



## I-046 - ESTUDO DOS EQUIPAMENTOS CONSUMIDORES DE ÁGUA – DESTILADORES

**Alessandra Keiko Nakagawa<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Especialista em Gerenciamento de Obras (UEFS). Mestre em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo – MEPLIM, pela Universidade Federal da Bahia (UFBA).

**Asher Kiperstok**

Engenheiro Civil, Technion; Mestrado em Engenharia Química, UMIST, Inglaterra; Doutorado em Engenharia Química, UMIST; Coordenador do Projeto ECOBRASKEM e do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo.

**Karla Patricia Oliveira-Esquerre**

Engenheira Química, UFAL; Mestrado e Doutorado em Engenharia Química, UNICAMP; Pós-doutorado em Engenharia Sócio-Ambiental, Universidade de Hokkaido, Japão; Pesquisadora da Rede Teclim, UFBA.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Centenário, 509A, Edif Colina do Vale, aptº 104 - Bairro Centenário - Salvador - Bahia - CEP: 40.100-180 - Brasil - Tel: +55 (71) 3331.0421 - e-mail: [keikonaka1@yahoo.com.br](mailto:keikonaka1@yahoo.com.br).

### RESUMO

Este estudo faz parte de um programa de uso racional da água, Programa ÁGUAPURA, que tem por objetivo principal reduzir o consumo de água das unidades de ensino do campus Salvador da Universidade Federal da Bahia através da minimização de suas perdas e desperdícios. Neste trabalho é apresentado o estudo do equipamento de consumo especial – destilador, encontrado nas unidades laboratoriais da Universidade Federal da Bahia, bem como os principais resultados desse diagnóstico e alternativas propostas. A metodologia foi traçada na identificação e levantamento desses equipamentos, medição das vazões de água destilada e resfriamento, informações sobre operação do processo de destilação pelos técnicos laboratoristas, entre outros. Muitos destiladores encontram-se em situações de grandes desperdícios de água, sem qualquer regulação e/ou manutenção das mesmas. Foram consultados também fabricantes desses equipamentos quanto a sua operação, regulação e reutilização dessa água que em sua grande maioria é lançada na rede de esgoto. Considerando os conceitos de Produção Limpa que visam atividades de minimização de perdas e desperdícios, manutenção e aprimoramento da redução obtida e implantação de tecnologias limpas foram verificadas ações dessa natureza em algumas unidades e o que mais se poderia atuar para a melhor eficiência do consumo da água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Equipamentos consumidores de água, Destiladores, Uso Racional da Água.

### INTRODUÇÃO

O Programa ÁGUAPURA – Programa de Uso Racional de Água da Universidade Federal da Bahia (UFBA) vem sendo desenvolvido desde 2001 visando reduzir o consumo de água através de minimização das perdas e desperdícios, implantando equipamentos e orientando o seu uso mais racional na UFBA e a implantação de Tecnologias Limpas. A metodologia utilizada pelo Programa ÁGUAPURA inclui cinco atividades: Levantamento do sistema hidráulico predial; Monitoramento e análise do consumo de água das unidades; Detecção e correção de vazamentos visíveis e não visíveis; Levantamento dos procedimentos dos usuários; e Utilização de tecnologias de processo e produto para racionalização do consumo (substituição de componentes convencionais por economizadores de água).

Como exemplos de tecnologias de processo têm-se a instalação de reservatórios inferiores temporários, em substituição aos pré-existentes com vazamentos, alteração de sistemas prediais de abastecimento indireto para direto, eliminando a passagem pelo reservatório inferior, e orientação a algumas unidades quanto a instalação de sistemas de recirculação de água em destiladores. Segundo Gonçalves et. al (2004), através do estudo de levantamento de destiladores, desenvolvido no Programa PURA-USP, verificou que a perda de água durante o processo de destilação gira em torno de 50 L/L de água destilada no Campus da USP.



