

# **Contribuição ao Uso Sustentável de Água e de Energia nos Laboratórios da UFSC: Proposta de Substituição de Destiladores de Água por Purificadores com Osmose Reversa**



**UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA**

## **PRO-REITORIA DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO- PROPLAN**

Pró-Reitor de Planejamento e Orçamento  
Prof. Dr. Antonio Cezar Bornia

Pró-Reitora Adjunta de Planejamento e Orçamento  
Anna Cecilia Amaral Petrassi

## **COORDENADORIA DE GESTÃO AMBIENTAL - CGA**

Coordenador  
Prof. Dr. Fernando Soares Pinto Sant'Anna (ENS/CTC/UFSC)

Equipe Técnica:  
Eng. Civil Dr. Marcio Andrade  
Acadêmico de Eng. Sanitária e Ambiental UFSC Igor Polla Marcelino  
Prof. Dr. Fernando S. P. Sant'Anna

Florianópolis, junho/2015

# **Contribuição ao Uso Sustentável de Água e de Energia nos Laboratórios da UFSC:**

## **Proposta de Substituição de Destiladores de Água por Purificadores com Osmose Reversa**

### **1 - Introdução**

---

Com o objetivo de promover o uso sustentável de água e de energia elétrica nos laboratórios de pesquisa, ensino e extensão dos Campi da UFSC, a Coordenadoria de Gestão Ambiental (CGA) apresenta neste documento informações que a levam a recomendar a substituição, quando conveniente<sup>1</sup>, de sistemas de destilação de água por sistemas de purificação da água com osmose reversa.

Esta proposta orientará a tomada de decisão da administração superior da UFSC quanto à adoção desta recomendação que busca contribuir com a conservação de dois recursos imprescindíveis ao desenvolvimento de nossas atividades: água e energia elétrica.

Com esta iniciativa pretendemos promover o uso responsável destes recursos, proporcionando benefícios financeiros, mantendo e mesmo melhorando a qualidade das atividades dos laboratórios e dos serviços prestados, como por exemplo: a melhoria das características físico-químicas e bacteriológicas da água a ser disponibilizada; a promoção do uso racional de água e de energia e ainda o alívio de potência na rede elétrica.

O alcance socioeconômico e ambiental dessa iniciativa pode trazer benefícios indiretos a UFSC, como proporcionar a disponibilidade de água e de energia para outras atividades e ainda possibilitar que as infraestrutura existentes, como as redes de água e energia, sejam utilizadas para o atendimento de outras necessidades. Por exemplo, a energia que é hoje destinada a atender a demanda das resistências<sup>2</sup> elétricas dos destiladores poderá ser utilizada para suprir a demanda de sistemas de ar condicionado.

---

<sup>1</sup> Alguns procedimentos padrões recomendam água destilada e nestes casos tais substituições não seriam aconselhadas.

<sup>2</sup> As resistências elétricas de aquecedores são um dos grandes vilões dos sistemas elétricos devido ao elevado consumo de energia elétrica destes dispositivos.

Essa iniciativa, além de proporcionar a produção de água em quantidade e com a qualidade requerida para os usos em laboratórios, pode contribuir para sensibilizar o pessoal que atua nos laboratórios da UFSC quanto ao desperdício causado pela utilização de destiladores.

Com a concretização desta recomendação de substituição, almejamos contribuir para que a UFSC **pratique aquilo que ensina nas salas de aula**, colaborando para que a formação de cidadãos responsáveis seja também decorrência da convivência com práticas sustentáveis adotadas no Campus Universitário.

Este documento está dividido em cinco seções, a primeira é dedicada à introdução, a segunda contém algumas ações similares realizadas em outras instituições. Na terceira seção apresentamos os benefícios econômicos e ambientais da substituição de destiladores de água por sistemas de purificação com osmose reversa. E na quarta seção estão as considerações e recomendações, enquanto na quinta seção estão as referências citadas neste trabalho.

## 2 – Destilador x Osmose Reversa: estudos realizados

---

Apresentamos a seguir alguns estudos sobre a substituição de destiladores por equipamentos com osmose reversa.

Estimativas realizadas por FONTES (2015), comparando um destilador de água de laboratório, mais comumente utilizado - tipo Pilsen (Figura 1), com um purificador com componente de osmose reversa, indicam que, para a produção de 50 L<sub>água destilada ou purificada</sub>.d<sup>-1</sup> a utilização do destilador é desvantajosa podendo resultar em um desperdício de energia elétrica de 768 kWh.(mês)<sup>-1</sup> e de água de 31.000 L.(mês)<sup>-1</sup>.

MARTELLI (2008) estimou que a substituição de 50 destiladores de água por purificadores com osmose reversa no Instituto de Química da UNICAMP poderia proporcionar uma economia anual de R\$ 100.000,00, em energia elétrica e água. Podendo alcançar uma economia anual em torno de 2.500 m<sup>3</sup> de água.

