

**ÁREA TEMÁTICA:** (marque uma das opções)

- COMUNICAÇÃO
- CULTURA
- DIREITOS HUMANOS E JUSTIÇA
- EDUCAÇÃO
- MEIO AMBIENTE
- SAÚDE
- TECNOLOGIA E PRODUÇÃO
- TRABALHO

## **Aparato piloto para reciclagem de H<sub>2</sub>O de refrigeração de destiladores de laboratórios de ensino e pesquisa da UEPG**

**Wellington A. Moreira (acadêmico Licenciatura em Química/UEPG, [thetomjobi@hotmail.com](mailto:thetomjobi@hotmail.com))**

**Valdeci S. de Almeida (DEQUIM/UEPG, [valdeci@uepg.br](mailto:valdeci@uepg.br))**

**Mariza Boscacci Marques<sup>1</sup> (DEQUIM/UEPG, [marizaboscacci@yahoo.br](mailto:marizaboscacci@yahoo.br))**

**Resumo:** Este trabalho teve como objetivo principal, o reuso dos grandes volumes de H<sub>2</sub>O de refrigeração descartados para a obtenção de H<sub>2</sub>O destilada. Para tanto, instalou-se um aparato que abarcou uma caixa d'água de polietileno de 310L, capaz de armazenar a água que seria descartada para refrigerar um destilador, a uma vazão de 20L/L de H<sub>2</sub>O destilada. Também acoplou-se uma moto bomba de 5CV e consumo de 1,8KWH, capaz de permitir a reciclagem da H<sub>2</sub>O armazenada, para abastecer o destilador, num circuito fechado durante 1hora. Ainda, a água armazenada pode ser utilizada para lavagem de vidrarias. O aparato em funcionamento permitiu uma economia de 67% dos custos gastos com água de rede.

**Palavras-chave:** reuso de água, destilador, reciclagem

## INTRODUÇÃO

É mais que sabido que a água é um bem essencial e finito. Sua disponibilidade é um dos fatores mais importantes a ser considerado neste século XXI, não há de se duvidar de que quem detiver controle sobre sua quantidade e qualidade poderá obter vantagens inimagináveis. O Brasil detém as mais extensas bacias hidrográficas do planeta, por outro lado, muitos destes mananciais estão cada vez mais poluídos e deteriorados, a água potável está sendo destinada prioritariamente às populações humanas e preços escalonados tem tornado proibitivo o seu uso em processos industriais (Mancuso e Santos, 2003).

Neste contexto, o termo *reuso de água* começou a ser utilizado mais frequentemente a partir de 1980, quando as águas de abastecimento se tornaram mais onerosas e vários processos foram desenvolvidos com o intuito de reaproveitar ao máximo os efluentes gerados nas próprias plantas industriais (Mancuso e Santos, 2003). Assim, o *reuso de água* industrial, de chuva, na agricultura, na construção civil entre outras, se caracteriza como um importante instrumento de gestão ambiental e detentor de tecnologias diversificadas e já consagradas (Zanella et al., 2010; Bardonalli; Mendes, 2009; Hespanhol, 2002).

Este trabalho visa a aplicação da técnica de reuso de água em laboratório de pesquisa/ensino na Universidade Estadual de Ponta Grossa. Na maioria dos laboratórios dos quais foram obtidos dados, verificou-se um grande desperdício de água de refrigeração para destiladores. O objetivo principal deste relato é mostrar como o reuso desta água pode se constituir, efetivamente, em uma alternativa ao enfrentamento do descarte, ao gasto de dinheiro público e também como ferramenta de ensino e comprometimento ambiental.

## OBJETIVOS

Geral: reuso de água de refrigeração de destiladores de laboratórios de Ensino e Pesquisa do Departamento de Química da UEPG.

Específicos:

- reaproveitamento de água utilizada para refrigerar destiladores;
- elaboração de um aparato modelo e econômico para a reutilização da água descartada;
- cálculo de custos do processo com e sem o reuso de água;
- futura implantação do aparato modelo, adequado aos laboratórios de ensino e pesquisa do DEQUIM-UEPG;
- formação técnica e ambiental de professores, acadêmicos e servidores técnicos da UEPG;
- economia de gastos de dinheiro público.