O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados do estudo de identificação da influência da variável denominada consumo especial (destilador) no consumo per capita das unidades de ensino que possuem laboratório na universidade. Das 29 unidades de ensino estudadas, 11 apresentam laboratórios, sendo identificado um total de 55 destiladores, dos quais 38 estão em operação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa do estudo foi a identificação das unidades de ensino que possuíam laboratórios sendo catalogados todos os equipamentos consumidores, com ou sem funcionamento. Foram listados todos os equipamentos consumidores de água identificados no *Campus* da universidade com as seguintes informações: localização do equipamento/laboratório; identificação do equipamento; consumo medido da água destilada e resfriamento; vazão de resfriamento fornecida pelo fabricante; produção de água destilada e resfriamento, em l/hora; utilização semanais baseado em entrevistas com professores, técnicos laboratoristas e/ou assistentes responsáveis pelo local; consumo diário, em litros, da água de resfriamento (AR) e água destilada (AD); e outras informações da situação do equipamento (quebrado, em manutenção, reserva).

A medição da vazão dos destiladores foi levantada in loco com medição realizada através de seis amostras do mesmo equipamento usando-se recipiente com volume conhecido e cronômetro. A relação obtida da AR e AD foi comparada com equipamentos da própria unidade e as demais unidades.

## RESULTADOS

Das 11 unidades estudadas que apresentavam laboratório (Politécnica, Medicina/ICS, Odontologia, Escola de Medicina Veterinária, Hospital de Medicina Veterinária, Nutrição, Instituto de Biologia, Instituto de Química, Farmácia, Física e Geociências) foram identificados 55 destiladores, dos quais 38 estão em funcionamento, conforme distribuição da tabela 1. O bidestilador em vidro Quimis, modelo Q341V24B, citado nesta tabela, é destinado para aplicações mais rigorosas na área bioquímica, química fina dentre outras, onde a pureza da água destilada em aparelhos comuns não é suficiente. (QUIMIS, 2008).

Ao longo do trabalho, observou-se que as unidades possuem características peculiares, quanto à preocupação em relação ao desperdício da água e, inclusive, com idéias e projetos para otimização de todo o processo da destilação de água. Outras unidades não manifestaram iniciativa para regulagem de seus equipamentos, manutenção, etc. De uma forma geral, não há manutenção preventiva dos destiladores. Apenas duas unidades, Biologia e Geociências, mantêm uma manutenção anual dos seus equipamentos com limpeza geral com retirada de encrustamentos na haste, troca de mangueiras, resistência elétrica, etc.

Observando os valores da Tabela 2, pode-se verificar o exemplo dos três destiladores da Escola Politécnica que possuem AR/AD superior ao recomendado pelo fabricante nos modelos da marca QUIMIS. Entende-se que estão embutidas as perdas pelo manuseio durante a regulagem da entrada de água nos equipamentos e/ou vazamentos existentes nos próprios destiladores.

Verifica-se que não há a preocupação da regulagem da entrada de água nos destiladores, muito menos se o consumo da AD e AR estão conforme informa o fabricante. A regulagem da entrada de água é feita manualmente baseando muitas vezes de acordo com a temperatura de saída de AR. Se muito fria diminui-se a entrada de água potável ou vice-versa. Quanto à eficiência nos laboratórios pesquisados, os dos Instituto de Biologia e da Faculdade de Medicina apresentaram as menores relações de AR/AD (abaixo de 20 l/l). Para os demais destiladores, mesmo que em menores quantidades de água destilada, verificou-se uma relação superior a 40 l/l de AR/AD.

