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, micropoluentes orgânicos e inorgânicos; e (iii) biológicos - organismos indicadores, algas, bactérias. Os parâmetros de reaproveitamento de águas pluviais são regulamentados pelas Normas Brasileiras NBR 15527/2019, NBR 16783/2019 e NBR 16785/2019.

Economicamente falando, o aproveitamento de águas de chuva tem um grande potencial de auxílio na

qualidade de vida dos habitantes de zonas áridas e semiáridas. Segundo Johann Gnadlinger, membro do CBHSF, a ação de coleta de água pluvial se tornou vital para muitas famílias que habitam o semiárido nordestino do Brasil. Em locais úmidos que apresentam grandes quantidades de precipitação em curto período de tempo, a água de chuva coletada apresenta um padrão de qualidade maior em relação aos locais em que há menos precipitação, pois a relação entre quantidade de chuva e qualidade da água coletada está diretamente relacionada neste caso.

Conforme Amin et al. (2013), as primeiras descargas de água de chuva apresentam altos índices de contaminação e ao longo da precipitação esses níveis tendem a reduzir, a cada mm. Por este motivo é indicado o descarte das primeiras águas de chuva de acordo com tamanho do telhado em que elas passam antes de chegar às tubulações que levam ao reservatório. Nos primeiros instantes de chuva, a água escoada apresenta grande quantidade de poluentes biológicos, físicos e químicos, como resíduos sólidos advindos de árvores e animais, além de biológicos provenientes de excrementos animais. Nos instantes seguintes, a qualidade da água aumenta, e por fim, nos últimos instantes obtém-se a melhor água para uso.

Estudos realizados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) mostram que o tipo de material do telhado causa influência na qualidade da água coletada. O estudo apresenta uma comparação entre telhas de concreto e os telhados verdes, e este estudo concluiu que a água de chuva captada dos telhados de concreto apresentou menores valores de turbidez e demanda bioquímica de oxigênio, enquanto nos telhados verdes contribuíram para a diminuição da acidez natural da água que chuva (GHISI et al., 2017).

Um estudo realizado no estado do Pará apresentou análises e comparações entre os telhados de fibrocimento, barro e palha. Constatou-se que as telhas de fibrocimento apresentaram melhores resultados em relação aos outros dois tipos de materiais. Provando a importância de não serem utilizadas para consumo humano sem o devido tratamento, o estudo mostrou que a água analisada nos três tipos de telhas e materiais não está de acordo com os níveis microbiológicos estipulados para potabilidade (FILHO et al., 2020).

A Universidade Federal de Goiás (UFG) realizou um estudo com testes de captação de água de chuva em diferentes tipos de telhado, os materiais analisados foram cerâmica, metal e fibrocimento. No estudo constatou-se que as telhas metálicas apresentaram os melhores resultados em relação à qualidade da água de chuva coletada (CAMPLESI, et al., 2009). Portanto, conclui-se que independente dos

tipos de telha e materiais, as águas pluviais necessitam de tratamento para que possam ser utilizadas em qualquer destinação pretendida.

Em virtude da contaminação do telhado, o primeiro volume de chuva deve ser descartado do reservatório para não colocar em risco a qualidade da água adequada para uso. Posto isto, de acordo com Lonny Grafman (2009), 3 tipos de cálculo podem ser citados de forma confiável, sendo eles:

I. Área do telhado ( $m^2$ ) x fator de poluição (condição de limpeza do telhado) = litros a serem desviados;

II. Regra baseada no tempo: desvie o volume correspondente aos primeiros 10 minutos de chuva;

III. Regra baseada na área: desvie 0,41 litros para cada  $m^2$  de telhado ( $0,41 \times m^2$ ).

O estado de poluição do telhado pode ser influenciado por diversos fatores naturais e antrópicos. As áreas com menor poluição, geralmente, apresentam localização em campos abertos sem interferência de árvores, pássaros, matéria animal ou poluição por matéria orgânica. Já as áreas com maior índice de poluição nos telhados apresentam muitas fontes de poluição próximas ao local de coleta, como interferência de queda de matéria orgânica advinda de árvores (folhas, galhos), além disso, sofre mais com pássaros e excrementos animais, acumulando maior quantidade de matéria orgânica.

## Conclusões

A partir da análise dos dados e informações expostos ao longo deste relatório, foi possível constatar que as características de águas de chuva são influenciadas pela região em que são coletadas, já que dependem diretamente de fatores físicos, químicos e climatológicos. Os fatores físicos estão relacionados ao sistema de coleta de água, limpeza, tipo de telha e manuseio correto da água. Já os fatores climatológicos e químicos estão relacionados ao clima, estação do ano, intensidade das chuvas, poluição do ar e poluição do local por onde a água escoar. Além disso, após analisar a relação entre demanda *versus* disponibilidade hídrica, custos de água e estudos implantados no Brasil que tiveram retorno positivo, constatou-se que o aumento da captação de águas pluviais pode auxiliar na redução de cobrança de tarifas para a população, pois reduz a demanda de água potável e além disso, ajuda na redução do desperdício de água tratada em fins indevidos.

