

TRATAMENTO DE ÁGUA POR OSMOSE REVERSA PARA USO EM HEMODIÁLISE COM ANÁLISES ESTATÍSTICAS ATRAVÉS DO SOFTWARE MINITAB.

Nicole Aparecida Martins Klimko Fraguas ¹
Marco Antônio Pereira Araújo ²
Cristiane de Souza Siqueira Pereira ³

Tratamento de água e saúde.

Resumo

A insuficiência renal é a condição na qual os rins perdem a função de filtrar o sangue eliminando as substâncias nocivas do organismo, com isso, a máquina da hemodiálise irá fazer o papel do rim doente. A hemodiálise é fundamental para pessoas que necessitam de tratamento por sofrerem de insuficiência renal. Para ser realizada a hemodiálise é extremamente importante que a água seja totalmente tratada e monitorada, passando por uma pré-etapa de purificação através de um conjunto de filtros até chegar à etapa de osmose reversa. A osmose reversa possui uma membrana capaz de impedir cargas bacteriológicas e virais, e com isso, fornece água ultrapura para tratamento de hemodiálise. O presente trabalho teve como objetivo relatar como é fundamental o acompanhamento do tratamento de água para obtenção de sua pureza, mostrando também análises estatísticas através do Software Minitab e assim, mantendo a qualidade e segurança, pois, pode haver presença de alumínio, flúor, cloro e bactérias que geram toxinas, causando riscos à saúde, seguindo a Resolução - RDC N° 33, DE 3 DE JUNHO DE 2008.

Palavras-chave: Monitoramento da água; Osmose Reversa; Análise estatística.

INTRODUÇÃO

¹Nicole Aparecida Martins Klimko Fraguas – Discente Mestrado Profissional em Ciências Ambientais - Universidade de Vassouras, nicoleklimko@gmail.com.

Prof. Dr. Marco Antônio Pereira Araújo. Docente do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais - Universidade de Vassouras, marcoaparaujo@gmail.com.

²Prof. Dr. Cristiane de Souza Siqueira Pereira. Docente do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais -

Realização

Apoio



A água é essencial para a vida, sendo um recurso natural de grande importância para vida humana, e assim, conquistar seu espaço em muitas atividades elaboradas pelo homem na indústria, agronomia, agropecuária, e até mesmo, na área hospitalar. Utilizando-se entre outros fins, como um recurso para os processos de hemodiálise.

Hemodiálise é um tratamento para pessoas que possuem insuficiência renal, ocorre uma filtração no sangue por meio de uma máquina e um dialisador fazendo o papel para um rim doente que não possa estar liberando toxinas do organismo e tudo o que for prejudicial à saúde (BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

Foi realizado análises estatísticas do cloro livre e da condutividade na entrada do tratamento da água, comparando julho de 2021 com junho de 2022, para o monitoramento da qualidade da água que chega até a central de tratamento de hemodiálise.

Uma das substâncias utilizadas para oxidar a matéria orgânica proveniente dos mananciais é o cloro, passando na rede de distribuição. Isso significa que ele elimina ou impede que bactérias, vírus e protozoários causadores de doenças, pois podem surgir e se multiplicar no percurso da estação de tratamento até as residências.

A capacidade da água de conduzir uma corrente elétrica é denominada condutividade e depende da concentração dos íons presentes na solução: cátions e ânions. Depende também da temperatura e por isso essas medidas devem estar sempre associadas. Tendo as medidas de $<280 \mu\text{S}$ e $<25 \text{ }^\circ\text{C}$.

METODOLOGIA

Para melhores evidências, foi realizada uma revisão sistemática, onde obteve-se resultados mais objetivos, visando apresentar resultados refinados de materiais já publicados.

Realização



Apoio





Contudo, foi desenvolvida uma String de busca "*filtração*" AND "*tratamento de água*" AND "*hemodiálise*" AND "*osmose reversa*" AND "*hospital*" e inserida na base de dados do Google Acadêmico.