Tabela 1: Unidades de ensino e destiladores

Unidades de Ensino	N. de destiladores	Status
--------------------	--------------------	--------



Biologia	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 quebrados</li> <li>• 8 (entre 10 a 16 AR/AD)</li> <li>• 1 bidestilador</li> </ul>
Farmácia	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 bidestilador</li> <li>• 1 destilador foi substituído por deionizador</li> <li>• 2 desligados</li> </ul>
Física	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• quebrado</li> </ul>
Geociências	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 (100 l/hora de AD)</li> <li>• 2 (40 l/h de AD)</li> </ul>
Med. Veterinária (Escola)	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 (16 AR/AD)</li> <li>• 1 (44 AR/AD)</li> <li>• 1 (114 AR/AD) – vazamento na haste</li> </ul>
Med. Veterinária (Hospital)	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 (54 AR/AD)</li> <li>• 2 quebrados</li> </ul>
Medicina/ICS	13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 com uso eventual</li> <li>• 1 não foi possível fazer a coleta</li> <li>• 1 bidestilador (excluído do estudo por erro de leitura)</li> <li>• 7 restantes com AR/AD entre 15 e 26 l/l</li> </ul>
Nutrição	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessita regulagem, com 42,6 AR/AD</li> </ul>
Odontologia	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessita regulagem, com 50,1 AR/AD</li> <li>• 1 danificado</li> </ul>
Politécnica	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 não é usado</li> <li>• 1 bidestilador Q341 V24B Quimis (77 AR/AD)</li> <li>• 1 com vazamento (70 AR/AD)</li> <li>• 3 entre 45 e 54 AR/AD</li> <li>• 1 com 11 AR/AD</li> </ul>
Química	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 entre 45 e 56 AR/AD</li> <li>• 1 (25 AR/AD)</li> </ul>
<b>Total de destiladores</b>	<b>55</b>	<b>38 em funcionamento</b>



Tabela 2: Comparativo AR/AD medido *in loco* e o recomendado pelo fabricante.

ID. Destilador	Marca	Modelo	Água Resfriamento		Água Destilada		AR/AD medido	AR/AD fabricante
			Vazão (l/h)	Fabricante	Vazão (l/h)	Fabricante		
1	BIOPAR	BDL5L	63		6	5	11	
2	QUIMIS	Q341 12	203	120	3	2	70	60
3	FANEM	724	257		6	5	45	
4	QUIMIS	Q341V24B	327	160-240	4	3,5	77	57
5	QUIMIS	Q341 25	238	200	5	5	49	40
6	-	-	-		-	-		
7	-	-	242		5	-	54	

Na Figura 1 é apresentado o consumo médio mensal dos destiladores das unidades que utilizam estes equipamentos e a relação AR/AD, nas condições normais de uso, sem regulagem e sem manutenção. Tomando o Instituto de Biologia como referência, por apresentar o melhor desempenho na faixa de 14 AR/AD entre as unidades, e considerando um consumo necessário de AD para as outras unidades, foram levantados os volumes de água de resfriamento necessários para cada unidade e na Figura 2 o quanto poderia ser considerado desperdício com o atual consumo de AR, em comparação com o desempenho de Biologia.