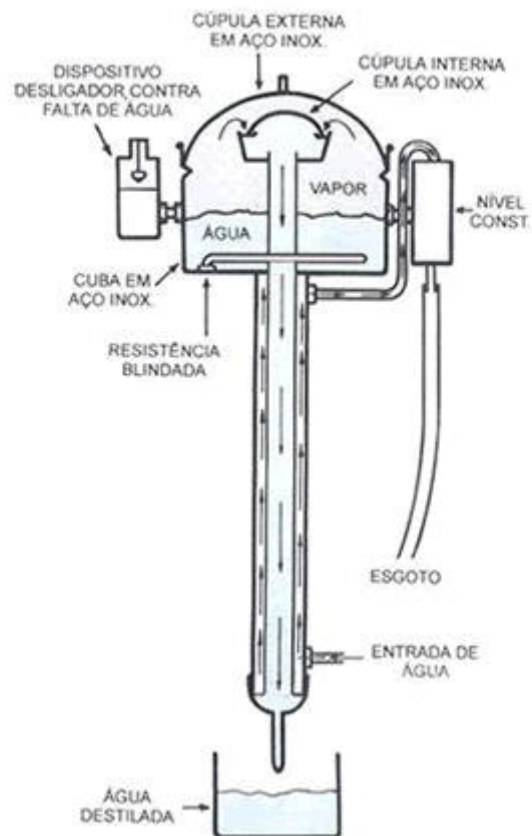
Além destes benefícios ambientais e financeiros, MARTELLI (2008) observou que a água tratada nestes purificadores apresentou melhor qualidade que a da água produzida pelos destiladores utilizados em laboratórios de ensino da UNICAMP. Por exemplo, enquanto a condutividade da água destilada produzida ficou<sup>3</sup> entre 3 e 4  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  a água purificada em sistemas com componentes de osmose reversa apresentou valor máximo de 1  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

A Agência Paulista de Pesquisa Agropecuária desenvolveu um sistema de purificação de água para laboratório (BEGOSSO, 2015) em uma central de tratamento de água que contempla uma rede de distribuição de água purificada para os laboratórios e uma rede reúso de água de rejeito. Apresentamos na Figura 2 o diagrama deste sistema.

---

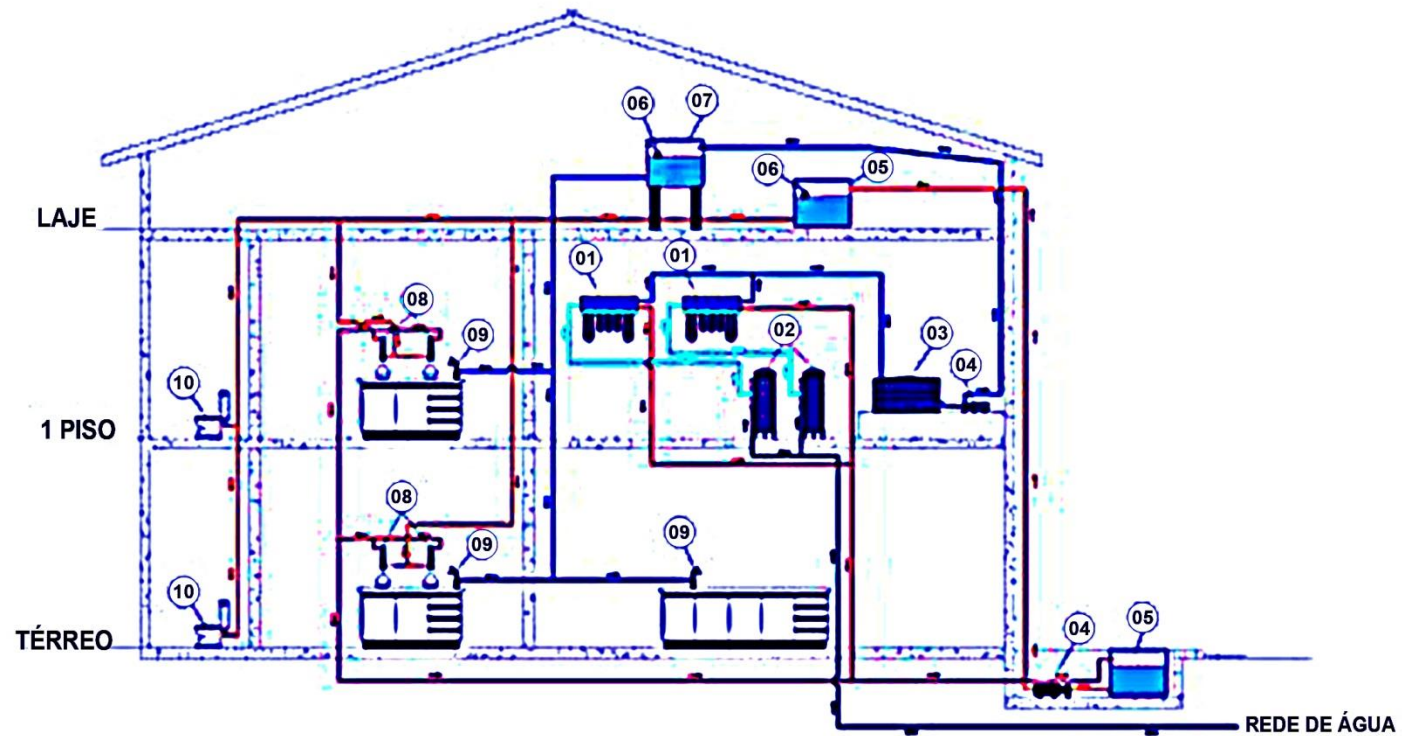
<sup>3</sup> A condutividade média da água destilada produzida nos destiladores convencionais está entre 0,5 e 5  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , dependendo da qualidade da água afluenta, o que pode não atender às especificações de normas internacionais para água purificada. Já quanto aos parâmetros microbiológicos, a água destilada atende bem tais requisitos, pois a maioria dos microrganismos morrem quando submetidos a combinações **tempo de exposição-temperatura** a que estão submetidos nestes equipamentos. Daí sua indicação para laboratórios educacionais ou de ensaios físico-químicos e de microbiologia básica.

