

## II-161 - REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO DE DESTILADOR PARA LAVAGEM DE VIDRARIAS EM LABORATÓRIO DE ANÁLISE QUÍMICA

**Thays Rejane Silva Bonfim** <sup>(1)</sup>

Engenheira Ambiental pela Universidade de Rio Verde (UniRV).

**Carlos Henrique Maia** <sup>(2)</sup>

Engenheiro Ambiental pela Universidade Católica de Goiás. Especializado em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia Civil (EEC) da Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestrando do Programa de Engenharia Mecânica da UNESP.

**Rênystton de Lima Ribeiro** <sup>(3)</sup>

Professor da Faculdade de Engenharia Ambiental - UniRV

**Weliton Eduardo Lima de Araújo** <sup>(4)</sup>

Professor da Faculdade de Engenharia Ambiental – UniRV

**Nattacia Rodrigues Araujo Felipe Rocha** <sup>(5)</sup>

Professora da Faculdade de Engenharia Ambiental - UniRV

**Endereço** <sup>(2)</sup>: Universidade de Rio Verde - Faculdade de Engenharia Ambiental - Fazenda Fontes do Saber - Caixa Postal 104 - Rio Verde - Goiás - CEP: 75901-970 – Brasil - Tel: +55 (64) 3611-2248 - e-mail: [chmaia@gmail.com](mailto:chmaia@gmail.com)

### RESUMO

Os destiladores desperdiçam um elevado volume de água, sendo esta de boa qualidade e que podem ser reutilizadas em atividades em que não exija água potável. Para que houvesse a verificação da viabilidade de implantação do projeto dentro do laboratório, foram realizadas análises como a de coliformes fecais e totais, potencial hidrogeniônico (pH), seguido do cálculo do consumo de água do destilador e viabilidade financeira uma vez que esta foi realizada por meio de orçamento dos materiais necessários. O presente artigo visou avaliar a viabilidade de reuso da água de resfriamento do processo de destilação de um laboratório de análise química. O presente estudo foi realizado em um laboratório químico de uma empresa de alimentos, situada no setor industrial do município de São Simão Goiás. Foram realizadas análises do potencial hidrogeniônico (pH), dos coliformes totais e fecais, seguido do cálculo do consumo de água durante o processo de destilação e analisada a viabilidade financeira, por meio do orçamento dos materiais a serem utilizados no sistema de reaproveitamento. Conclui-se que é viável à empresa a implantação do projeto de reutilização, pois, o mesmo reduzirá o desperdício de água juntamente com os gastos para o tratamento desta, proporcionando não somente um retorno financeiro como também ambiental. A estrutura do proposto oferece uma durabilidade em longo prazo e não requer um elevado aporte financeiro, facilitando assim sua implantação no laboratório químico de uma empresa alimentícia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reuso, desperdício, economia de água.

### INTRODUÇÃO

Diferente de solos, florestas e outros recursos naturais, a água tem um volume no qual não pode ser diminuído ou aumentado, e mesmo sendo tão fundamental a sobrevivência humana, esta não recebe o valor e a importância pela qual merece (STEPHANOU, 2013). Segundo TUNDISI (2005), quando o assunto é referente à água, torna-se um tema complexo, uma vez que o mesmo está diretamente ligado ao crescimento da população humana, urbanização, quantidade e qualidade da mesma.

Estima-se que até a metade do século XXI, aproximadamente 50% da população mundial, viverão em países com grande escassez de água (NOGUEIRA, 2009 apud CLARKE; KING, 2005). O aumento da população e suas ambições faz com que diminua cada vez mais a quantidade de água disponível por pessoa. Essa situação

não é tão preocupante para os países como Brasil e Canadá, uma vez que são ricos em água, porém em grande parte do mundo as pessoas já enfrentam a falta de água potável (MANCUSO; SANTOS, 2003).

Por muito tempo a água foi considerada um recurso inesgotável. Acreditava-se em mananciais renováveis e abundantes. De acordo com Vieira (2007), especialistas e autoridades nesse assunto, tem se preocupado com o mau uso juntamente com o aumento da demanda, pelo evidente decréscimo das reservas de água limpa em todo planeta.

