

IX-081 - UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA PARA APLICAÇÃO COMO ÁGUA DE ABASTECIMENTO EM EQUIPAMENTOS DESTILADORES

Ysa Helena Diniz Moraes de Luna⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba. Mestranda em Ciencia e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Gilson Barbosa Athayde Junior

Doutor em Engenharia Civil (Hidráulica e Saneamento) – University of Leeds. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba.

Romildo Henriques dos Anjos Junior

Graduando em Química na Universidade Federal da Paraíba

Augusto Delunardo Lucena

Graduando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal da Paraíba

Samara Gonçalves Fernandes da Costa

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba. Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Endereço⁽¹⁾: Rua Golfo de San Fernando, 210 - Cabedelo - PB - CEP: 58310-000 - Brasil - e-mail: ysa_luna@outlook.com

RESUMO

A captação da água de chuva surge como alternativa sustentável para suprir a demanda de água, tendo em vista a problemática acerca da distribuição e da qualidade da água no planeta. Os equipamentos destiladores utilizam água potável para o processo de resfriamento do vapor de água, e esta, na maioria das vezes, é descartada, gerando o desperdício. Com o intuito de desenvolver uma proposta de economia do recurso hídrico na esfera ambiental, bem como na esfera monetária, o objetivo do presente trabalho é propor a viabilidade da utilização da água de chuva para o abastecimento de equipamentos destiladores em substituição a fonte de água potável. Durante X dias foi observado o consumo de água destilada e o descarte de água para resfriamento, em três laboratórios da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Realizou-se ainda um estudo comparativo entre a dureza da água de abastecimento dos destiladores estudados e os valores presentes na literatura sobre a dureza da água de chuva captada na cidade de João Pessoa. Os resultados indicaram que os laboratórios desperdiçam, aproximadamente, de 18,6 L a 25,12 L de água para produção de 1L de água destilada. Em relação a dureza, observou-se que a água de abastecimento apresentou concentrações médias de 212,7 mgL⁻¹ de CaCO₃, enquanto que a água de chuva de João Pessoa apresenta médias de 28,7 mgL⁻¹ de CaCO₃, constatando que a água de chuva é uma boa alternativa para substituir a água de abastecimento no processos de destilação, minimizando assim o desperdício e aumentando a eficiência dos equipamentos destiladores.

PALAVRAS-CHAVE: Água de Chuva, Água de resfriamento, Destiladores.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida, mas apenas 0,3% da água doce do planeta é acessível ao homem e está disponível nos rios, lagos e reservatórios, caracterizando-se como um recurso limitado.

No mundo, a demanda por água tem aumentado por consumo da população, que permanece em contínuo crescimento, sendo os setores da agricultura irrigada e o setor industrial, os que necessitam consumir mais água para atender a demanda da sociedade. No Brasil não é diferente, a população rural tem diminuído nos últimos anos e migrado para as cidades, aumentando o consumo nos centros urbanos, gerando uma escassez, decorrente da pressão sobre os recursos hídricos (COHIM *et al*, 2007).

Diante de uma crise hídrica, como pode-se observar no estado de São Paulo, por exemplo, é necessário cada vez mais a busca por métodos para a preservação da água, seja por meios tecnológicos, através do uso eficiente da água, da racionalização do emprego deste recurso ou por medidas incentivadoras à economia, através de

campanhas e educação da população (TOMAZ, 2003). Ainda abordando as preocupações com a escassez de água, Sautchúk e Gonçalves (2005) citam a necessidade de uma análise sistêmica do uso da água fazendo-se importante a avaliação da demanda de água para a minimização do consumo, aliada à avaliação do uso de fontes alternativas para atendimento dos usos menos nobres, de forma a resguardar as fontes de suprimento de água existentes.

A captação de água pluvial é um método bastante utilizado e, segundo Campos e Amorim (2004), visa a solução de dois graves problemas: a escassez de água e a drenagem urbana, resultante da crescente urbanização.

Esta água apresenta características que variam de acordo com diversos fatores, seja época do ano, proximidade de áreas verdes, proximidade ao oceano, entre outros, mas de forma geral, a água da chuva apresenta uma boa qualidade. Para a sua captação, é necessário ter uma área de captação (telhas) e os canos (metálicos ou de PVC) que irão conduzir a água captada ao reservatório.

