

2022

Cartilha para a limpeza de destiladores de água tipo Pilsen e apresentação de algumas soluções para sanar o desperdício de água desses equipamentos

Roberto Santos de Oliveira

Orientadores:
José Carlos Costa da Silva Pinto
M^a Fernanda S. Quintela da C. Nunes



SUMÁRIO

1. Apresentação	3
2. Introdução	3
3. Esquema do funcionamento do destilador de água tipo Pilsen	4
4. Informações importantes sobre a operação dos destiladores	4
5. Limpeza do destilador	5
6. Projetos para resolver o problema do desperdício de água tratada por destiladores de água tipo Pilsen	9
7. Considerações finais	13
8. Bibliografia	14

1. Apresentação

Esta cartilha foi desenvolvida como produto do Trabalho de Conclusão de Mestrado, intitulado: “Gestão sustentável de recursos hídricos: soluções para o desperdício de água dos destiladores de água tipo Pilsen em instituições públicas no Brasil”, por meio do Mestrado Profissional em Educação, Gestão e Difusão em Biociências do Instituto de Bioquímica Médica Leopoldo de Meis da Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2022.

2. Introdução

Há fartas evidências na literatura, indicando que os destiladores de água tipo Pilsen (Figura 1) desperdiçam muita água potável no processo de destilação. Contudo, esses destiladores são de baixo custo de aquisição, em relação a outros dispositivos utilizados em laboratórios, e conseguem produzir água destilada classe 3, ou seja, abaixo de $5\mu\text{S}/\text{cm}$. Portanto, esses equipamentos suprem grande parte da demanda de água purificada para diversas atividades laboratoriais. Além disso, se bem utilizados, demandam pouco gasto com manutenção preventiva, podendo operar por anos sem danificar seus componentes. Consequentemente,

é provável que esses equipamentos continuem sendo usados por muito tempo ainda.

No entanto, com o uso, a eficiência dos destiladores diminui, aumentando ainda mais o desperdício de água. Visto que os destiladores ficam fixados próximos ao teto, é comum que não se execute a manutenção preventiva do aparelho. Assim, com o passar dos anos, dentro da caldeira vão se formando incrustações que dificultam o aquecimento da água, elevando os custos operacionais do equipamento e ambientais.



Fonte: (NOVA TÉCNICA, 2021; QUIMIS, 2021; SPLABOR, 2021)

Figura 1 – Destiladores de água tipo Pilsen

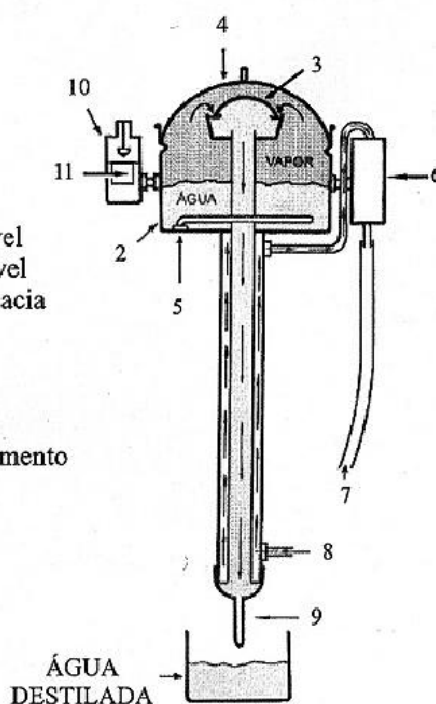
A manutenção preventiva e a calibragem dos equipamentos utilizados em laboratórios fazem parte das boas práticas laboratoriais (BORBA *et al.*, 2010). Assim, os destiladores não podem ficar esquecidos. Muitas pessoas que utilizam água destilada não estão atentas à importância da limpeza desses dispositivos e muitas vezes os manuais nem existem mais, devido ao fechamento da fábrica ou por terem se perdido ao longo dos anos. Portanto, esta cartilha poderá servir como referência para ajudar nos procedimentos de operação e higienização do destilador.

3. Esquema do funcionamento do destilador de água tipo Pilsen

A Figura 2 mostra os componentes básicos e o fluxo de água em um destilador tipo Pilsen. Pode-se observar que a água percorre todo o corpo do equipamento, enche a cúpula e também serve para fazer a troca de calor, condensando a água destilada. Visto que a entrada de água do destilador está ligada à rede de abastecimento dos prédios, seria importante saber se há alta concentração de cloro na água ou se é muito dura, porque isso prejudica os compo-

nentes do equipamento. Além disso, os fabricantes asseguram uma baixa condutividade da água destilada, desde que a água de abastecimento não passe de 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Para evitar esse problema, seria bom instalar um filtro abrandador/reductor de dureza antes da conexão com o destilador. Pode-se usar um condutivímetro para auxiliar na verificação da dureza da água de alimentação do destilador.

