



PROTÓTIPO DE FILTRAÇÃO APLICADO NA DEIONIZAÇÃO DA ÁGUA UTILIZANDO RESINA MISTA

ARTIGO ORIGINAL

BORGONOV, Steven de Andrade ¹, IBARRA, Gabrielle Amarilha ², NECO, Gabriel Conforti Papa ³, RODRIGUES, Rayane Vieira ⁴, BARBOSA, Hueberton ⁵, PÁDUA, Aryston Vinicius Queiroz de Almeida ⁶, SANTOS, Alexsander Saves dos ⁷

BORGONOV, Steven de Andrade. Et al. **Protótipo de filtração aplicado na deionização da água utilizando resina mista**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 05, Vol. 14, pp. 61-72. Maio de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/deionizacao-da-agua>, DOI:

10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/deionizacao-da-agua

RESUMO

Nesse trabalho foi projetado, construído e testado um protótipo de filtro deionizador para desmineralização de água bruta. O protótipo possui corpo principal de acrílico, com etapas de carvão, areia, pedra e resinas catiônica e aniônica, com uma base de madeira e um recipiente para coleta da água deionizada. Foi realizado o teste com água bruta, tendo esta, uma condutividade de $144,8 \cdot 10^{-6} \mu\text{S/cm}$ antes da filtragem, e

¹ Acadêmico em Engenharia Química.

² Acadêmico em Engenharia Química.

³ Acadêmico em Engenharia Química.

⁴ Acadêmico em Engenharia Química.

⁵ Acadêmico em Engenharia Química.

⁶ Acadêmico em Engenharia Química.

⁷ Orientador. Mestrado em Ciências Ambientais.



posteriormente de $20,15 \cdot 10^{-6} \mu\text{S/cm}$, mostrando então uma eficiência considerável do sistema. O protótipo apresentou resultados satisfatórios e atendeu ao seu propósito de criação, baseando-se em SANEPAR (2013), onde para soluções com condutividade intermediária tal como água mineralizada, potável e águas residuais, a faixa é de $10 \cdot 10^{-6} \mu\text{S/cm}$ até $2000 \cdot 10^{-6} \mu\text{S/cm}$.

Palavras-chave: Baixo custo, Filtração, Deionizador, Água.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Teruya (2012), filtração é uma técnica experimental de divisão de mesclas heterogêneas compostas de um estado sólido e um estado fluído, via de regra, um líquido. É abundantemente utilizada não só para extinguir partículas sólidas do estado fluído, mas também para segregar um sólido disperso ou retido num líquido. O processo de filtração pode ser usado, não apenas em escala de laboratório, mas também em escala industrial.

Procede tais técnicas de filtração: a filtração simples, também conhecida como comum e a filtração a vácuo.

Nas palavras de Salvador e Usberco (2006), no processo de filtração simples, realizado em laboratório, utiliza-se um papel de filtro, de formato circular, que é dobrado ao meio duas vezes, de modo a ser dividido em quatro partes. Este papel aumenta a área de superfície de filtração, agilizando o procedimento. Caso a parte de maior relevância seja o resíduo sólido que se encontra retido no papel de filtro, existe a possibilidade de dobrá-lo ainda mais. Este papel de filtro é então colocado em um funil analítico e com o auxílio de uma baqueta de vidro, a mistura é transferida. Ao passo que as partículas sólidas ficam retidas no filtro, o líquido que passa pelos poros é coletado em outro recipiente. Já no processo de filtração a vácuo, a diferença se encontra na aplicação do vácuo (baixa pressão) dentro do recipiente, o qual irá coletar

RC: 86629

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/deionizacao-da-agua>



a solução filtrada. Neste processo, devido a aplicação do vácuo, a ocorrência da sucção agiliza o procedimento.

Entre os processos de filtração é possível também a aplicação de um filtro para desmineralização ou deionização obtendo água pura. O processo desmineralizador da água é constituído na retirada dos íons (ânion e cátions) presentes na mesma, sendo assim, o procedimento é comumente denominado de deionização. Dispõe dos mesmos benefícios e aspectos da água destilada, no entanto são obtidas por outros procedimentos. Esse processo acontece com a permanência de uma resina de troca iônica composta por produtos sintéticos, anexada no final do filtro, que possibilita a purificação da água a nível químico, com transição de íons contaminantes por íons inertes à solução.