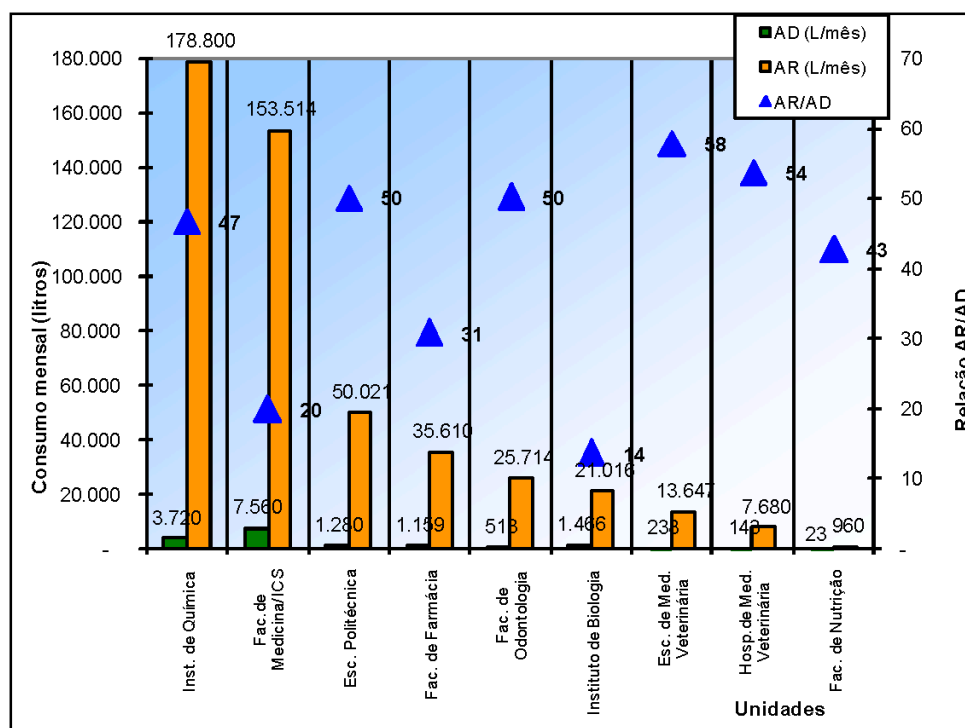
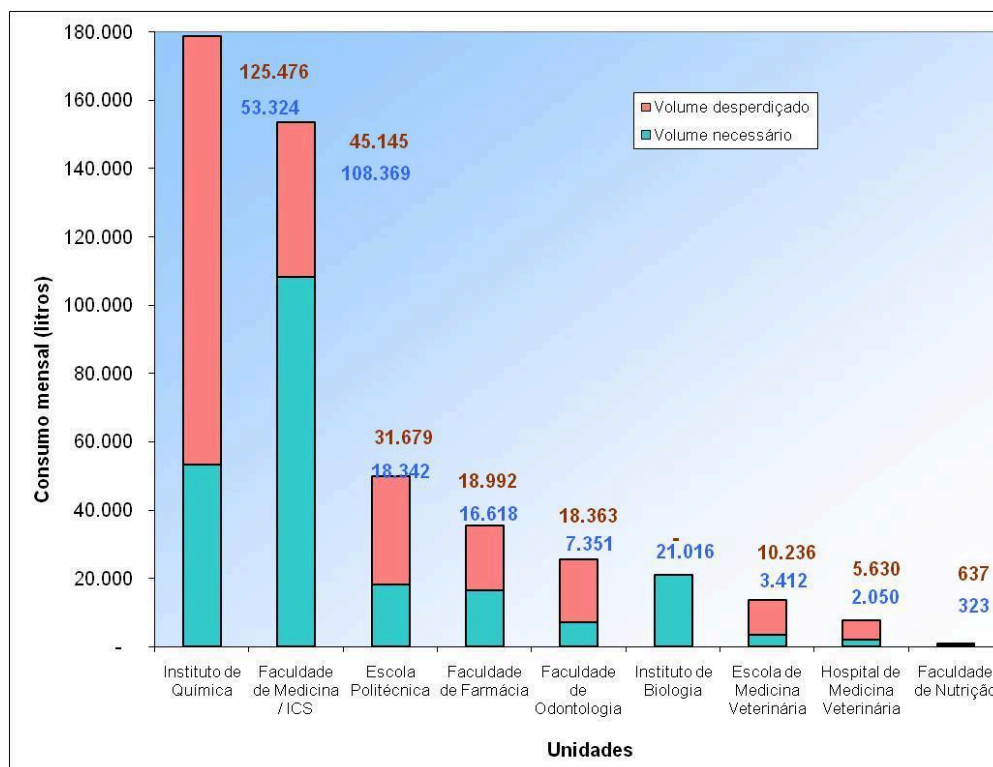


Figura 1 – Consumo médio mensal dos destiladores das unidades da universidade.



**Figura 2 - Volume necessário e desperdiçado da água de resfriamento durante o processo de destilação da água.**

Verifica-se que o volume mensal desperdiçado, de todos os destiladores em operação, pode atingir cerca de 250 mil litros de água de resfriamento.