1. Suporte de fixação
2. Corpo em aço inoxidável
3. Cúpula interna em aço inoxidável
4. Cúpula externa em aço inoxidável
5. Resistência blindada interna a bacia
6. Nível constante
7. Saída constante
8. Entrada da água da rede
9. Saída de água destilada
10. Sistema automático de desligamento por falta de água
11. Bóia



Fonte: Manual dos destiladores De Leo (DE LEO, 2021)

Figura 2 – Componentes de um destilador de água tipo Pilsen

4. Informações importantes sobre a operação dos destiladores

O registro da água que abastece o destilador deve ser aberto, de forma a encher a cúpula antes de se acionar o disjuntor elétrico do equipamento. Caso isso não aconteça, poderá ocorrer a queima da resistência. Geralmente os destiladores possuem um sistema de desligamento por falta de água ou por baixo nível na cuba. É, também, necessário regular o fluxo de água para evitar o transbordo. A produção de água destilada se iniciará 15 a 20 minutos após o aparelho ser ligado.

Visto que esses equipamentos podem desperdiçar de 10 a 70 litros de água tratada por cada litro de água destilada, dependendo do fabricante e da capacidade de produção (Tabe-

la 1), muitos operadores procuram diminuir o máximo possível o volume de água descartada, fechando o registro de entrada e deixando passar pouquíssima água; contudo, mesmo que isso possa aumentar a eficiência do destilador, devido à troca de calor no corpo do dispositivo, a água poderá ser despejada na pia com temperaturas entre 60 °C a 80 °C. Com o tempo, isso pode causar algum problema na tubulação de PVC do esgoto, uma vez que esse material, normalmente, deve ser utilizado com água fria. Além disso, os fabricantes recomendam que a temperatura da água descartada esteja próxima de 32 °C a 40 °C (água morna). Sendo assim, a regulagem do fluxo de água deve seguir o que é determinado pelo manual.

Tabela 1 – Produção e consumo de água de alguns modelos de destiladores de água tipo Pilsen

Empresa	Modelo	Produção (l/h)	Consumo (l/h)
(ACS GOLD, 2021)	PWD-02	2	20 ¹
	PWD-05	5	50
	PWD-10	10	100
	PWD-20	20	200
	PWD-30	30	300
(MARTE CIENTÍFICA, 2021)	MB1004	2	140 ²
	MB1005	05	350
	MB1010	10	700
(QUIMIS, 2020)	Q341-12	2	120 ³
	Q341-22	2	120
	Q341-25	5	200 - 240
	Q341-210	10	240 - 480

Fonte: Autor

Esta Cartilha não tem por objetivo descrever a forma como os destiladores de água tipo Pilsen devem ser instalados. Portanto, su-

gere-se, que cada usuário busque essa informação nos manuais dos fabricantes, os quais são entregues junto com os equipamentos.

1 Muitos fabricantes, quando informam o valor do consumo de água do destilador, utilizam o padrão de 10 litros descartados por litro destilado, contudo, na prática esse valor pode ser bem maior, haja vista que os destiladores de água tipo Pilsen são muito semelhantes na estrutura de montagem e operação.

2 Esse valor de descarte é mais realista.

3 Esse valor de descarte é mais realista.

5. Limpeza do destilador

As partes externas dos destiladores podem ser limpas utilizando-se uma flanela úmida com sabão neutro e água morna ou solução leve de detergente neutro, ou pano macio umedecido com silicone automotivo (ACS GOLD, 2021; MARTE CIENTÍFICA, 2021; NOVA TÉCNICA, 2021).



Fonte: (MORAES; MORAES, 2016)

Figura 3 - Interior do destilador antes da higienização

Após algum tempo de uso, incrustações de sais começarão a aparecer nas paredes da caldeira e na resistência (Figura 3). Os piores casos são os depósitos de carbonato de cálcio (precipitado branco). A Figura 4 mostra um destilador com as paredes internas da cuba danificadas por completa falta de manutenção.