Quando colocadas na água, as resinas de troca iônica poderão liberar íons sódio ou hidrogênio (resinas catiônicas) ou hidroxila (resinas aniônicas) e captar desta mesma água, respectivamente, cátions e ânions, responsáveis por seu teor de sólidos dissolvidos, indesejáveis a muitos processos industriais (SAKAI, 2012).

A mais importante mudança da água desmineralizada para a destilada é que o primeiro procedimento de purificação não faz uso de energia. Somente são utilizadas resinas específicas que realizam uma troca iônica, surgindo assim a água purificada. Além desta há também o procedimento através de osmose reversa, no qual a filtragem não faz uso de produtos químicos e a mesma é um processo mecânico (AFONSO, 2015).

O mais importante é a qualidade final da água desmineralizada produzida e onde ela será utilizada. No caso de usinas, a água será muito utilizada em lavagens de caldeiras, enquanto em laboratórios, se aplica para lavagem final de vidrarias.

O objetivo desse trabalho foi construir um filtro deionizador utilizando resina mista e outros filtrantes e avaliar seu funcionamento para filtragem de água para consumo industrial e laboratorial.

RC: 86629

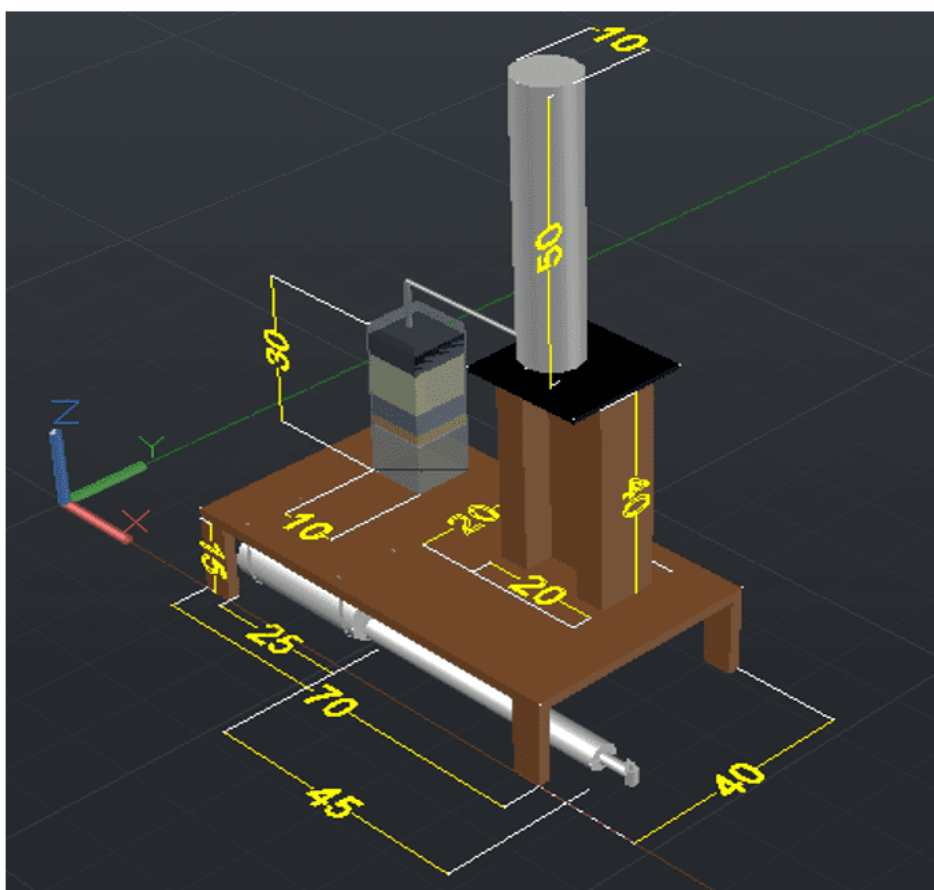
Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/deionizacao-da-agua>

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente projeto foi realizado no período de Agosto à Dezembro de 2019 na Universidade Brasil, localizada na Estrada Projetada F-1 s/n Fazenda Santa Rita, no Município de Fernandópolis-SP.

A primeira etapa foi a escolha e desenho técnico do modelo do equipamento conforme Figura 1 com escala em mm, levando em consideração a melhor produção e rendimento na filtração. O produto final foi definido em 30cm para o comprimento da coluna e largura de 10cm.

Figura 1 – Desenho técnico do projeto.



Fonte: Os autores.