Quanto à questão se todos os equipamentos da universidade podem trabalhar com essa relação AR/AD similar ao utilizado pelo Instituto de Biologia e Faculdade de Medicina/ICS três pontos são ressaltados: primeiro qual o nível da qualidade da água final pretendida; qual o modelo/marca que se consome menos água no processo; e por último se o valor desse tipo de equipamento é economicamente viável à unidade, considerando o custo/benefício.

A maioria das unidades vem trabalhando com a relação AR/AD acima do recomendado pelo fabricante, independentemente do modelo e marca. Já para o caso do Instituto de Biologia, não se conseguiu verificar como seus destiladores podem operar com vazões abaixo da indicada pelos fabricantes. Quando consultados os fabricantes, nada foi informado.

A figura 3 representa o custo estimado do volume consumido pela água de resfriamento, considerando as tarifas cobradas pela Embasa (Empresa Baiana de Águas e Saneamento) para prédios públicos, em quatro faixas de consumo, tabela 3 (EMBASA, agosto/2008).

**Tabela 3: Tarifas para sistema de abastecimento de água em prédios públicos**

Faixa de Consumo (m3)	Tarifa cobrada
Até 10 m3	R\$ 39,00 por mês
Entre 11 e 30 m3	R\$ 7,75 por m3
Entre 31 e 50 m3	R\$ 8,23 por m3
Superior a 50 m3	R\$ 9,70 por m3

Fonte: [http://www.embasa.ba.gov.br/servicos/tabela\\_tarifas.asp](http://www.embasa.ba.gov.br/servicos/tabela_tarifas.asp), agosto/2008



A tarifa de esgoto, em sistemas convencionais na capital Salvador, corresponde a 80% do valor da conta de abastecimento de água.

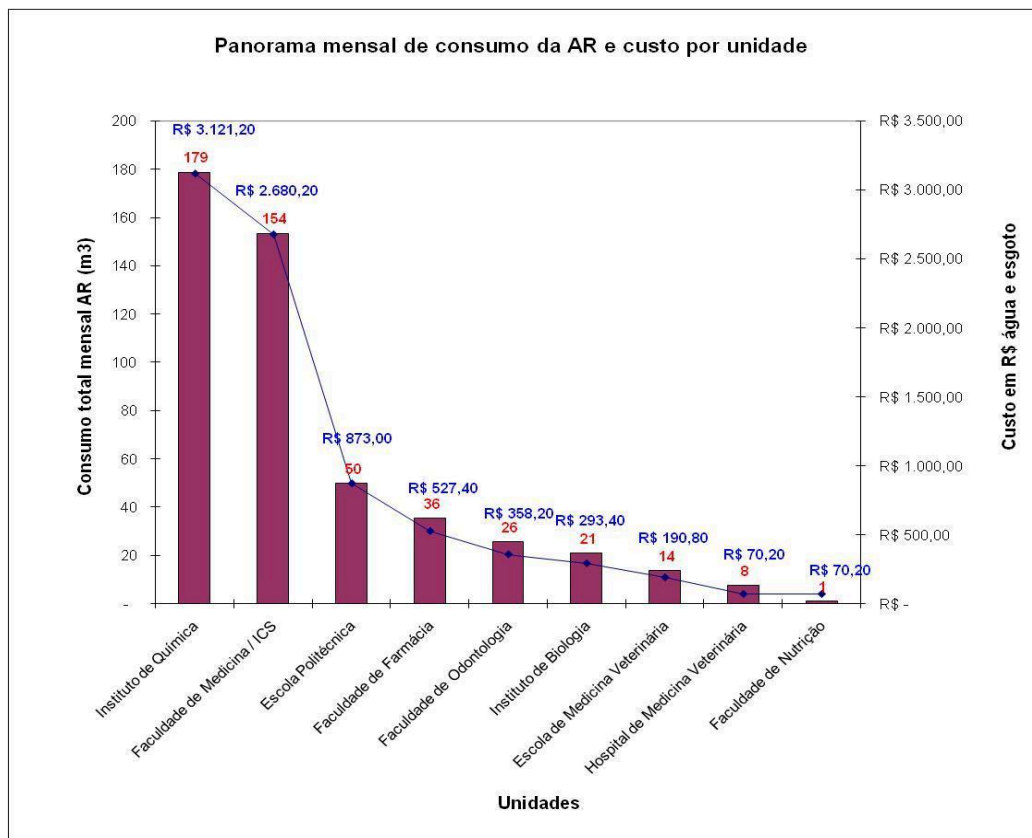
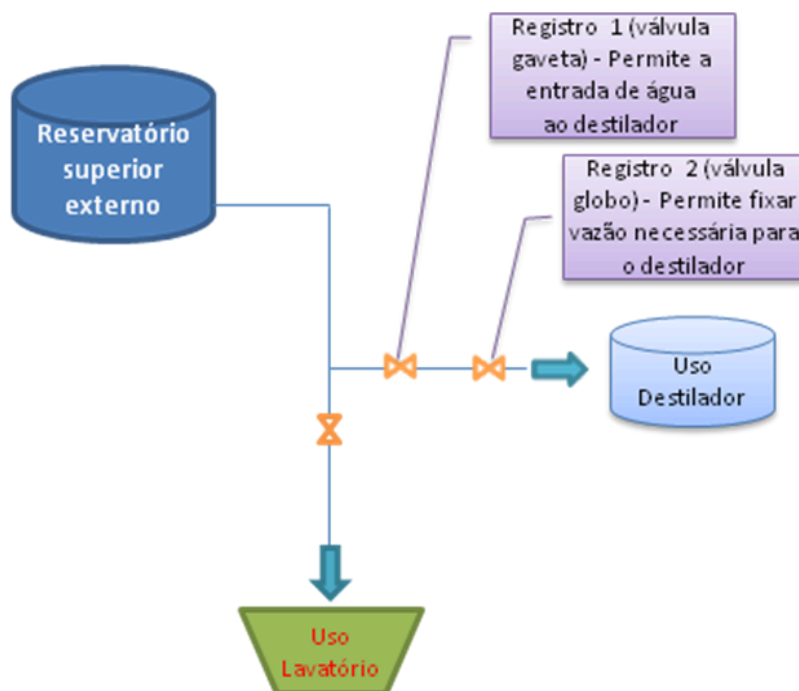