## METODOLOGIA

Foi implantado um sistema piloto de baixo custo para reaproveitamento da água utilizada para refrigeração de um destilador (LAQUA-DEQUIM). Para tanto, foi instalado um arcabouço metálico vertical como suporte para uma caixa d'água de 310L de polietileno, que também acomoda a estufa de secagem de material e gavetas para materiais de uso diário do laboratório. O suporte metálico foi elaborado pela marcenaria da UEPG, atendendo às medidas e desenho solicitados. Na caixa d'água foram inseridas três tubulações soldáveis, além de um conduto de silicone para medida de volume. Uma moto bomba foi instalada com função de destinar a água armazenada tanto para a destilação, propriamente dita, quanto para a refrigeração, caracterizando um sistema fechado. Sem o uso da moto bomba, a água armazenada é reutilizada apenas por força gravitacional.

Também foram calculadas as variáveis do processo que incluem o volume de água de refrigeração descartada para produzir 1L de água destilada, tempo para preencher o barrilete

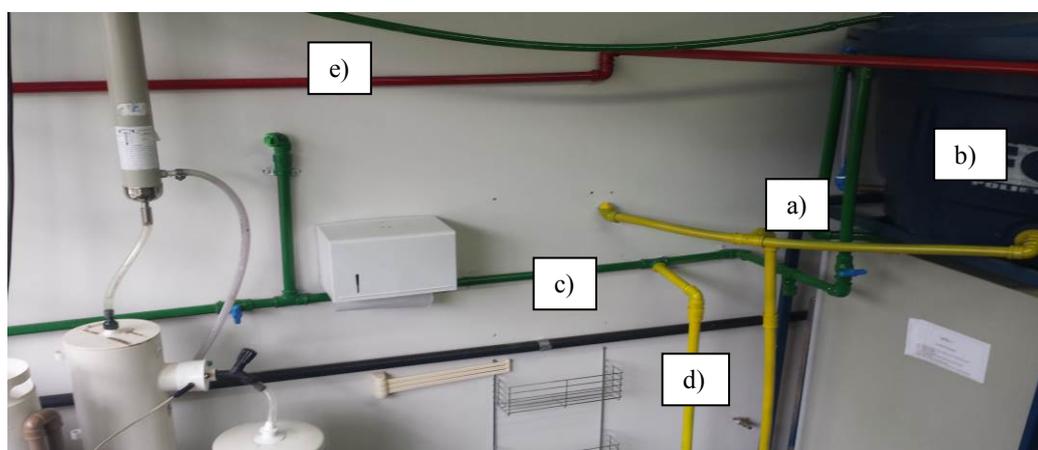
de 10L de água destilada, economia da água reutilizada e custo de energia da moto bomba para o sistema fechado.

## RESULTADOS

A figura 1 mostra o aparato modelo, sendo que as três tubulações apresentam as seguintes funções:

- linha verde: *água autossustentável*, ou seja, água de refrigeração do destilador armazenada na caixa é canalizada para substituir a água de abastecimento, apenas por ação gravitacional (sem custo de energia);
- linha amarela: *água de reuso*, que alimenta o destilador em ciclo fechado com o auxílio de uma moto bomba periférica de 0,5 CV, com gasto de 1,8 KWH (autonomia de 1 hora);
- linha vermelha: *água excedente*, armazenada que flui pelo suspiro, podendo ser reutilizada apenas nos procedimentos de lavagem de material.

**Figura 1 – Aparato modelo para reuso de água de refrigeração de destilação**



Legenda: **a)** suporte metálico para caixa d'água; **b)** caixa d'água; **c)** tubulação verde: água de reciclagem que substitui a água de abastecimento, de refrigeração e é reutilizada para lavagem de pipetas e vidrarias; **d)** tubulação amarela: água de reuso, que alimenta o destilador em ciclo fechado com o auxílio de uma moto bomba; **e)** tubulação vermelha: água excedente armazenada que flui pelo suspiro, podendo ser reutilizada apenas nos procedimentos de lavagem.

A Tabela 1 apresenta os custos da implantação do aparato descrito na Figura 1. Há que se considerar que seria um custo único que, obrigatoriamente deve ser comparado com a redução de custos de consumo de água e luz *ad eternum*, sempre que houver a manutenção adequada do funcionamento do conjunto. Aliado a esse fato, há a formação técnica do corpo docente, discente e de servidores técnicos, atendendo a uma das principais funções da Universidade.