Com isso, foram encontrados 127 resultados iniciais, através da String, em seguida foram selecionados 19 resultados filtrando a partir do título, onde foi lido os resumos e, por fim, destacaram-se 4 para a seleção final, discutidos a seguir.

Tabela 1- seleção de trabalhos.

Resultados iniciais	127 trabalhos
Resultados filtrados a partir do título	27 trabalhos
Resultados filtrados a partir do resumo	19 trabalhos
Seleção final	4

Fonte: Acervo do Autor

Atualmente, a osmose reversa é o método mais utilizado, pois ela proporciona à água natural de abastecimento público uma pureza bem elevada, retendo de 95 a 99% dos contaminantes químicos (SILVA, 2005).

O estudo realizado neste trabalho foi desenvolvido na Central de Tratamento de Água para Hemodiálise, no Hospital Universitário de Vassouras (HUV), tendo continuidade no Mestrado Profissional de Ciências Ambientais na matéria de Estatística Aplicada, na Universidade de Vassouras.

Inicialmente, a água potável que chega a estação de saúde está apropriada para o consumo humano, porém, ela pode conter cloro, metais pesados, endotoxinas, entre outros materiais indesejáveis, sendo assim, ela há de ser tratada antes de qualquer processo para poder ser usada.

O tratamento da água potável para a hemodiálise é descrito por várias etapas, a água de abastecimento começa por um pré-tratamento que passa por uma série de filtros (figura 1) para chegar até a etapa da osmose reversa e com isso, é armazenada para ser em seguida bombeada para a máquina de hemodiálise (EMBRAPA, 2001).

Realização



Apoio





Figura 1. Filtros de pré-tratamento de água no Hospital Universitário de Vassouras (HUV).



Fonte: Acervo do Autor

Em seguida, a água pré-tratada segue para a etapa de Osmose Reversa, onde a água passará por uma membrana capaz de impedir cargas bacteriológicas e virais. Fornecendo uma água ultrapura para tratamento de hemodiálise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para análise estatística, foi utilizado o Software Minitab para análises estatísticas do cloro livre e da condutividade na entrada do tratamento da água (Tabela 2), comparando julho de 2021 com junho de 2022.

Realização

Apoio



Tabela 2. Dados do estudo realizado no Hospital Universitário de Vassouras.

período	cloro livre entrada	condutividade ent osmose
01/07/202 1	0,8	116
01/07/202 1	0,8	127
01/07/202 1	1	105
01/07/202 1	1	97
01/07/202 1	1,2	95
01/07/202 1	1,2	110
01/07/202 1	1,2	125
01/07/202 1	1,2	116
01/07/202 1	1,2	108
01/07/202 1	1,2	97
01/06/202 2	1,2	106
01/06/202 2	1,2	96
01/06/202 2	1,2	139
01/06/202 2	1,2	140
01/06/202 2	1,2	106
01/06/202 2	1,2	98
01/06/202 2	1,2	129
01/06/202 2	1,2	101
01/06/202 2	1,4	136
01/06/202 2	1,5	96
01/06/202 2	1,5	98

Realização

Apoio



O monitoramento dos parâmetros do cloro livre e da condutividade na entrada do tratamento de água para hemodiálise são extremamente importantes, pois podem ocorrer variações devido alterações na qualidade da água dos mananciais ou problemas nos sistemas públicos de abastecimento, influenciando na concentração de componentes, como as oscilações das concentrações de Cloro Livre na Água.

As variações na condutividade podem indicar sérios problemas na membrana da osmose reversa, como exemplo o seu rompimento. Portanto, quanto mais pura uma água do ponto de vista físico-químico, menor será sua condutividade. Portanto, fica evidente a importância da análise estatística desse monitoramento.

1. Análise da Variável Cloro livre entrada

A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas para conjuntos de dados utilizados no estudo.

Tabela 2. Estatísticas descritivas para o conjunto de dados utilizado no estudo.