Figura 1 - Destilador tipo Pilsen



Fonte: BEGOSSO, S. **Institutos da APTA dão exemplos de responsabilidade ambiental**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_2/responsabilidade/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/responsabilidade/index.htm)>. Acesso em: 08/04/2015.

Figura 2 – Diagrama de uma central de tratamento de água adotado pela APTA (Agência Paulista de Pesquisa Agropecuária).



01 - Sistema de tratamento por osmose reversa;

02 - filtro de entrada;

03 - reservatório de inox para armazenamento de água purificada;

04 - conjunto moto-bomba para recalque;

05 - reservatório para armazenamento de água de rejeito;

06 - bóia elétrica para recalque automático;

07 - reservatório para armazenamento de água purificada;

08 - resfriamento em destilador de nitrogênio;

09 - ponto de utilização da água purificada;

10 - destino final para a água de rejeito nos sanitários.

Fonte: BEGOSSO (2015). Disponível em : <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_2/responsabilidade/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/responsabilidade/index.htm)>. Acesso em:08/04/2015

### 3 – Benefícios econômicos e ambientais da substituição de destiladores de água por sistemas de purificação com osmose reversa

---

Com o objetivo de estimar os benefícios econômicos e ambientais da substituição e destiladores por sistema de purificação com osmose reversa, seguem comparações de demandas de água e energia destes equipamentos tendo como base informações obtidas pelos fabricantes e levantamentos realizados em laboratórios da UFSC.

Valores adotados na comparação do consumo de água e de energia destes sistemas produtores de água destilada (em destiladores convencionais) e de água purificada (em sistemas com osmose reversa):

- Número de horas de funcionamento por dia = 8 horas.d<sup>-1</sup>;
- Número de dias trabalhados no mês = 20 dia.(mês)<sup>-1</sup>;
- Número de meses trabalhados por ano = 11 meses.(ano)<sup>-1</sup>;
- Número de horas trabalhadas no ano = 1.760 horas.(ano)<sup>-1</sup>.

Foi considerado que a potência dos destiladores típicos utilizados nos laboratórios da UFSC é de 4.000 W, e que eles produzam 5 L<sub>água destilada</sub>.h<sup>-1</sup>, enquanto que para os sistemas de osmose reversa, foi admitida<sup>4</sup> a potência elétrica de 30 W, com capacidade de produzir até 20 L<sub>água purificada</sub>.h<sup>-1</sup>.

A demanda de água de resfriamento necessária para a produção de um litro de água destilada, foi baseada em valores médios obtidos por NAKAGAWA *et al* (2009), ou seja, 51 L.(L<sub>água destilada</sub>)<sup>-1</sup>. Por outro lado, a água de rejeito usualmente descartada pelos purificadores com osmose reversa foi fixada<sup>5</sup> em 2 L.(L<sub>água purificada</sub>)<sup>-1</sup>.

Utilizou-se ainda nesta avaliação as tarifas de água (de 12,53 R\$.m<sup>-3</sup>) e de energia ( de 0,61 R\$.kWh<sup>-1</sup>) praticadas pelas respectivas concessionárias CASAN e CELESC para o “consumidor” UFSC, conforme informações fornecidas pelo COPLAN/DPAE/UFSC.