Fonte: Autor

Figura 4 - Interior do destilador sem limpeza por muitos anos

De forma a se evitar que o aparelho diminua sua eficiência ou seja arruinado, os fabricantes sugerem que a limpeza seja executada, semanalmente, quinzenalmente ou mensalmente, dependendo da frequência de uso e da dureza da água (MARTE CIENTÍFICA, 2021; NOVA TÉCNICA, 2021; QUIMIS, 2020).

Não esqueça de usar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI), ou seja, óculos, jaleco e luvas, quando for executar a higienização do destilador de água tipo Pilsen. Isso também faz parte das boas práticas laboratoriais.

Para proceder a limpeza interna (MARTE CIENTÍFICA, 2021; NOVA TÉCNICA, 2021; QUIMIS, 2020; SPLABOR, 2018):

- a. Desconecte o aparelho da rede elétrica;
- b. Drene a água remanescente da caldeira, retirando a mangueira do registro;
- c. Se for necessário, retire o equipamento do suporte para se executar a limpeza na caldeira;

- d. Abra a tampa da cuba.
- e. Jamais utilize objetos metálicos para a raspagem das incrustações;
- f. Inicie a limpeza da cuba utilizando esponja macia e detergente neutro;
- g. Caso não consiga retirar toda a crosta, feche todas as saídas de água e adicione uma solução de ácido acético, clorídrico ou sulfâmico diluído em 2%, 5% e no máximo 10% m/v;
- h. Deixe reagindo por no máximo 30 minutos, se a crosta não for espessa;
- i. Use uma esponja não abrasiva para esfregar levemente a cuba;
- j. Se for preciso, retire a resistência, mas não esqueça de utilizar veda rosca na recolocação para evitar vazamentos;
- k. Pode-se usar também uma solução com 50% de vinagre branco e 50% de água, cobrindo toda a câmara de ebulição;
- l. Agite suavemente para que todo o resíduo entre em contato com o vinagre e deixe a solução fazer efeito por 12 horas;
- m. Enxágue com bastante água até retirar todos os vestígios do ácido ou vinagre;
- n. Monte novamente o aparelho, espere encher a caldeira e ligue, desprezando os primeiros 3 litros de água destilada, ou mais, caso seja necessário;

A figura 5 apresenta um destilador com crostas de bicarbonato de cálcio.



Fonte: (SPLABOR, 2018)

Figura 5 – Destilador com depósito de bicarbonato de cálcio

A Figura 6 mostra o destilador de água tipo Pilsen da Figura 3 após a limpeza. Na sequência, as Tabelas 2 e 3 expõem dados sobre o desempenho de destiladores de água tipo Pilsen, que comprovam a importância da limpeza do equipamento para a melhoria de sua eficiência e a diminuição do desperdício de água.



Fonte: (MORAES; MORAES, 2016)

Figura 6 – Destilador após a limpeza

Tabela 2 - Dados médios coletados antes da higienização do destilador

Vazão (L/h)		
Entrada	Água Destilada	Efluente
330,9	3,6	327,3
280,6	3,7	276,9
193,4	3,9	189,5
148,0	4,0	144,0
142,5	4,0	138,5

Fonte: (Adaptado de MORAES; MORAES, 2016)

Tabela 3 - Dados médios coletados depois da higienização do destilador

Vazão (L/h)		
Entrada	Água Destilada	Efluente
331,7	4,4	327,3
281,4	4,5	276,9
261,7	4,5	257,1
184,6	4,6	180,0
113,8	4,7	109,1

Fonte: (Adaptado de MORAES; MORAES, 2016)

6. Projetos para resolver o problema do desperdício de água tratada por destiladores de água tipo Pilsen

Todos os pesquisadores, técnicos de laboratório e alunos que usam destiladores de água tipo Pilsen conhecem o problema de desperdício de água desses equipamentos, mas, normalmente, convivem com isso por décadas. A pesquisa que originou esse produto evidenciou, com auxílio de um conjunto amostral de 6.772 equipamentos, que as instituições públicas brasileiras que utilizam destiladores de água tipo Pilsen, em um período de 12 anos, de acordo com a pior estimativa empírica de operação dos dispositivos, desperdiçaram próximo de 11 bilhões de litros de água potável e 290 milhões de reais, os quais poderiam ter suprido as necessidades básicas de água de 100 milhões de pessoas por pelo menos um dia, pois, segundo a ONU, um ser humano precisa minimamente

de 110 litros de água/dia (FERREIRA, 2018). Deve ser observado que isso ocorre, principalmente, nas universidades e institutos federais. Contudo, diante da escassez de água, do estresse hídrico e das mudanças climáticas que estão afetando bilhões de pessoas em todo o planeta, essa passividade não é mais aceitável.