A água da chuva pode ser contaminada por materiais presentes na superfície de captação (folhas, poeira e dejetos de animais), por isso é recomendado que o primeiro milímetro de chuva que passa pela superfície de captação deve ser descartado.

Por serem grandes consumidoras de recursos hídricos e criar opiniões e tecnologias, as universidades e outros centros educacionais deveriam servir de modelos incentivadores e aplicar metodologias para a racionalização do uso e economia da água.

Como exemplo de consumidores de água nos centros educacionais, temos os destiladores, utilizados para a produção de água destilada, sem sais minerais e outras impurezas. A água destilada é utilizada em diversos experimentos laboratoriais e sua produção e descarte consome elevada quantidade de água, desperdiçando um recurso de boa qualidade.

O objetivo do presente trabalho é propor a viabilidade da utilização da água de chuva para o abastecimento de equipamentos destiladores em substituição a ao uso de água potável por meio da quantificação do consumo de água destilada e o descarte de água para resfriamento, em três laboratórios da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), além de um estudo comparativo entre a dureza da água de abastecimento dos destiladores estudados e os valores presentes na literatura sobre a dureza da água de chuva captada na cidade de João Pessoa.

MATERIAIS E MÉTODOS




Coleta de dados dos Equipamentos Destiladores

Para o levantamento dos dados sobre o desperdício de água advindo do processo de produção de água destilada, foram escolhidos 03 (três) laboratórios situados no Centro de Tecnologia da UFPB. Os laboratórios escolhidos foram:

- Laboratório de Bioquímica de Alimentos (LABA);
- Laboratório de Saneamento (LS); e
- Laboratório de Carvão Ativado (LCA);

A escolha foi determinada devido ao alto número de atividades desenvolvidas e por apresentarem disponibilidade à pesquisa. Os destiladores presentes nos laboratórios tem suas características detalhadas no Quadro 1.

Quadro 1. Informações sobre os destiladores estudados.

LABORATÓRIO:	LS	LCA	LABA
CAPACIDADE DE DESTILAÇÃO	5,0 litros / hora	4 litros / hora	5,5 litros / hora
FOTOS: Fonte: Próprio Autor			

A coletar informações a cerca do consumo de água destilada de cada laboratório, foi realizada no mês de novembro/2013 e descrita em uma planilha de consumo, com o demonstrativo da quantidade de água destilada produzida por dia, estimando o consumo mensal aproximado.

Também foram efetuadas medições dos volumes de água de resfriamento gastos para produção de 1 litro de água destilada por cada destilador observado. Para a medição do volume da água de resfriamento utilizou-se dois recipientes plásticos de 10 litros e uma garrafa pet de 500 mililitros. A medição era iniciada e prosseguia até a contabilização de 1 litro de água destilada (medida com o um béquer ou proveta graduada de 1 litro de capacidade). O procedimento de medição no LS pode ser visualizado na Figura 1.



Figura 1. Medição do Volume de água de resfriamento produzida para obtenção de 1 litro de água destilada no LS. Fonte: Próprio autor.

Comparativo: Água de Chuva e Água de Abastecimento Público

Para verificação da qualidade da água, no que diz respeito aos seus aspectos físico-químicos, foram coletadas amostras de 500 mililitros de água de abastecimento no LS, coletadas diretamente da torneira em recipiente de

plástico. O procedimento empregado na análise da dureza foi o Método Titulométrico do EDTA, efetuado em triplicatas. Não foram analisadas a água de abastecimento dos demais laboratórios estudados pois a tubulação que abastece todos os laboratórios é a mesma.

Para verificação da qualidade da água de chuva, optou-se por utilizar os dados de Santana (2012) referentes as amostras coletadas do primeiro milímetro de chuva, observando os parâmetros: pH, cor, turbidez, dureza, cloretos, nitrato, amônia, sólidos totais dissolvidos, DBO₅, coliformes totais e coliformes termotolerantes, em diversos eventos chuvosos na cidade de João Pessoa.

RESULTADOS

Água de resfriamento

Os valores obtidos nas quatro medições feitas para quantificar o desperdício da água de resfriamento dos destiladores apresentaram resultados que variaram bastante entre os destiladores observados, como mostra a Figura 2.