A demanda e a qualidade da água variam de acordo com a atividade em que a mesma será destinada, modificando também devido ao ramo industrial e capacidade de produção (SETTI et al, 2001). Para o mesmo autor, nota-se no processo de industrialização, a utilização da água em variadas atividades, tais como: limpeza de equipamentos, resfriamento, matéria prima, dentre outras. Segundo Martins e Valencio (2003), este setor é responsável por pelo menos 20% de todo o consumo de água doce do mundo, está se referindo a um consumo de 130 metros cúbicos por pessoa por ano.

De acordo com Tundisi (2005), o processo de reutilização é uma das opções para que seja economizada a água e diminua o desperdício da mesma, o reuso descarta uma fonte de desperdício de água além do seu importante papel econômico. Alguns equipamentos que utilizam água em seu funcionamento podem gerar grandes volumes de efluentes, os quais geralmente são descartados.

Um dos equipamentos de uso específico de água em um laboratório é o destilador, que promove o processo de destilação, utilizando um grande volume de água, sendo que parte se transforma em água destilada e o restante é usado para resfriamento, que posteriormente é descartada (NUNES, 2009). A composição dos efluentes gerados pelos destiladores é de grande importância para a definição dos usos para qual será destinada a água não potável (MARISCO et al., 2014).

Segundo Fogaça (2014), a destilação é o processo de separação de misturas homogêneas mais empregado em laboratório de análise química. Essa técnica baseia-se na diferença de pontos de ebulição entre as substâncias que compõem a mistura.

Portanto o objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade de reuso da água de resfriamento do processo de destilação de um laboratório de análise química.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente estudo foi realizado em um laboratório químico de uma empresa de alimentos, situada no setor industrial do município de São Simão Goiás, localizado no extremo sudoeste goiano, na Bacia do Rio Paranaíba e na microbacia do Baixo Paranaíba e ocupa uma área de aproximadamente 414 km<sup>2</sup> (IBGE 2014).

Foram realizadas análises do potencial hidrogeniônico (pH), dos coliformes totais e fecais, seguido do cálculo do consumo de água durante o processo de destilação e analisada a viabilidade financeira, por meio do orçamento dos materiais a serem utilizados no sistema de reaproveitamento. As amostras foram coletadas no laboratório de análise química de uma empresa alimentícia, bem como a realização dos procedimentos analíticos. Os resultados obtidos foram confrontados com a PORTARIA 2.914/11.

## **ANÁLISE DE COLIFORMES**

O primeiro passo foi à realização das análises de Coliformes Totais e Fecais na água de refrigeração (AR), na água destilada (AD) e na água da torneira (AT), nessa última, que são lavadas as vidrarias. A realização dessas análises justifica-se pelas atividades laboratoriais, que podem contaminar a água de refrigeração com coliformes, por exemplo, a análise do lodo primário da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

Utilizou-se o método de cinco tubos com Lauril duplo. As três amostras foram coletadas em frascos de 250 ml cada, posteriormente, através de uma pipeta adicionou-se 100 ml separadamente em um tubo de ensaio, seguindo com um tubo de Durhan invertido contendo solução dupla de Lauril. Após esse processo foram

levados à estufa por dois dias e posteriormente observada a formação de gás no tudo de Durhan, quando não há essa formação é considerado que não há presença de coliformes, da mesma forma quando se formam os gases tem-se presença dos mesmos.

### **ANÁLISE DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)**

Realizou-se, por meio de um pHmetro, em triplicata a mensuração do pH da água destilada, da água de resfriamento e da água da torneira, sendo o volume coletado de 250 ml.

### **CÁLCULO DO CONSUMO DA ÁGUA**

Foram determinados, em triplicata, os dados do volume de água destilada e do descarte por meio do destilador (modelo TE /1782), onde foram posicionados reservatórios nas duas saídas de água (Figura 2).



**Figura 1: Destilador modelo TE – 1782, utilizado para o processo de destilação de água.**

Após o desligamento do equipamento, a mangueira permanece aberta até o esfriamento da água, fato que protege o destilador contra o risco de queimar, mas gera o desperdício de água, considerando que leva em torno de uma hora para esfriar.