Para o cálculo do saldo de caixa (economia) no período, considerou-se apenas os valores de equipamentos, materiais de consumo, e despesas com água e energia. Os custos relacionados à mão-de-obra de manutenção e operação não foram considerados.

---

<sup>4</sup> Dados fornecidos pelo fabricante para o modelo RO0420 (empresa Permution).

<sup>5</sup> Informações obtidas com a empresa Permution (PERMUTION, 2015)

As periodicidades de troca dos cartuchos de leito misto, dos filtros de carvão ativado, das membranas de osmose reversa e das membranas bacteriológicas de 0,2 µm dependem da qualidade da água utilizada na alimentação do equipamento e da produção diária de água purificada.

Parte do presente estudo foi baseado na experiência do Laboratório Integrado de Meio Ambiente (LIMA/ENS/UFSC), onde foi substituído um destilador de água por um equipamento de purificação com osmose reversa que produz  $50 \text{ L}_{\text{água purificada}} \cdot \text{d}^{-1}$ .

As frequências de substituição do cartucho de leito misto, do filtro de carvão ativado, da membrana de osmose reversa e da membrana bacteriológica de 0,2 µm deste sistema em operação no LIMA são apresentadas na Tabela 1, onde estão também os respectivos preços destes componentes.

Tabela 1 – Custo anual de manutenção de sistema com osmose reversa para a produção de até  $50 \text{ L}_{\text{água purificada}} \cdot \text{d}^{-1}$  no LIMA, obtido em julho/2015.

Estágio	Componentes	Preço unitário (R\$)	Periodicidade de substituição (meses)	Custo anual (R\$)
I	Leito do Filtro de Carvão Ativado	R\$ 58,00	6	116,00
II	Membrana de Osmose Reversa	R\$ 148,00	12	148,00
III	Cartucho de leito misto para a Troca Iônica	R\$ 42,50	2	255,00
IV	Membrana de 0,2 µm (cartucho bacteriológico)	R\$ 595,05	9	793,40
			Total	1.312,40

Fonte: LIMA/ENS/UFSC

São apresentados a seguir dois cenários para simular a substituição de destiladores por sistemas purificadores com osmose reversa: um supondo a produção de  $15 \text{ L}_{\text{água purificada}} \cdot \text{d}^{-1}$  e outro,  $40 \text{ L}_{\text{água purificada}} \cdot \text{d}^{-1}$ . Para esse último, foram utilizadas os valores e a experiência do LIMA, enquanto para a produção de  $15 \text{ L}_{\text{água purificada}} \cdot \text{d}^{-1}$ , utilizou-se os valores estimados, conservadores, da Tabela 2.

Ressalta-se que, segundo informações da empresa PERMUTION, a vida útil dos cartuchos, ou seja, o período entre substituições depende não apenas do volume produzido de água purificada, mas também do tempo de uso de cada cartucho.



Tabela 2 – Custo estimado, conservador, anual de manutenção de sistema com osmose reversa para a produção de até 15 L<sub>água purificada</sub>·d<sup>-1</sup> com base nas condições operacionais do LIMA.

Componentes	Preço unitário (R\$)	Periodicidade de substituição (meses)	Custo anual (R\$)
Leito do Filtro de Carvão Ativado	R\$ 58,00	12	58,00
Membrana de Osmose Reversa	R\$ 148,00	24	74,00
Cartucho de leito misto para a Troca Iônica	R\$ 42,50	4	127,50
Membrana de 0,2 µm*	R\$ 595,05	9	793,40
		Total	1.052,90

Fonte: LIMA/ENS/UFSC

\*muitos laboratórios não precisarão usar a membrana de 0,2 µm, destinada ao controle bacteriológico da água purificada

A economia no período estudado foi calculada pela equação:

$$X = \frac{\left( \frac{Q_d * d_u}{1000} * \left( T_a * (R_D - R_{OR}) + T_e * \left( \frac{P_D}{q_D} - \frac{P_{OR}}{q_{OR}} \right) \right) + (M_D - M_{OR}) * a \right)}{a * 12} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

$X$ : Economia no Período  $\left[ \frac{R\$}{\text{meses}} \right]$

$Q_d$ : Produção de água purificada diária  $\left[ \frac{\text{L}_{\text{água purificada}}}{\text{dia}} \right]$

$d_u$ : Dias úteis

$T_a$ : Tarifa de água  $\left[ \frac{R\$}{m^3} \right]$

$T_e$ : Tarifa de energia  $\left[ \frac{R\$}{kWh} \right]$

$R_D$ : Rejeito de água de Destilador  $\left[ \frac{\text{L}_{\text{água descartada}}}{\text{L}_{\text{água purificada}}} \right]$

$R_{OR}$ : Rejeito de água de Osmose Reversa  $\left[ \frac{\text{L}_{\text{água descartada}}}{\text{L}_{\text{água purificada}}} \right]$