### Agradecimento

Agradeço à professora Herlane Calheiros pela orientação, à UNIFEI e ao CNPq pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa.

### Referências

Appropedia. Basic rainwater collection calculations.

Disponível em:

[https://www.appropedia.org/Basic\\_rainwater\\_collection\\_calculations#:~:text=is%202.5%20inch,-,First%20flush%20calculations,factor%3D%20liters%20to%20be%20diverted](https://www.appropedia.org/Basic_rainwater_collection_calculations#:~:text=is%202.5%20inch,-,First%20flush%20calculations,factor%3D%20liters%20to%20be%20diverted). Acesso em: ago/2022.

CAMPLESI et al. Aproveitamento de águas de chuva coletadas em coberturas de diferentes materiais visando seu aproveitamento. 2009. Disponível em: [https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/110/4343d6612e274cb1c2423e1a2eb2e233\\_8a4734deb90b3e584d3e241bcc26b438.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/110/4343d6612e274cb1c2423e1a2eb2e233_8a4734deb90b3e584d3e241bcc26b438.pdf) . Acesso em: ago/2022.

CBHSF. Uso da água de chuva é tema de debate entre especialistas. Disponível em:

<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/usos-da-agua-de-chuva-e-tema-de-debate-entre-especialistas/>. Acesso em: ago/2022.

FILHO Et. al. Influência do tipo de telhado na qualidade da água de chuva coletada em comunidades ribeirinhas. 2020. Disponível em:

<https://sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2020.003.0029> . Acesso em: jul/2022.

FROEHLICH, David. Graphical Calculation of First-Flush Flow Rates for StormWater Quality Control. 2009. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/245289013\\_Graphic\\_al\\_Calculation\\_of\\_First-Flush\\_Flow\\_Rates\\_for\\_StormWater\\_Quality\\_Control](https://www.researchgate.net/publication/245289013_Graphic_al_Calculation_of_First-Flush_Flow_Rates_for_StormWater_Quality_Control). Acesso em: ago/2022.

GHISI Et al. Estudo comparativo da qualidade da água da chuva coletada em telhado com telhas de concreto e em telhado verde para usos não potáveis. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/CBbjymH7jhSKMHnWSgV7SLJ/abstract/?lang=pt> . Acesso em: jul/2022.

HAN, Et al. Effects of Catchment, First-Flush, Storage Conditions, and Time on Microbial Quality in Rainwater Harvesting Systems. 2013. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24597047/>. Acesso em: ago/2022.

IPT. Manual para Captação Emergencial e Uso Doméstico de Água de Chuva (2015). Disponível em: [https://www.ipt.br/banco\\_arquivos/1200-](https://www.ipt.br/banco_arquivos/1200-)

[Manual\\_para\\_captacao\\_emergencial\\_e\\_uso\\_domestico\\_de\\_A\\_GUA\\_DA\\_CHUVA.pdf](#) . Acesso em: ago/2022.

IPT. Uso de água de chuva. Disponível em:

[http://www.ipt.br/noticia/892-uso\\_de\\_agua\\_de\\_chuva.htm](http://www.ipt.br/noticia/892-uso_de_agua_de_chuva.htm). Acesso em: ago/2022.

Martins, M. M., Oliveira, L. P., & Schweitzer, B. (2016). AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DA CHUVA EM DIFERENTES PONTOS NO MUNICÍPIO DE CAÇADOR – SC. Revista Interdisciplinar De Estudos Em Saúde, 5(1), 78-93. <https://doi.org/10.33362/ries.v5i1.777>. Acesso em: ago/2022.

MARTINSON, D e THOMAS, T. Quantifying the First-Flush Phenomenon: Effects of First-Flush on Water Yield and Quality. 2009. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/273337750\\_Quantifying\\_the\\_First-Flush\\_Phenomenon\\_Effects\\_of\\_First-Flush\\_on\\_Water\\_Yield\\_and\\_Quality](https://www.researchgate.net/publication/273337750_Quantifying_the_First-Flush_Phenomenon_Effects_of_First-Flush_on_Water_Yield_and_Quality) . Acesso: ago/2022.

M. Flues, P. Hama, M. J. L. Lemes, E. S. K. Dantas and A. Fornaro, “Evaluation of the Rainwater Acidity of a Rural Region Due to Coal-Fired Power Plant in Brazil,” Atmospheric Environment, Vol. 36, No. 14, 2002, pp. 2397-2404. doi:10.1016/S1352-2310(01)00563-5. Acesso em: ago/2022.

NAAEE. Rainwater: Usage and Benefits. Disponível em:

<https://naaee.org/eeepro/resources/rainwater-usage-and-benefits>. Acesso em: ago/2022.

Projeto Construção Mais. Captação de água da chuva.

Disponível em:

<https://www.projetoconstrucaomais.org/post/capta%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1gua-da-chuva>. Acesso em: ago/2022.

Rain Harvesting. Divert the first flush. Disponível em:

<https://rainharvesting.com.au/fundamentals/divert-the-first-flush/>. Acesso em: ago/2022.

TWDB. The Texas Manual on Rainwater Harvesting, 2005), pag 8.