**Tabela 1- Custo de implantação do aparato para reuso de água de refrigeração de destilador**

componentes	valor (R\$)
tubulações, joelhos, niples, etc	178,00
torneira 3 saídas (rede, destilador, lavador de pipetas)	52,00
tintas (verde, amarela, vermelha)	30,00
caixa d'água 310L	144,00
moto bomba 0,5 CV	175,00
mão de obra	UEPG
serralheria	UEPG
Total	579,00

A tabela 2 apresenta os valores que seriam gastos com a água descartada para a refrigeração de destiladores e o consumo de água de rede no período de 1 ano.

**Tabela 2- Custos de água descartada x reutilizada**

H <sub>2</sub> O	Consumo H <sub>2</sub> O dest (L ano <sup>-1</sup> )	L H <sub>2</sub> O desc/ L H <sub>2</sub> O dest	Vtotal desc/ano (m <sup>3</sup> )	valor * (R\$)
destilada	1.920	18,7	± 19,0	122,00
rede (estimada)	± 9.600	-	± 9,6	60,66
total	11.520	-	± 28,6	182,66

\* Obs.: valores estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 2010, de 28 de julho de 2015- R\$ 60,66 até 10m<sup>3</sup>, R\$ 6,84 cada m<sup>3</sup> excedente.

Comparando os valores totais das 2 tabelas anteriores, chega-se à conclusão que seriam necessários 3 anos para “pagar” o custo de implantação do aparato para reutilização de água do processo de refrigeração. Ainda assim, o aparato seria responsável por uma economia de 67% do custo anual com água de rede, extremamente significativo se considerar-se a possível implantação destes aparatos em todos os laboratórios de Ensino e de Pesquisa do Departamento e Química, quiçá em todos os locais que dispuserem de destiladores na UEPG.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

São várias as propostas de reaproveitamento de água descartada para refrigeração de destiladores, incluindo universidades e centros de pesquisa, entre outras (Cruz; Monteiro Jr., 2012; Marckmann et al., 2012;; Silva et al., 2012; Nakagawa; Kiperstok; Oliveira-Esquerre, 2009).

Proposta de implantação de aparatos adaptados aos laboratórios de ensino e pesquisa do DEQUIM será encaminhada aos órgãos responsáveis da UEPG. Os referenciais teóricos e a própria elaboração e adequação da proposta às condições específicas de cada laboratório aprofunda o conhecimento e a prática de conteúdos formadores profissionais.

O pequeno custo inicial para a implantação de um mecanismo deste tipo, caracteriza uma gestão ambiental e econômica de água em ambiente universitário, constituindo um passo importante na tomada de atitudes que permitam estimular e implantar práticas sustentáveis e, ainda, formar pessoal habilitado a criar novas possibilidades de contribuição ao manejo sustentável da água.

## REFERÊNCIAS

BARDONALLI, A.C.O.; MENDES, C.G.N. Reúso de água em indústria de reciclagem de plástico tipo PEAD. **Eng. Sanit. Amb.** v.14, n.2, p.235-244, abr/jun. 2009.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água o Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH**, v.7, n.4, p.75-95, out/dez. 2002.

MANCUSO, P. C. S.; DOS SANTOS, H. F. **Reúso de Água**. 1ª edição. São Paulo: Editora Manole, 2003.

MARCKMANN, K.; TUBINO, R.M.C.; KRELNG, M.T.; CAMPANI, D.B. 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, 25-27 abr. 2012.

NAKAGAWA, A.K.; KIPERSTOK, A.; OLIVEIRA-ESQUERRE, K.P. Estudo dos equipamentos consumidores de água – destiladores. **25º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Recife – PE, 20-25 set. 2009.

SILVA, M.; SILVA, K.S.; ANGELINI, L.P.; OLIVEIRA, A.P. Reuso da água de refrigeração de destiladores para lavagem de vidrarias em laboratórios de ensino do IFMT, Campus Cuiabá, Bela Vista. **III Congresso Brasileira do Gestão Ambiental**, Goiânia/GO, 19-22 dez. 2012.

ZANELLA, G.; SCHARF, M.; VIEIRA, G.A.; PERALTA-ZAMORA, P. Tratamento de banhos de tingimento têxtil por processos Foto-Fenton e avaliação da potencialidade de reuso. **Quím. Nova**. V.33, n.5, p.1039-1044, 2010.