O cálculo do consumo da água foi realizado com a ajuda de dois galões, 5 litros e 10 litros respectivamente, e um cronômetro. Essa etapa durou em torno de uma hora. E por fim a análise dos resultados, observando principalmente a quantidade de água que foi destilada e desperdiçada.

### **VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO**

Foi analisada a possibilidade da instalação de uma caixa de água no lado de fora do laboratório com encanações levando a água de resfriamento que será direcionada para caixa até a torneira que se encontra próxima ao destilador (Figura 2).

Foi elaborado o orçamento para possível instalação de equipamentos do projeto de reuso. Foram levantados os materiais necessários, sendo esses: caixa d'água (1.000 litros), redução (25 mm), barra de Cano (25 mm), curva 90° soldável, torneira PVC branco, veda rosca, abraçadeira tipo U, parafuso com bucha para abraçadeira e cola. A mão-de-obra utilizada foi cedida pela própria empresa. O retorno financeiro foi calculado considerando o custo com o tratamento da água de resfriamento que foi descartada.

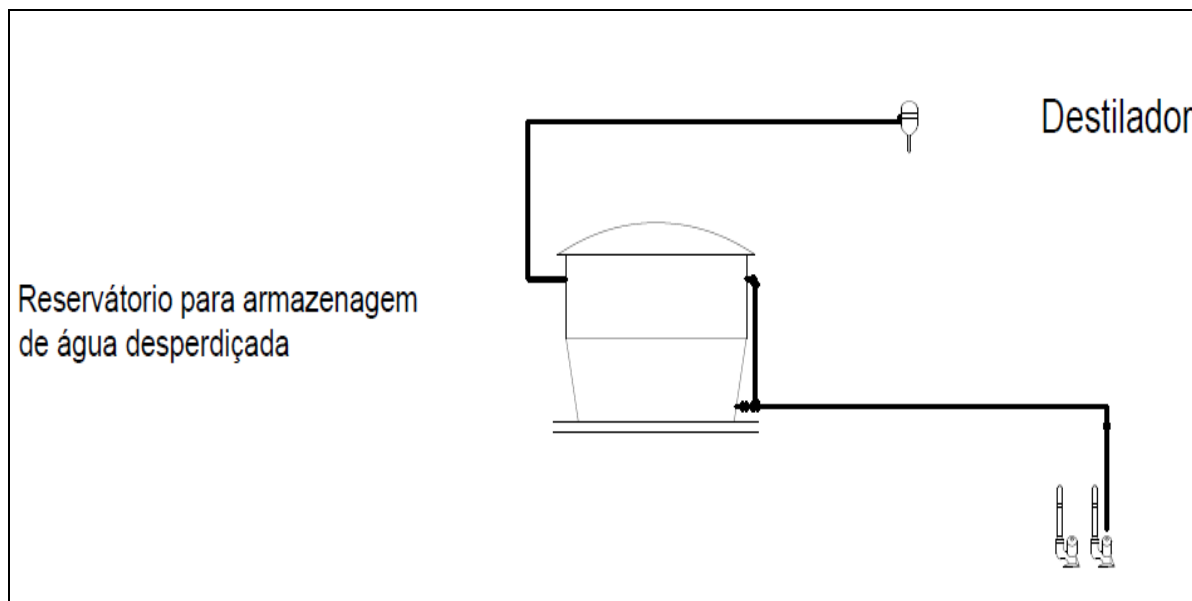


Figura 2: Layout do projeto para reaproveitamento da água de resfriamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ANÁLISE DE COLIFORME

As análises de Coliformes Totais e Fecais não obtiveram resultados acima do limite de quantificação, demonstrando não haver contaminação microbiológica nas águas utilizadas nas análises laboratoriais (Tabela 1).

Tabela 1: Análise de presença de coliformes na água.

AMOSTRAS	COLIFORMES FECAIS (NMP/100 ml)	COLIFORMES TOTAIS (NMP/100 ml)
Água da torneira	< 3	< 3
Água de resfriamento	< 3	< 3
Água destilada	< 3	< 3

Por meio dos resultados obtidos, notou-se “virtualmente ausente” para os coliformes fecais e totais nas três amostras. Resultado semelhante foi encontrado por Marisco et al (2014), onde pode verificar que os efluentes gerados podem ser utilizados nos processos que envolvem o uso de água não potável dentro dos laboratórios em que são gerados, uma vez que resultaram dentro do exigido pelas padronizações analisadas. O mesmo autor obteve resultados < 1, considerando assim a ausência de coliformes na amostra.