$P_D$ : Potência elétrica Destilador [W]

$P_{OR}$ : Potência elétrica Osmose Reversa [W]

$q_D$ : Produção água purificada por unidade de destilador  $\left[ \frac{\text{L}_{\text{água purificada}}}{h} \right]$

$q_{OR}$ : Produção água purificada por unidade de Osmose Reversa  $\left[ \frac{\text{L}_{\text{água purificada}}}{h} \right]$

$q_{OR}$ : Produção água purificada por unidade de Osmose Reversa  $\left[ \frac{\text{L}_{\text{água purificada}}}{h} \right]$

$M_D$ : Manutenção Destilador  $\left[ \frac{R\$}{\text{ano}} \right]$

$M_{OR}$ : Manutenção Osmose Reversa  $\left[ \frac{R\$}{\text{ano}} \right]$

$a$ : Período considerado em anos [anos]

A taxa de retorno (*payback* simples) foi calculada pela seguinte equação:

$$Y = \frac{k}{X} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

*Y*: *Payback* no período [meses]

*k*: Investimento Inicial [R\$]

*X*: Economia no Período  $\left[\frac{R\$}{\text{meses}}\right]$

A equação utilizada para o cálculo das retas da economia anual dos gráficos da figura 3 e 4 foi calculada pela seguinte equação:

$$X_a = X * 12 \quad (\text{equação 3})$$

*X<sub>a</sub>*: Economia anual  $\left[\frac{R\$}{\text{ano}}\right]$

### Cenário 1 (Produção de 15 L<sub>água purificada</sub>·d<sup>-1</sup>)

Para este cenário admitiu-se que um laboratório (ou grupo de laboratórios) tenha uma demanda de 15 L<sub>água destilada ou purificada</sub>·d<sup>-1</sup>.

Os consumos mensais e anuais de energia e água demandados por um destilador para produção de 15L<sub>água purificada</sub>·d<sup>-1</sup> são apresentados na Tabela 3. Na Tabela 4 estão os dados referentes a opção de utilização do sistema de purificação com osmose reversa.

Tabela 3 – Consumos mensais e anuais de energia e água demandados por um destilador para produção de 15 L<sub>água destilada</sub>·d<sup>-1</sup>

	Mensal	Anual
Consumo Energia	240,0 kWh.(mês) <sup>-1</sup>	2.640,0 kWh.(ano) <sup>-1</sup>
Rejeito de Água	15,3 m <sup>3</sup> .(mês) <sup>-1</sup>	168,3 m <sup>3</sup> <sub>água rejeito</sub> .(ano) <sup>-1</sup>

Tabela 4 – Consumos mensais e anuais de energia e água demandados por purificador com osmose reversa para produção de 15 L<sub>água purificada</sub>·d<sup>-1</sup>

	Mensal	Anual
Consumo Energia	0,45 kWh.(mês) <sup>-1</sup>	4,95 kWh.(ano) <sup>-1</sup>
Rejeito de Água	0,6 m <sup>3</sup> .(mês) <sup>-1</sup>	6,6 m <sup>3</sup> <sub>água rejeito</sub> .(ano) <sup>-1</sup>