Foi mostrado nesse estudo que existem projetos desenvolvidos e implementados em algumas instituições que podem resolver esse desperdício de água potável. Assim, foram estabelecidos os seguintes critérios para selecionar as melhores soluções:

- i. Total eliminação do desperdício de água potável;

- ii. Menor uso de espaço nos laboratórios;
- iii. Replicabilidade.

Em seguida, serão apresentadas as 3 soluções encontradas na revisão integrativa, por ordem da maior para a menor pontuação, classificadas segundo uma matriz de avaliação montada de acordo com os critérios acima mencionados.

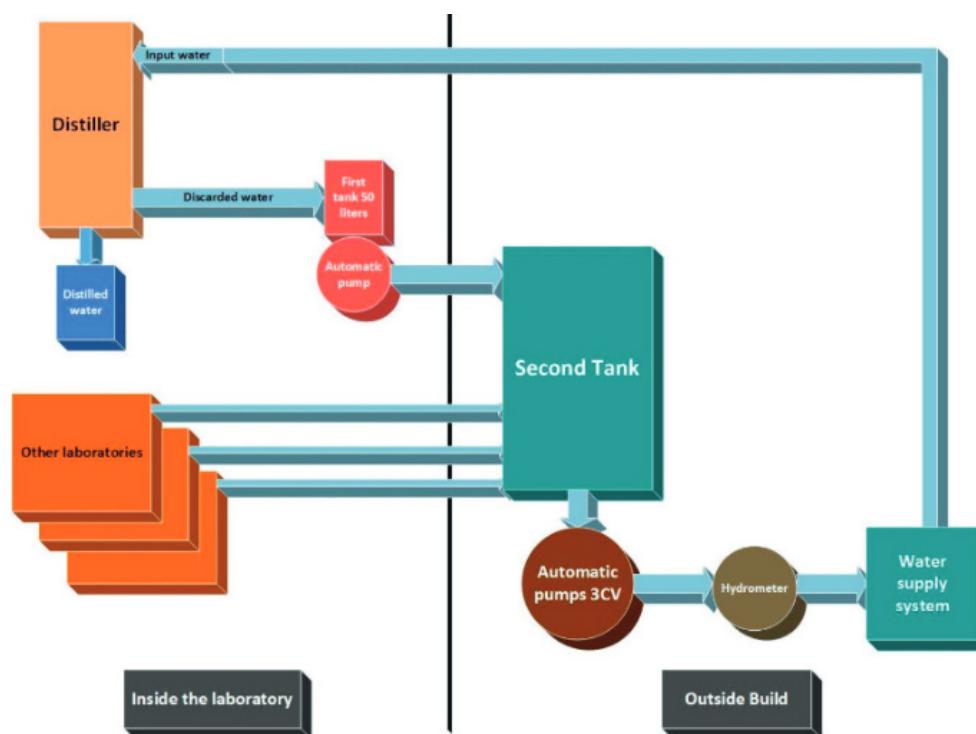
Os autores Oliveira, Antunes e Gomes (2020) descrevem a execução de um projeto na Universidade Federal do Rio de Janeiro, no qual a água do resfriamento da destilação, antes descartada no esgoto, é 100% e reciclada como água potável, por meio de um sistema de coleta

e bombeamento direto na rede de abastecimento do prédio do Centro de Ciências da Saúde, utilizando uma unidade de captação que pode ser conectada a 4 destiladores. Ademais, o sistema é totalmente automatizado e sem contato humano. Além disso, o projeto está funcionando desde 2017 e já reciclou próximo de 10 milhões de litros de água, com um retorno econômico na casa dos 250 mil reais. A Figura 6 mostra a unidade de coleta, chamada de Unidade Autônoma de Captação e Bombeamento (UACB), conectada a um destilador em um laboratório de pesquisa, e a Figura 7 apresenta o esquema do sistema de captação e reutilização da água descartada pelos destiladores. Pode-se observar que é um sistema muito simples.



Fonte: (OLIVEIRA; ANTUNES; GOMES, 2020)

Figura 6 – Unidade de captação conectada a um destilador



Fonte: (OLIVEIRA; ANTUNES; GOMES, 2020)

Figura 7 – Esquema do sistema de captação e reutilização da água descartada pelos destiladores

Por sua vez, Fanton (2017) e Oliveira (2020) defendem projetos que substituam os destiladores de água tipo Pilsen por equipamentos de Osmose Reversa, podendo ser essa uma boa solução. No entanto, não resolve totalmente o desperdício de água, de forma que, para acabar com o esbanjamento de água, talvez fos-

se necessária a união de duas soluções. Outra questão é que manutenção do sistema de Osmose Reversa é mais dispendiosa, o que pode ser parcialmente compensado pelo fato de que esses equipamentos consomem menos energia do que os destiladores.