### POTENCIAL HIDROGENIÔCO (pH)

Por meio desta análise de pH, obteve resultados distintos em relação à água antes e após sua destilação (Tabela 2). De acordo com a PORTARIA 2.914/11, é indicado que o pH da água esteja mantido entre 6,0 a 9,5. As águas do processo de destilação obtiveram resultados dentro dos padrões exigidos, ou seja, a lavagem das vidrarias utilizando a água de reuso terá a mesma característica sem comprometer assim as análises que serão posteriormente realizadas.

**Tabela 2: Resultado da análise de pH das águas do processo de destilação.**

Tipo de água	Primeira Coleta	Segunda Coleta	Terceira Coleta
Água da torneira	9,50	9,49	9,25
Água de resfriamento	9,22	9,50	9,18
Água destilada	6,96	6,32	6,98

Marisco et al. (2014), obteve para água de destilação resultados entre pH 7,8 e pH 7,6 para laboratório de microbiologia e efluentes respectivamente. Constatou-se que os efluentes gerados, em ambos os projetos, possuem compatibilidade com a portaria 2.914/2011, podendo afirmar que são considerados potável o que demonstra a sua capacidade de ser reaproveitados para fins menos nobres.

## RESULTADO DO CÁLCULO DE CONSUMO DA ÁGUA

Verificou-se que o consumo de água durante o processo de destilação de água foi de  $2,0 \text{ L.s}^{-1}$ , ou seja, a cada hora são descartados 120,0 litros de água, produzindo em média 3,5 litros de água destilada.

Na Tabela 3, pode ser observado a quantidade de água destilada e descartada por dia no laboratório, uma vez que a quantidade de destilação por dia pode variar de acordo com a demanda necessária para a realização de todos os procedimentos no laboratório no decorrer dos expedientes.

**Tabela 3: Quantidade de água destilada e descartada durante o processo de destilação.**

TEMPO	ÁGUA DESTILADA (Litros)	ÁGUA DESCARTADA (Litros)
5 minutos	-	10
1 hora	3,5	120
2 horas	7	240
1 dia	21	720
1 mês	630	21.600

A demanda de destilação de água no laboratório é grande, pois, utilizam-se muitas vidrarias e não somente para higienização dessas, mas a água destilada é também utilizada para realização de algumas análises, assim destila-se em torno de três ou mais vezes ao dia para atender as necessidades do local.

Notou-se através dessa análise que o desperdício de água é grande uma vez que é destilado em média três vezes ao dia, o que resultaria em 720 litros de água descartados por dia para a obtenção de 21 litros de água destilada.

O funcionamento do laboratório químico da empresa é de domingo a domingo, no período de 24 horas por dia, desta forma são descartados 21.600 litros de água por mês para obtenção de apenas 630 litros de água destilada.

## RESULTADO DA ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

Conforme o esboço do projeto, foram desenvolvidos os seguintes cálculos de materiais necessários para sua implantação, como mostra a Tabela 4.

Observou-se através do orçamento, a implantação do sistema de reaproveitamento da água de resfriamento (desperdiçada) não exigirá um grande porte financeiro e o retorno ambiental e até mesmo financeiro será imediato, uma vez que o reuso dessa água não exigirá um outro tratamento a não ser o realizado antes da

destilação, e reduzirá o desperdício de água dentro da empresa, sabendo que a captação da água utilizada dentro de todos os setores desta é por meio de dois poços.