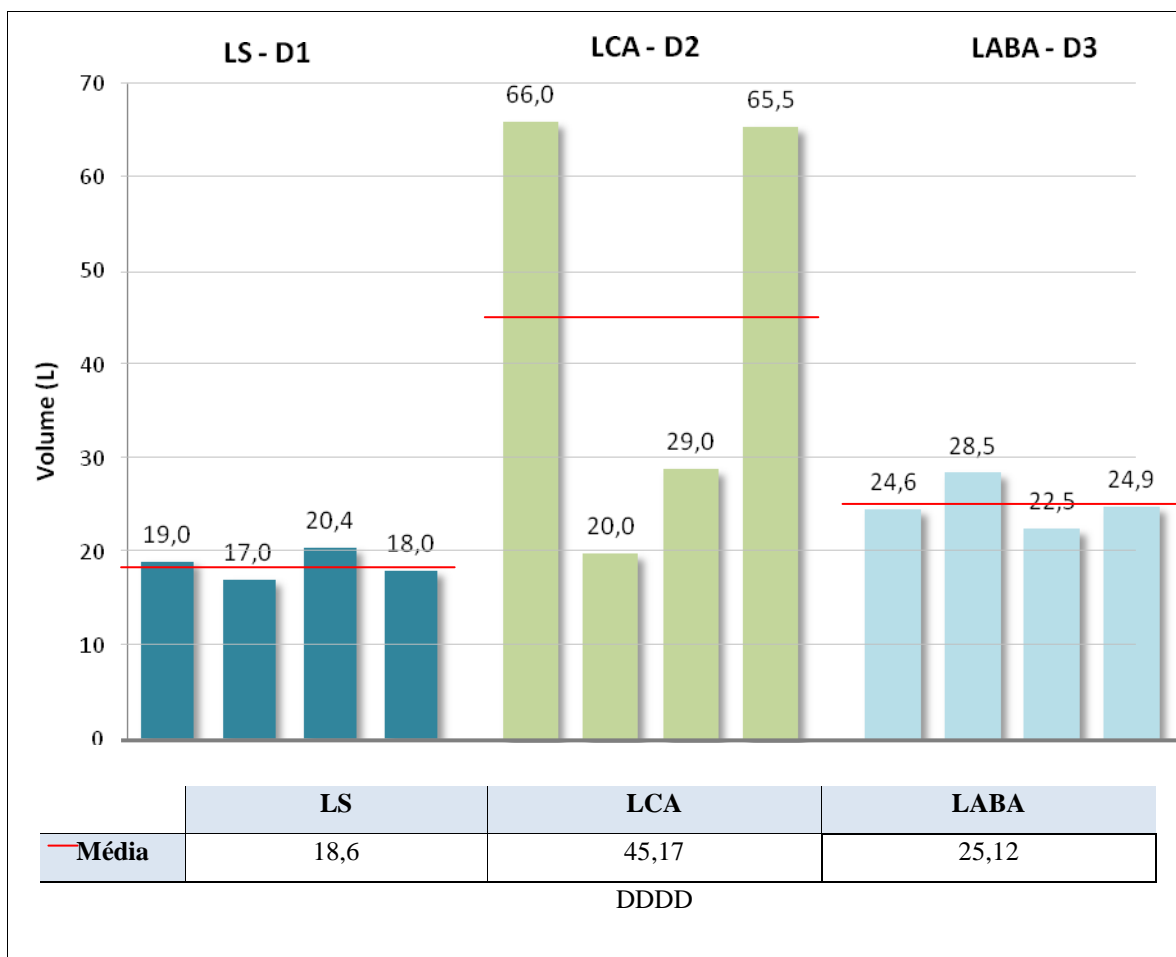


Figura 2. Volumes de água de resfriamento desperdiçadas para produção de 1 Litro de água destilada por laboratório.

Percebe-se que o LS apresentou valores uniformes, com média de 18,6 L de água de resfriamento perdida na produção de 1 litro de água destilada. Uniformes também foram os dados obtidos no LABA, com uma média de 25,12 L de água de resfriamento desperdiçadas para produção de 1 L de água destilada.