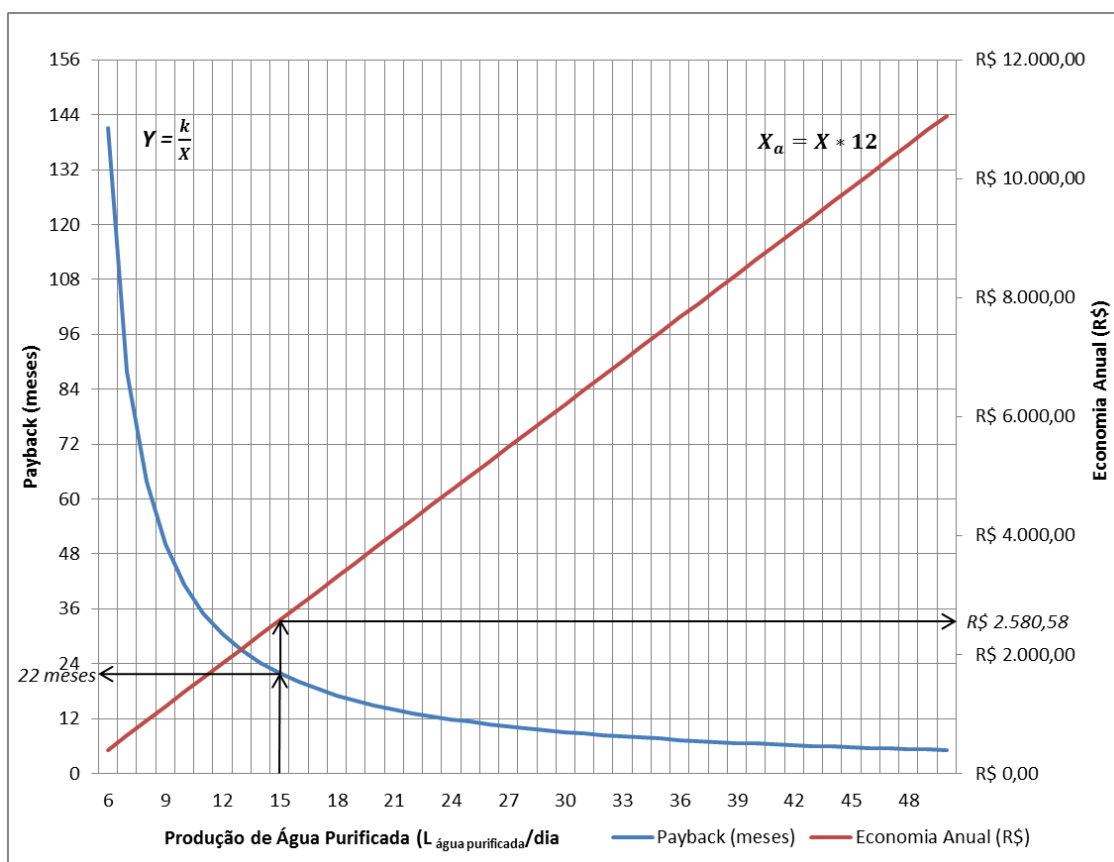
Na Tabela 5 comparou-se estes dois tipos de equipamentos para a produção de 15 L<sub>água destilada ou purificada</sub>·d<sup>-1</sup>.

Tabela 5 – Comparação entre destiladores e purificadores com osmose reversa para a produção de 15 L<sub>água destilada ou purificada</sub>·d<sup>-1</sup>

<b>Sistemas – obtenção de água pura</b>	<b>Destiladores</b>	<b>Purificadores com Osmose Reversa</b>	<b>Unidade</b>
Produção diária de água	15	15	L <sub>água destilada ou purificada</sub> ·d <sup>-1</sup>
Tempo de operação	3	0,75	h
Rejeito diário de água	765	30	L <sub>água rejeito</sub> ·d <sup>-1</sup>
Consumo de energia por litro de água “produzida”	800	1,5	Wh.L <sup>-1</sup>
Despesa anual com água de rejeito	2.108,80	82,70	R\$.(ano) <sup>-1</sup>
Despesa anual com energia	1.610,40	3,02	R\$.(ano) <sup>-1</sup>
Despesa anual com manutenção do sistema	0,00	1.052,90	R\$.(ano) <sup>-1</sup>
<b>Despesa Anual Total</b>	<b>3.719,20</b>	<b>1.138,62</b>	<b>R\$.(ano)<sup>-1</sup></b>

A substituição de um destilador produzindo 15 L<sub>água destilada ou purificada</sub>·d<sup>-1</sup> pelo sistema proposto com osmose reversa produzirá economia de R\$ 2.580,58 por ano de operação. E sendo o investimento previsto para esta substituição de R\$ 4.710,08, o retorno (*payback*) se dará em aproximadamente 22 meses (1 ano e 10 meses), como pode ser observado no gráfico da Figura 3.

Figura 3 – *Payback* e economia anual resultante da substituição de destilador por equipamento com osmose reversa para um cenário de produção de água purificada de 15 L/dia.



A reta da Economia Anual é representada pela equação 3 e a curva do *Payback* pela equação 2.

Assim, a substituição de um destilador com produção diária de 15 L<sub>água destilada</sub>·d<sup>-1</sup> promoverá uma redução do consumo de água de 14.700 L·(mês)<sup>-1</sup> ou 161.700 L·(ano)<sup>-1</sup>. E ainda a redução do consumo de 240 kWh·(mês)<sup>-1</sup> ou 2.635 kWh·(ano)<sup>-1</sup>.

### Cenário 2 (Produção de 40 L<sub>água purificada</sub>·d<sup>-1</sup>)

Para este cenário admitiu-se que um laboratório (ou grupo de laboratórios) tenha uma demanda de 40 L<sub>água destilada ou purificada</sub>·d<sup>-1</sup>.

Os consumos mensais e anuais de energia e água demandados por um destilador para produção de 40L<sub>água purificada</sub>·d<sup>-1</sup> são apresentados na Tabela 6. A Tabela 7 apresenta esses dados referentes a opção de purificação com osmose reversa.