**Tabela 4 - Custos para implantação do projeto de armazenamento de efluente para reuso.**

Insumos	Quantidade (Peças)	Custo unidade R\$	Custo total R\$
Caixa d'água 1000 L	1	300,00	300,00
Redução 25 mm	1	8,00	8,00
Barra de Cano 25 mm	1	11,00	11,00
Curva 90° Soldável	4	3,00	12,00
Torneira PVC branco	1	2,66	2,66
Veda rosca	1	4,00	4,00
Abraçadeira tipo U	6	0,76	4,56
Parafuso com bucha para abraçadeira	12	0,17	2,04
Cola	1	3,53	3,53
Mão de obra	-	0,00	0,00
<b>Total</b>	-	-	<b>347,79</b>

## CONCLUSÕES

Diante do exposto resta demonstrando que, é viável à empresa a implantação do projeto de reutilização, pois, o mesmo irá reduzir o desperdício de água juntamente com os gastos para o tratamento desta, proporcionando não somente um retorno financeiro como também ambiental.

Devido à grande demanda de água destilada diariamente no laboratório, a estrutura proposta pelo projeto torna-se atrativa à empresa, uma vez que a mesma oferece uma estrutura que terá durabilidade em longo prazo e não requer um elevado aporte financeiro.

É de suma importância à elaboração de mais diretrizes e estudos sobre o assunto, visando à implantação de projetos de reuso não somente no laboratório químico como também em outros setores em que é descartada uma grande demanda de água.

Enfim, somente após a implantação do projeto mensurado é que se podem concluir melhores resultados e retornos a empresa ambientalmente e financeiramente e proporcionando aos trabalhadores do local uma reeducação ambiental por meio da redução do desperdício de água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CLARKE, R.; KING, J. O Atlas da Água. O mapeamento completo do Recurso Mais Precioso do Planeta. São Paulo – SP: Ed. Publifolha, 2005.
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, cidades: São Simão – GO, 2014, Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=522040&search=goias%20-%20sim%20-%20go>>. Acesso em: 20/05/2015.
3. FOGAÇA, J. R. V. Destilação. Disponível em: < <http://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/destilacao.htm> >. Acesso em 12 de abril de 2015.



4. LIBÂNIO, M. Fundamentos de Tratamento e Qualidade da Água. Ed. Átomo. Campinas – São Paulo, 2010. 494p.
5. MANCUSO, P. C. S. SANTOS, H. F. dos. Reúso de Água. Ed. Manole. Barueri – SP, 2003.
6. MARCKMANN, K. TUBINO, R. M. C. KRELING, M. T. CAMPANI, D. C. Propostas para redução de desperdícios ambientais numa Universidade Pública – Projeto de reutilização de água de destiladores no CT – Leamet. 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012. Disponível em: <<http://www.proamb.com.br/artigos-tecnicos/gestao-ambiental-publica>>. Acesso em: 20 de junho de 2015.
7. MARISCO, L. V. FERNANDES, V. C. CAVAGNI, M. V. FERNANDES, L. C. FERNANDES, J. C. . REÚSO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE APARELHOS DESTILADORES. Revista CIATEC – UPF, vol.6 (1), p.p.37-47, 2014. Disponível em: <<http://www.upf.br/seer/index.php/ciatec/article/view/3488>>. Acesso em: 21 de junho de 2015.
8. MARTINS, R. C.; VALENCIO, N. F. L. da S.. Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. Desafios Teóricos e Politico-Institucional, São Carlos – SP: Ed. Rima, 2003.
9. NUNES, S. da S. B. Gestão de Água em Edificações: Formulação de Diretrizes para o Reúso de Água para Fins não Potáveis. 2009. 213 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas.
10. Portaria MS n.º 2914/2011 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 03 de setembro de 2015.
11. SETTI, et al. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. 2ª ed. – Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 207 p.
12. STEPHANOU, J. Gestão de resíduos sólidos: um modelo integrado que gera benefícios econômicos, sociais e ambientais. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sustentabilidade/?cat=15>> . Acesso em 15 de agosto de 2015.
13. TELLES, D. D.; COSTA R. P. Reúso da Água: conceitos, teorias e práticas. São Paulo: Blucher, 2010. 408p.
14. TUNDISI, J. G. Água no século XXI. Enfrentando a Escassez. São Carlos – SP: Ed. Rima, 2005.
15. VIEIRA, C. D. Maneiras de se preservar a água. Disponível em: <<http://www.avm.edu.br/monopdf/26/CRISTIANE%20DINIZ%20VIEIRA.pdf>>. Acesso em: 30 de abril de 2015.