Figura 3 – Consumo mensal da AR e custo por unidade de água consumida e geração de efluentes

Propõem-se as seguintes ações para redução do consumo de água pelos destiladores: regulagem dos destiladores; reuso de água de resfriamento e busca de um equipamento mais econômico.

Quanto à regulagem dos destiladores, a falta de procedimento operacional técnico durante a regulagem da entrada de água que alimenta o aparelho foi um dos problemas mais encontrados nos destiladores estudados, sendo muitas vezes feita a verificação da temperatura do efluente como forma de averiguar a necessidade de liberar mais ou menos água para o processo de resfriamento.

Um método simples para facilitar esse procedimento é a instalação de uma válvula globo a ser regulada para a vazão do destilador, recomendada pelo fabricante, de forma que não danifique o equipamento (FIGURA 4). Após o ajuste da vazão, retira-se o volante como medida de precaução para evitar a desregulagem accidental da alimentação do destilador. A válvula gaveta, que antecede a válvula globo, continua com a função de permitir a desconexão do aparelho.



**Figura 4 – Desenho esquemático com registro fixador de vazão para o destilador**

Algumas medidas, hoje em andamento, estão sendo adotadas por essas unidades. Com relação à segunda proposição, reúso da água de resfriamento, o Instituto de Geociências da UFBA há cerca de nove anos faz o reaproveitamento da água de resfriamento, retornando-a ao tanque superior do prédio, através de bombeamento simples. A idéia de reaproveitamento do efluente surgiu pela falta de água constante na unidade na época. Como são três equipamentos de capacidade grande de produção, suspeitava-se que a falta de água fosse devido ao uso dos mesmos.