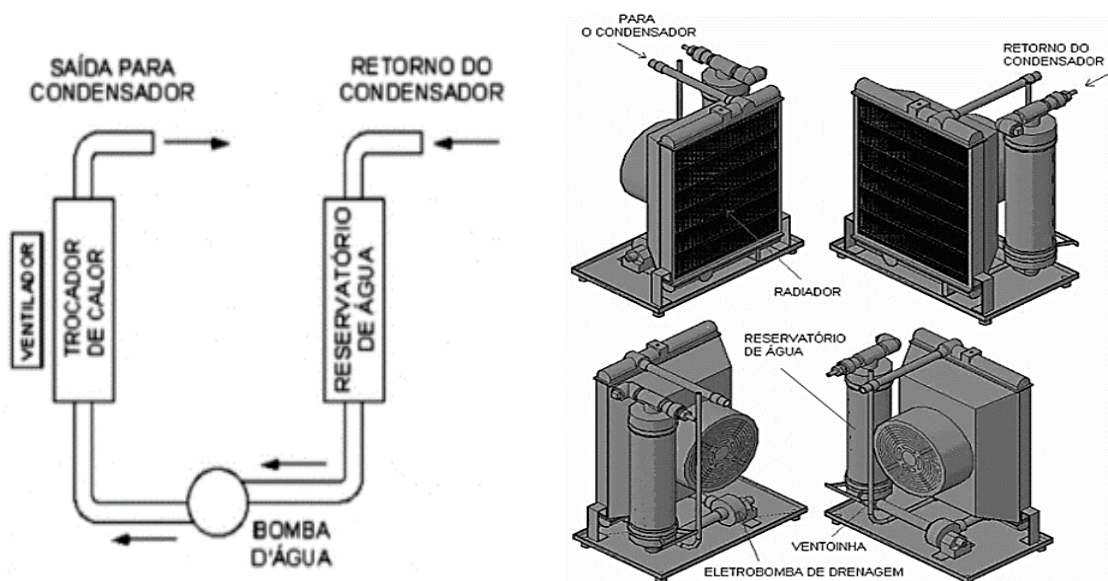
- Filtro de PP de 5 micras
- Filtro de PP de 1 micra
- Filtro de carvão ativado
- Membrana de osmose reversa
- Resina mista de troca iônica
- Filtro microbiológico 0,45/0,22 micra
- Produção máxima – 12 l/h
- Descarte médio – 30 l/h

Fonte: (MARTE CIENTÍFICA, 2022)

Figura 8 – equipamento de osmose reversa com seis estágios

O terceiro projeto foi apresentado por Assirati, Pereira e Nunes (2011), na forma de um protótipo de refrigeração acoplado ao destilador. Os autores informam que foram usados um radiador de carro, ventoinha, bomba de máquina de lavar e um pequeno reservatório de cano PVC de 4 polegadas para manter a água no sistema. O equipamento recebe a água do destilador, que passa pelo processo de refrige-

ração e devolve a água para o destilador (Figura 8). Informam que essa configuração pode ser usada com destiladores que consomem até 5.000 W, equivalendo a um equipamento que produz 5 litros de água destilada por hora. Esse é um projeto bastante interessante, apesar de ser aplicável para apenas um equipamento e haver a necessidade de ser recalculado para destiladores de maior porte.



Fonte: (ASSIRATI; PEREIRA E NUNES, 2011)

Figura 8 - Desenhos esquemáticos do princípio de funcionamento do sistema de refrigeração desenvolvido e do protótipo construído

7. Considerações finais

Caso o leitor tenha interesse em conhecer mais profundamente algum desses projetos, sugerimos que acesse os artigos ou entre em contato com os autores (assirati@usp.br; roberto@ccsdecania.ufrj.br). Se desejar saber mais sobre as outras possíveis soluções, recomendamos que acesse a pesquisa integrativa referente ao nosso estudo.

Esperamos que essas informações possam auxiliar os leitores que atuam em laboratórios em todo país, bem como sejam encorajados a se engajarem na implementação de soluções para resolver definitivamente o problema do desper-

dício de água dos equipamentos laboratoriais.