RC: 86629

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/deionizacao-da-agua>



Em seguida, foi realizada a aquisição dos materiais elencados na Tabela 1. Alguns materiais como a malha da peneira, canos e plataforma de madeira foram doações da Usina Bpbunge da cidade de Ouroeste/SP e da Madeireira Lourenção localizada na cidade de Fernandópolis/SP. O intuito foi utilizar materiais de baixo custo e reaproveitáveis.

Tabela 1 - Materiais e valores.

Materiais	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Filtro acrílico 10x30 cm	1	65,00	65,00
Torneira $\frac{3}{4}$	2	4,50	9,00
Tabua madeira 70x40 cm	1	0,0	0,0
Mangueira borracha $\frac{3}{4}$	1m	2,70	2,70
Mangueira borracha $\frac{1}{2}$	1m	2,30	2,30
Cano pvc 100mm (reservatório)	20cm	8,50	8,50
Cano pvc 100mm	30cm	10,00	10,00
Cano pvc 50mm	45cm	8,00	8,00
Abraçadeira $\frac{3}{4}$ em U	2	0,55	1,10
Abraçadeira $\frac{1}{2}$ em U	2	0,55	1,10
Serra	1	0,0	0,0
Parafuso	8	0,10	0,80
Plataforma de madeira 70x40cm	1	0	0
Estilete	1	0,0	0,0
Cola silicone	1	15,00	15,00
Suporte de madeira caseiro 40x20cm	1	0,00	0,00
Tampão pvc 100mm	4	2,00	8,00
Malha de peneira 10x10cm	1	0,0	0,0
Pedra	300g	2,00	2,00

RC: 86629

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/deionizacao-da-agua>



Areia	500g	3,00	3,00
Cano pvc 50mm	1	8,00	8,00
Carvão ativado	200g	35,00	35,00
Resina iônica	500g	60,80	60,80
Total	-	-	240,30

Fonte: Os autores.

A próxima etapa foi à montagem do equipamento externo com as plataformas de madeira, na sequência, realizou-se duas perfurações de 13mm, na parte superior (entrada da água bruta) e na inferior (saída da água deionizada), no filtro acrílico que tem medida 10x10x30cm, com volume de 3L, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Montagem parte externa.



Fonte: Os autores.

RC: 86629

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/deionizacao-da-agua>



Na sequência, foi realizada a montagem da parte interna do filtro, onde efetuou-se o processo de filtragem com o propósito de retirar todos os minérios e sais contidos na água bruta, apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Montagem parte interna.



Fonte: Os autores.

RC: 86629

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/deionizacao-da-agua>

A etapa da montagem interna, segue a sequência de um filtro usual, iniciando com o carvão ativado que é um dos adsorventes mais importantes, do ponto de vista industrial, sendo utilizado para separação e purificação de misturas em fase gasosa e líquida, em seguida os filtros de areia e cascalho retiram turbidez, particulados e pequena quantidade de material emulsionado na forma coloidal ou emulsão, melhorando a cor e o sabor, posteriormente introduziu-se a resina mista que é composta de 50% resina catiônica e 50% resina aniônica, sendo esta, desenvolvida especialmente para tratamento de água em indústrias e laboratórios, são utilizadas para remoção de íons da água, após inclui-se uma camada de algodão que ajuda na remoção de sólidos da água, devido à alta superfície de contato, consequência das dimensões micrométricas dos fios e finalizou-se com uma malha de filtro para garantir uma alta eficiência do processo de filtragem.

Após o processo, a água deionizada é destinada para o próximo recipiente, sendo conduzida em tubulação de borracha, gravitacionalmente, sendo recebida em um reservatório de cano com volume de 2,45L, fazendo assim a estocagem do produto, sendo representado pela Figura 4.

Figura 4 – Processo de estocagem.



Fonte: Os autores.

RC: 86629

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/deionizacao-da-agua>



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizou-se análises de condutividade antes e depois de cada filtragem. Os resultados foram tabulados e apresentados na Tabela 2:

Tabela 2 – Valores de condutividade.

Testes	Condutividade da água bruta	Condutividade da água deionizada
1	144.8	20,15
2	164.3	17,56
3	164.3	16,21
4	164,3	16,14
5	166.1	17,25

Fonte: Os autores.