Dos três destiladores, dois funcionam com o reúso, retornando o efluente limpo e canalizado, sem contato com o ambiente, ao reservatório superior que, por sua vez, redistribui para a unidade com a finalidade de uso para limpeza e sanitários. Vale salientar que a unidade não utiliza a água do reservatório para beber, já que dispõe para os usuários água mineral em garrafão. Além disso, devido o destilador desta unidade encontrar-se em uma sala isolada, não foram verificados riscos potenciais de contaminação da água, funcionando em circuito fechado. O terceiro destilador ainda não foi inserido ao programa devido à falta de recursos do departamento, apesar de, em seu projeto, o lançamento do seu efluente ser no tanque inferior, não encarecendo o custo final.

A Faculdade de Farmácia está estudando uma maneira de isolar fisicamente o destilador de modo que a água de resfriamento não entre em contato com o ar confinado do laboratório onde se trabalha com diversos processos e produtos, podendo interferir na qualidade da água para a sua reutilização.

Além dessas alternativas a busca por um equipamento mais econômico viabiliza o controle do consumo de água, a exemplo um dos modelos utilizados pelo Instituto de Biologia é o GFL modelo 2002 que apresenta pelo fabricante a informação técnica da vazão de consumo de água para resfriamento de 30 l/h para 2 l/h de água destilada. Este equipamento é considerado um dos menores consumidores de água de resfriamento.

## CONCLUSÕES

Durante este estudo pode-se observar que em todos os laboratórios da UFBA somente um destilador foi substituído, pelo deionizador. Primeira a questão quanto à substituição do equipamento seja por osmose reversa, seja deionização, carvão ativado, entre outros, caberá a cada laboratório definir o qual puro deseja obter da água. Sabe-se também que cada processo possui suas vantagens e desvantagens, como limpeza, durabilidade, troca de membrana, remoção de sais, temperatura, descarte de efluentes, etc, bem como a existência de diversos modelos no mercado que se pode oferecer para atender o objetivo de cada usuário.





Nesse trabalho não se levantou a questão da substituição desses equipamentos, nem quanto ao gasto de energia elétrica dispendida e sim como estão funcionando os destiladores da universidade com relação ao consumo de água desperdiçada durante o trabalho.

Algumas unidades manifestam interesse em buscar melhorias, soluções tecnologicamente limpas para diminuir o consumo de água de seus prédios, porém muitas vezes se vêem frente a entraves simplesmente burocráticos como falta de verba para compra de materiais, elaboração de projeto, indisposição pelos responsáveis dos laboratórios em participar desses projetos, etc. Todavia mesmo sabendo dessas barreiras não justifica a adoção de outros procedimentos, como por exemplo, a regulação dos destiladores ser feita pela temperatura do efluente e não baseada nas especificações técnicas do equipamento.

Espera-se que o desenvolvimento desta atividade possibilite difundir entre instituições e pessoas o hábito de consumir água de forma racional e contribuir para a implantação de Tecnologias Limpas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MORAIS, M.A. **Manual de Instruções Destilador de Água Modelo Q341** . QUIMIS Aparelhos Científicos Ltda. Diadema - São Paulo. 2007. 12p.
2. QUIMIS. Fabricantes de aparelhagens científicas da América Latina. Diadema - SP. Disponível em: [http://www.lupe.com.br/br/mostra\\_produtos.php?id=86](http://www.lupe.com.br/br/mostra_produtos.php?id=86) . Acesso em 23 abr. 2008.
3. SILVA, G.S.; TAMAKI, H.O. e GONÇALVES, O.M. **Implantação de Programas de Uso Racional da Água em Campi Universitários**. Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2004
4. EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento. Disponível em: < [http://www.embasa.ba.gov.br/servicos/tabela\\_tarifas.asp](http://www.embasa.ba.gov.br/servicos/tabela_tarifas.asp)> . Acesso em: 10 mai. 2008
5. ÁGUAPURA – Programa de Uso Racional da Água da UFBA. Disponível em: < <http://teclim.ufba.br/aguapura2/index.php>> Acesso em: 10 mai. 2008