De qualquer forma, é importante esclarecer que as ações para a correção desse problema, embora possam partir de iniciativas individualizadas, precisam ser discutidas com a direção das instituições, de maneira que se tenha uma visão global e a solução seja abrangente. Isso é necessário porque os projetos demandam revisão ou manutenção periodicamente; portanto, a instituição precisa, obrigatoriamente, assumir a sua parcela de responsabilidade socioeconômica e ambiental.

8. Bibliografia

ACS GOLD. **Manual dos Destiladores de Água Tipo Pilsen - AG-PWD**. [S. l.]: ACS GOLD, 2021.

ASSIRATI, L.; PEREIRA, C. A.; NUNES, L. A. O. Sistema de refrigeração cíclico para utilização em destilador térmico. **Química Nova**, [S. l.], v. 34, n. 2, p. 344–345, 2011. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/00a-sumario34-2.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2021.

BORBA, C. de M. *et al.* Biossegurança e boas práticas laboratoriais. In: MOLINARO, E. M.; CAPUTO, L. F. G.; AMENDOEIRA, M. R. R. (org.). **Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, 2010. v. 1, p. 21–66. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/13406>. Acesso em: 21 set. 2022.

DE LEO. **Manual do Usuário - Destiladores DA2 e DA5**. [S. l.]: De Leo - Equipamentos Laboratoriais, 2021.

FANTON, A. R. **Uso eficiente da água em centros de material e esterilização de hospitais relacionados à saúde da mulher**. 2017. 124 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, SP, 2017.

FERREIRA, P. Água Invisível. 2018. **EBC**. Disponível em: https://www.ebc.com.br/especiais-agua/agua-invisivel/?fbclid=IwAR1ZQJcOwJCtZL7ufRck3J5JzEQ1NBHAKF_GHtNDhgSAoEkoYi_xVsqiRzk. Acesso em: 16 set. 2022.

MARTE CIENTÍFICA. **Manual do Usuário - Destilador de água pilsen - MB1004, MB1005, MB1010**. [S. l.]: Marte Científica, 2021.

MARTE CIENTÍFICA. **OSMOSE REVERSA PURIMARTE ORM-16F**. 2022. **Marte**

Científica - Produtos. Disponível em: <https://marte.com.br/produtos/osmose-reversa-purimarte-orm-16f/>. Acesso em: 1 out. 2022.

MORAES, A. S. de; MORAES, A. de O. **Racionalização do uso de água em instituições de ensino superior: estudo de caso do sistema de destilação da Escola de Engenharia da UFF**. 2016. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal Fluminense, Niterói - RJ, 2016.

NOVA TÉCNICA. **Manual de Instruções - Destilador de água em inox NT 422 – NT – 425 – NT 426**. [S. l.]: NOVA TÉCNICA IND.COM. EQUIPAMENTOS PARA LABORATÓRIO LTDA, 2021.

OLIVEIRA, A. S. de. **Subsídios para o gerenciamento da demanda de água em laboratórios de uma universidade fundamentados em análises de informações geográficas**. 2020. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2020.

OLIVEIRA, R. S. de; ANTUNES, J. C. O.; GOMES, L. O. P. S. Projeto de eficiência hídrica: reutilização de água descartada por destiladores. **Demandas essenciais para o avanço da engenharia sanitária e ambiental 4**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. p. 293–304. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook>. Acesso em: 28 set. 2020.

QUIMIS. Destilador de Água tipo Pilsen - Q341. 2021. **Equipamentos para pesquisa científica**. Disponível em: <https://www.quimis.com.br/produtos/detalhes/destilador-de-agua-tipo-pilsen>. Acesso em: 28 set. 2022.

QUIMIS. **Manual de Instruções - Q341 - Destilador de água tipo Pilsen**. [S. l.]: Quimis Aparelhos Científicos LTDA, 2020.

SPLABOR. Destilador de água - Como limpar esse equipamento de laboratório?

2018. **Blog SPLABOR.** Disponível em: <https://www.splabor.com.br/blog/destilador-2/como-obter-a-melhor-agua-destilada-saiba-mais/>. Acesso em: 28 set. 2022.

SPLABOR. Destilador de Água tipo Pilsen – Rendimento 10 Litros / Hora – Modelo SP10L. 2021. **Equipamentos de laboratórios.** Disponível em: <https://www.splabor.com.br/produto/destilador-de-agua-tipo-pilsen-rendimento-10-litros-hora-modelo-sp10l-splabor/>. Acesso em: 28 set. 2022.