O LCA apresentou uma variação maior desta grandeza, o volume desperdiçado obteve uma média de 45,17 L, onde alcançou um gasto máximo de 66 L de água de resfriamento desperdiçadas para produção de 1 L de água destilada.

Marsaro (2007) observou depois de várias medições da vazão da água de alimentação do destilador (água da torneira), da água destilada e da água de resfriamento, que, para produzir 1L de água destilada, gasta-se em média de 17L (laboratório de físico-química) a 21 L de água (laboratório de microbiologia). Comparando os dados obtidos por esta pesquisa com os dados de Marsaro (2007) verificamos que o LS e o LCA alcançaram resultados similares, e em contra partida, o LABA, obteve resultados 2,5 vezes mais elevados.

No início do mês de novembro, foi entregue aos responsáveis pelos laboratórios escolhidos, uma planilha a qual deveria ser preenchida com o volume de água destilada produzido por dia. Após o término do mês, a planilha foi recolhida e os resultados do consumo de água destilada mensal apenas de um destilador, chegaram aos 5.000 litros de água, e somando o desperdício dos três destiladores, totalizaram 9.757,3 litros de água de resfriamento desperdiçadas (Quadro 2).

Quadro 2. Volume de água de resfriamento desperdiçadas no mês de Novembro/2014.

Laboratórios Escolhidos	Gasto médio de água de resfriamento para produção de 1 L de água destilada	Produção do mês de novembro de água destilada (L)	Gasto médio de água de resfriamento no mês de novembro (L)	Gasto médio de água de resfriamento no mês de novembro (m ³)
LS	18,60	127,70	2375,22	2,38
LCA	45,17	124,50	5623,67	5,62
LABA	25,12	70,00	1758,40	1,76
Total			9757,29	9,76

Segundo a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - CAGEPA, o valor da tarifa cobrada à categoria de consumidores públicos é de R\$42,20 para o consumo até 10m³, e de R\$7,12 para o consumo acima de 10m³ (CAGEPA, 2014). Deste modo, para a UFPB que se encaixa na categoria de mais de 10m³, o gasto monetário com este desperdício de água não se faz representativo e isso pode dificultar a detecção do gasto com o desperdício.

Qualidade da Água de Abastecimento - Dureza

A dureza da água de abastecimento em apresentou valores de 216, 217,7 e 204,6 mgL⁻¹ (Quadro 3), demonstrando valores dentro da faixa de aceitação da Portaria N° 2.914/11 (VMP = 500 mgL⁻¹), no entanto observa-se que quando comparados aos dados do Gráfico 2 que mostra um valor máximo de dureza encontrado na água de chuva de 28,7 mgL⁻¹, observa-se que a água de chuva confirmou valores bem mais baixos de dureza.

Quadro 3 - Valores da Dureza da água de abastecimento.

Coleta	Data	Dureza
1ª coleta	23/10/2013	216,00
2ª coleta	28/11/2013	217,67
3ª coleta	11/02/2014	204,67
Média		212,78

Nota-se que na água de resfriamento, a formação de depósitos de silicato, carbonatos de cálcio e magnésio, no interior de equipamentos e tubulações, provoca a redução da eficiência da troca de calor, por outro lado, na água de vapor, a concentração de sólidos dissolvidos na água aumenta até à solubilidade total e, ao se precipitarem no interior das caldeiras e tubulações, formam incrustações que acarretam queda de pressão, diminuindo a taxa transferência de calor e a vazão de vapor (Germain et al. 1972 *apud* Cipriano, 2004).

A presença de incrustações pode ser observado no equipamento do LCA, que precisou passar por manutenção, e dentro do reservatório onde há a geração do vapor, foi detectado a presença de placas sólidas esbranquiçadas, como pode-se observar na Figura 3.