Observa-se uma redução na taxa de condutividade equivalente a 70%. O processo de troca iônica se deu, devido o emprego de resinas sintéticas, onde as mesmas retêm os sais dissolvidos na água por meio de uma reação química, liberando íons equivalentes para a solução. A água bruta a ser desmineralizada deve ser submetida a uma pré-filtragem para remoção dos sólidos em suspensão: barro, areia e outros, incluindo o cloro, sendo este, removido no início da filtragem, devido a presença do carvão ativado. Segundo Saves (2018, apud SANTOS, 2019)

É natural a saturação da resina conforme o tempo de uso, assim, é necessário que a água produzida seja monitorada frequentemente com o auxílio de um condutivímetro, permitindo determinar quando a mesma deverá ser substituída. O nível máximo de condutividade que determinará quando a resina deverá ser trocada dependerá do uso a que se destina a água purificada, sendo estabelecida pelo usuário para cada aplicação. Valores de referência são apresentados na Quadro 1.

RC: 86629

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/deionizacao-da-agua>



Quadro 1 – Valores de referência de condutividade.

Aplicação	Faixa
Para soluções com baixa condutividade de tal como água destilada, deionizada ou ultra-pura.	0,5 μs até 400 μs
Para soluções com condutividade intermediária tal como água mineralizada, potável e água residuais.	10 μs até 2000 μs
Para soluções com boa condutividade tal que água do mar, ácidos, bases e sais diluídos, soluções fisiológicas.	1000 μs até 200.000 μs

Fonte: SANEPAR, 2013.

Foram calculados a vazão do filtro utilizando a Equação 1:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Equação 1 :

onde Q é a vazão, V é o volume, e t é o tempo.

A vazão do filtro foi realizada, em que $t=49.15\text{s}$ e $V=0,003\text{m}^3$ e obteve-se $Q=6,1 \times 10^{-5} \text{m}^3/\text{s}$. Foi calculado o volume ocupado no filtro pelos materiais utilizando a Equação 2:

RC: 86629

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/deionizacao-da-agua>



Equação 2: $V = A.h$

Onde V é o volume preenchido do filtro, A é a área do filtro e h é a altura ocupada pelos componentes do filtro. O volume preenchido foi calculado tendo $A = 0,01\text{m}^2$ e $h = 0,019\text{m}$.

$V = 0,00195\text{ m}^3$.

Tabela 3 – Resultado de Cálculos

Rendimento	$\cong 72\%$
Volume do material contido no filtro	0,00195 m ³
Volume do filtro	0,003 m ³
Vazão Volumetrica	$6,1 \times 10^{-5}\text{ m}^3/\text{s}$.

Fonte: Os autores.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o rendimento do protótipo foi satisfatório, quando comparado com os resultados publicados por SANEPAR (2013). A variação dos valores obtidos no final de cada amostra, depende da água utilizada na filtração, entretanto, os resultados obtidos foram lineares durante todos os testes, mostrando assim a eficiência do sistema, uma vez que o processo pode ser realizado diversas vezes sem necessidade de reposição dos materiais.

Pressupõe-se que é possível aumentar a eficiência do protótipo, se alterado a extensão da coluna de resina, desde que se mantenha a vazão. A quantidade de resina/ tempo de retenção, são fatores cruciais para o desempenho do protótipo.

Em uma possível replicagem do filtro, diminuir o espaço vazio deixado no final da coluna, pois o mesmo serve apenas para evitar a pressão inversa.

RC: 86629

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/deionizacao-da-agua>



REFERÊNCIAS

AFONSO, Julio Carlos. Separação sólido-líquido: Centrífugas e papéis filtro. **Química Nova**, volume nº38, no.05. São Paulo, Junho de 2015

SAKAI, Suzana. Resinas trocadoras de Íons, soluções a favor do tratamento de água e efluentes. **Revista TAE**, São Paulo, edição Nº 9 - outubro/novembro de 2012 - Ano 2.

SALVADOR, Edgard e USBERCO, João. **Química, volume único**. 1ª edição. São Paulo-SP: Editora Saraiva, 2006. 672 p.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná, 2013. Disponível em: <<https://site.sanepar.com.br/>>

TERUYA, Leila Cardoso. Filtração Simples. LABIQ – Laboratório de Química e Bioquímica. Disponível em: <http://labiq.iq.usp.br/paginas_view.php?idPagina=4&idTopico=68#.YIs6H7VKjDc> Acesso em: 12 de outubro 2019.

Enviado: Fevereiro, 2021.

Aprovado: Maio, 2021.

RC: 86629

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/deionizacao-da-agua>