Tabela 6 – Consumos mensais e anuais de energia e água demandados por um destilador para produção de 40 L<sub>água destilada</sub>·d<sup>-1</sup>

	Mensal	Anual
Consumo Energia	640,0 kWh.(mês) <sup>-1</sup>	7.040,0 kWh.(ano) <sup>-1</sup>
Rejeito de Água	40,8 m <sup>3</sup> .(mês) <sup>-1</sup>	448,8 m <sup>3</sup> <sub>água rejeito</sub> .(ano) <sup>-1</sup>

Tabela 7 – Consumos mensais e anuais de energia e água demandados por purificador com osmose reversa para produção de 40 L<sub>água purificada</sub>·d<sup>-1</sup>

	Mensal	Anual
Consumo Energia	1,2 kWh.(mês) <sup>-1</sup>	13,2 kWh.(ano) <sup>-1</sup>
Rejeito de Água	1,6 m <sup>3</sup> .(mês) <sup>-1</sup>	17,6 m <sup>3</sup> <sub>água rejeito</sub> .(ano) <sup>-1</sup>

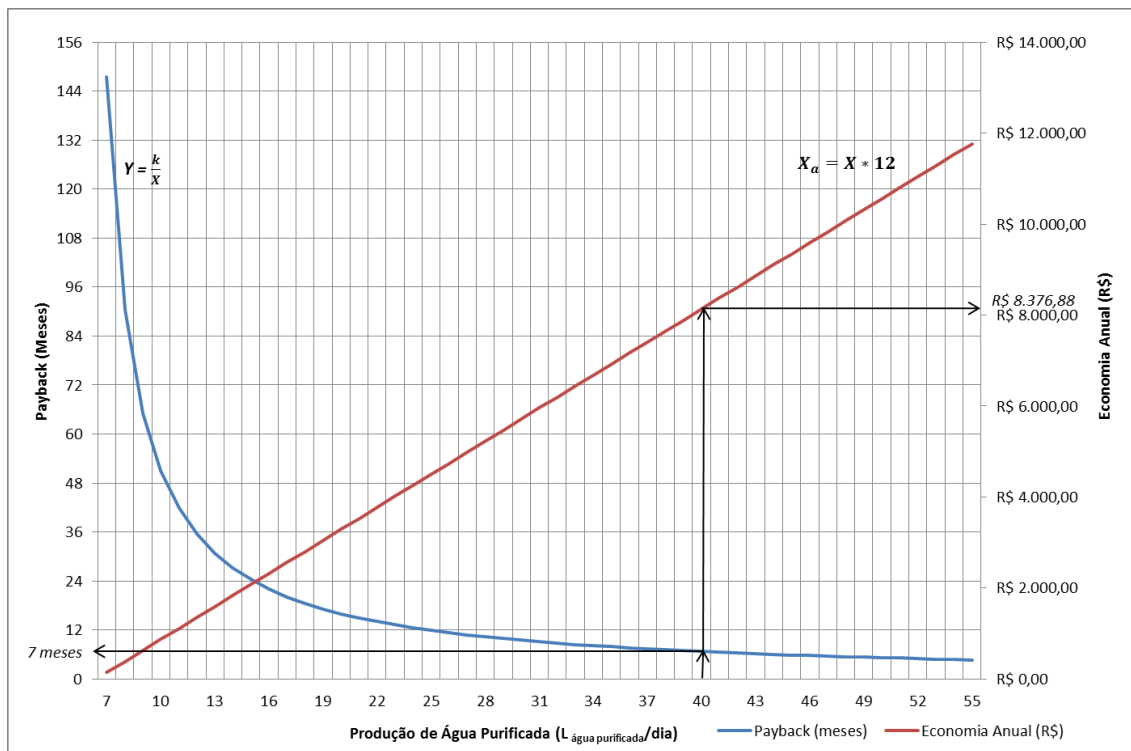
Na Tabela 8 comparou-se estes dois tipos de equipamentos para a produção de 40 L<sub>água destilada</sub> ou purificada·d<sup>-1</sup>.

Tabela 8 – Comparação entre destiladores e purificadores com osmose reversa para a produção de 40 L<sub>água destilada ou purificada</sub>·d<sup>-1</sup>

<b>Sistemas – obtenção de água pura</b>	<b>Destiladores</b>	<b>Purificadores com Osmose Reversa</b>	<b>Unidade</b>
Produção diária de água	40	40	L <sub>água destilada ou purificada</sub> ·d <sup>-1</sup>
Tempo de operação	8	2	h
Rejeito diário de água	2040	80	L <sub>água rejeito</sub> ·d <sup>-1</sup>
Consumo de energia por litro de água “produzida”	800	1,5	Wh.L <sup>-1</sup>
Despesa anual com água de rejeito	5.623,46	220,53	R\$. (ano) <sup>-1</sup>
Despesa anual com energia	4.294,40	8,05	R\$. (ano) <sup>-1</sup>
Despesa anual com manutenção do sistema	0,00	1.312,40	R\$. (ano) <sup>-1</sup>
<b>Despesa Anual Total</b>	<b>9.917,86</b>	<b>1.540,98</b>	<b>R\$. (ano)<sup>-1</sup></b>

Assim, a substituição de um destilador produzindo  $40 \text{ L}_{\text{água destilada ou purificada}} \cdot \text{d}^{-1}$  pelo sistema proposto com osmose reversa resultará em economia de R\$ 8.376,88 por ano de operação. E sendo o investimento previsto para essa substituição de R\$ 4.710,08, o retorno financeiro (*payback*) se dará em aproximadamente 7 meses, como pode ser observado no gráfico da Figura 4.