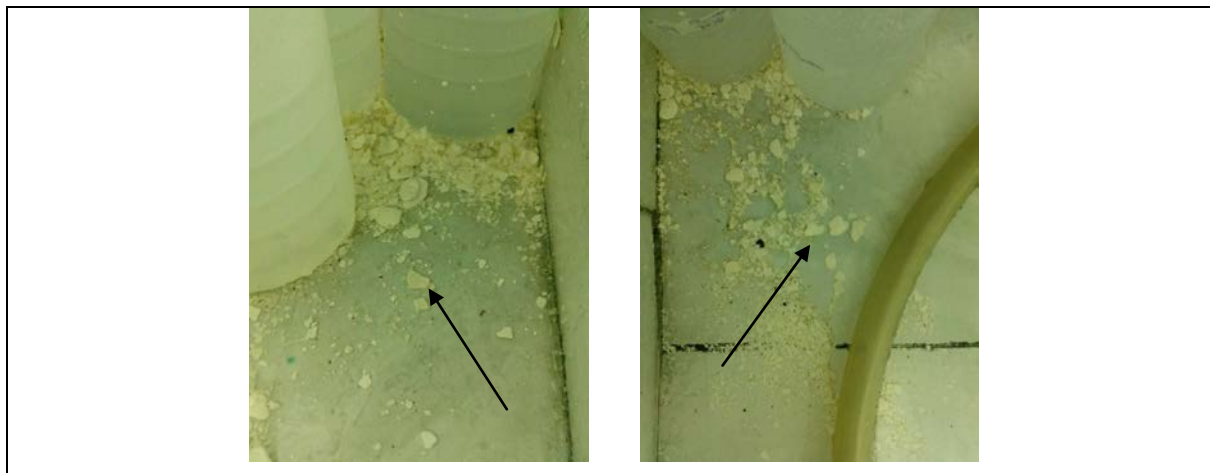


Figura 3 - Presença de incrustações no destilador do LCA. Fonte: Próprio Autor.

Essas informações enfatizam que, a água tanto de abastecimento do destilador quanto a água de resfriamento devem conter baixa dureza, e deste modo, a água de chuva é uma opção viável no que se refere a sua utilização como água de abastecimento e resfriamento de destiladores.

CONCLUSÕES

Analizando o consumo dos três destiladores escolhidos, verificou-se que o do LCA apresentou um gasto bem mais acentuado de água de resfriamento, chegando a uma média de 45 L na produção de 1 litro de água destilada. Os destiladores dos laboratórios LS e LABA obtiveram resultados menores gastando cerca de 18,6 a 25,12 L de água de resfriamento, respectivamente, por litro de água destilada produzido. No entanto verifica-se que no total mensal, a quantidade de água gasta por estes três equipamentos foi de 9.757,3 litros de água, e que é necessário implantar medidas que minimizem o desperdício do recurso natural.

Ao analisar a dureza da água de abastecimento dos laboratórios, foi possível verificar que esta tem em média $212,78 \text{ mgL}^{-1}$ de CaCO_3 , sendo muito mais elevada do que o valor máximo encontrado por Santana (2012) na água de chuva, que foi de $28,7 \text{ mgL}^{-1}$. Deste modo, a água de chuva mostra elevado potencial para ser empregada como água de abastecimento e de resfriamento de destiladores, na busca pela substituição de fontes, viabilizando a economia e a racionalização do recurso hídrico, tornando-o disponível para fins mais nobres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Site oficial. Estrutura tarifária. Disponível em < http://www.cagepa.pb.gov.br/portal/?page_id=1188 > Acessado em 11 de fevereiro de 2014.
2. COHIM, E.; GARCIA, A. P.; KIPERSTOK, A. Captação de água de chuva no meio urbano para usos não potáveis. In: 6º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. Belo Horizonte MG, 2007.
3. CAMPOS, M. A. S.; AMORIM, S. V. Aproveitamento de água pluvial em um edifício residencial multi – familiar no município de São Carlos. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL. Porto Alegre, 2004
4. MARSARO, G. C. S. & GUIMARÃES, C. P. Avaliação da viabilidade de reutilização da água de refrigeração dos destiladores para lavagem de pipetas. In: I SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORTE E CENTRO-OESTE. Cuiabá, 2007.

5. MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL. Portaria n. 2914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade Brasília: 2011.
6. SANTANA, N. C. B. Qualidade das águas de chuva em João Pessoa-PB: estudo comparativo com diversos padrões de qualidade para uso residencial. Dissertação de Mestrado, UFPB – João Pessoa, 2012.
7. SAUTCHUK, C. A., GONÇALVES, O. M. Formulação e diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações. Boletim técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo: EPUSP, 2005. 12p.
8. TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. Navegar Editora, São Paulo, 2003.