Figura 4 – *Payback* e economia anual resultante da substituição de destilador por equipamento com osmose reversa para um cenário de produção de água purificada de 40 L/dia.



A reta da Economia Anual é representada pela equação 3 e a reta do *Payback* pela equação 2.

Assim, a substituição de um destilador com produção diária de  $40 \text{ L}_{\text{água destilada}} \cdot \text{d}^{-1}$  promoverá uma redução do consumo de água de  $39.200 \text{ L} \cdot (\text{mês})^{-1}$  ou  $431.200 \text{ L} \cdot (\text{ano})^{-1}$ . E ainda a redução do consumo de  $639 \text{ kWh} \cdot (\text{mês})^{-1}$  ou  $7.027 \text{ kWh} \cdot (\text{ano})^{-1}$ .

## 4 – Considerações e Recomendações

---

Pelos dados apresentados, é possível verificar uma relevante economia de água e energia e, conseqüentemente, de recursos financeiros, caso seja realizada a substituição de destiladores de água por equipamentos de purificação de água com osmose reversa.

Para a produção de  $15 \text{ L}_{\text{água purificada}} \cdot (\text{dia})^{-1}$ , a substituição de um destilador por uma sistema de purificação com osmose reversa traria retorno do investimento em aproximadamente 1 ano e 10 meses. Já para a produção de  $40 \text{ L}_{\text{água purificada}} \cdot (\text{dia})^{-1}$ , o tempo de retorno do investimento seria de aproximadamente 7 meses. Para ambos os casos, foi considerado os custos de aquisição e manutenção de um ano para um equipamento com osmose reversa completo (quatro estágios). Os custos desse equipamento podem ser menores se for admitida a possibilidade de se usar menos estágios de purificação, dependendo do grau de purificação desejável para a água.

Um destilador com capacidade de produção de  $40 \text{ L}_{\text{água destilada}} \cdot (\text{dia})^{-1}$  consome em torno de  $51 \text{ L}_{\text{água rejeito}} \cdot (\text{L}_{\text{água destilada}})^{-1}$ , quando convenientemente calibrado. Esse consumo pode ser maior para equipamentos mal calibrados, ou seja, operados com uma vazão de água de resfriamento maior que a necessária. Por outro lado, o equipamento purificador com osmose reversa equivalente consome nessas condições apenas  $2 \text{ L}_{\text{água rejeito}} \cdot (\text{L}_{\text{água purificada}})^{-1}$ .

Quanto à energia, a demanda média para a produção de um litro de água purificada é de  $800 \text{ Wh} \cdot (\text{L}_{\text{água destilada}})^{-1}$  para um destilador e de  $1,5 \text{ Wh} \cdot (\text{L}_{\text{água purificada}})^{-1}$  para o equipamento com osmose reversa.

Assim, com base nos estudos realizados, sugerimos:

- Que se crie uma diretriz na UFSC de substituição de destiladores de água por sistemas de purificação com osmose reversa;
- Restrição de compra de destiladores pela UFSC, condicionando sua autorização a justificativa tecnicamente fundamentada do interessado;
- Quando autorizada a compra de destiladores, recomendar a utilização de equipamentos com corpo de vidro, mais eficientes que os convencionais, e que seja estudada a viabilidade de aproveitamento da água de resfriamento;
- O compartilhamento de equipamentos por vários laboratórios com o objetivo de racionalização de recursos. Centrais de produção de água purificada seriam assim estrategicamente localizadas para atender as necessidades por prédio, andar ou setor.

## 5 – Referências

---

BEGOSSO, S. Institutos da APTA dão exemplos de responsabilidade ambiental. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em:

<[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_2/responsabilidade/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/responsabilidade/index.htm)>. Acessado em: 08abril2015.

FONTES, L. Disponível em <https://bancadapronta.wordpress.com/2015/03/09/quanto-custa-para-voce-e-tambem-para-o-planeta-ainda-usar-um-destilador-de-agua/>. Acessado em 06abril2015.

MARTELLI, C.. <http://www.cgu.unicamp.br/ggus/premiogestaoambiental/Usosustentavel-recursos-hidrico-e-energetico-do-IQ.pdf>. Acessado em 06abril2015.

PERMUTION. <http://www.permution.com.br/>. Acessado em 08abril2015.