Estatísticas												
Variável	período	N	N*	Média	EP Média	DesvPad	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	
cloro livre entrada	jul/21	10	0	1,0800	0,0533	0,1687	0,8000	0,9500	1,2000	1,2000	1,2000	
	jun/22	11	0	1,2727	0,0384	0,1272	1,2000	1,2000	1,2000	1,4000	1,5000	

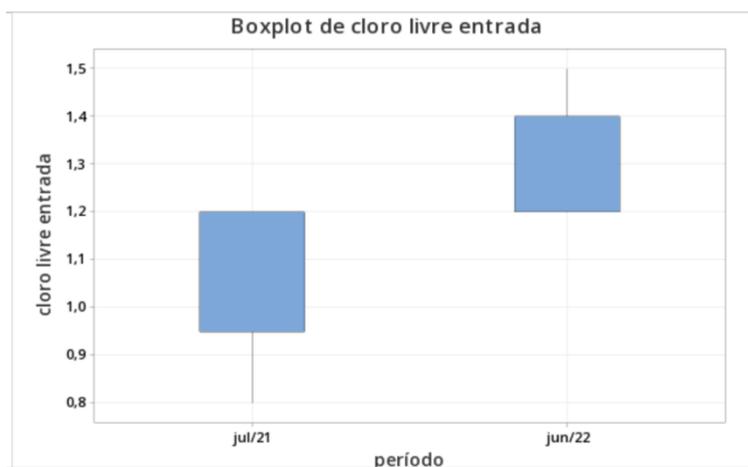
Na tabela 2 é demonstrado as médias, medianas e desvio padrão, resultando em duas médias diferentes, mas para se ter certeza, uma análise estatística torna-se necessária para avaliar o quão significativa é essa diferença.

- **BoxPlot**

O boxplot apresentado na Figura 3 está representando os valores máximos e mínimos, da mediana e dos pontos discrepantes.

Toda figura, tabela e gráfico tem que ser numerada e referenciada no parágrafo anterior.

Figura 3. Box-Plot das amostras consideradas



Para testar a normalidade dos dados utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk, uma vez que se tem menos de 50 elementos nas amostras.

- **Teste de normalidade**

H0: Dados possuem distribuição normal; H1: Dados não possuem distribuição normal

Nível de significância: 5%.

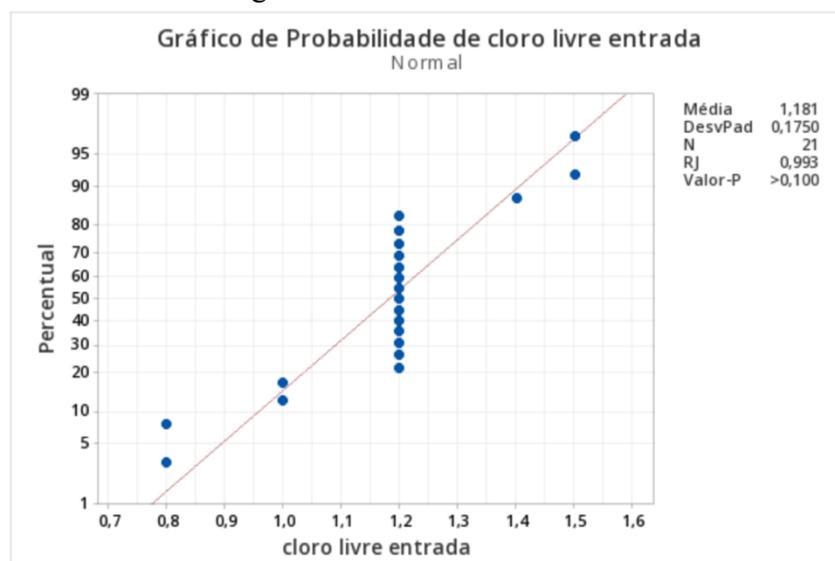
Como $p\text{-value} > 0,100$ é superior a 0,05, aceita-se a hipótese nula que os dados possuem distribuição normal (Figura 4).

Realização

Apoio



Figura 4: Teste de Normalidade



- **Teste de Igualdade de Variâncias (Homocedasticidade)**

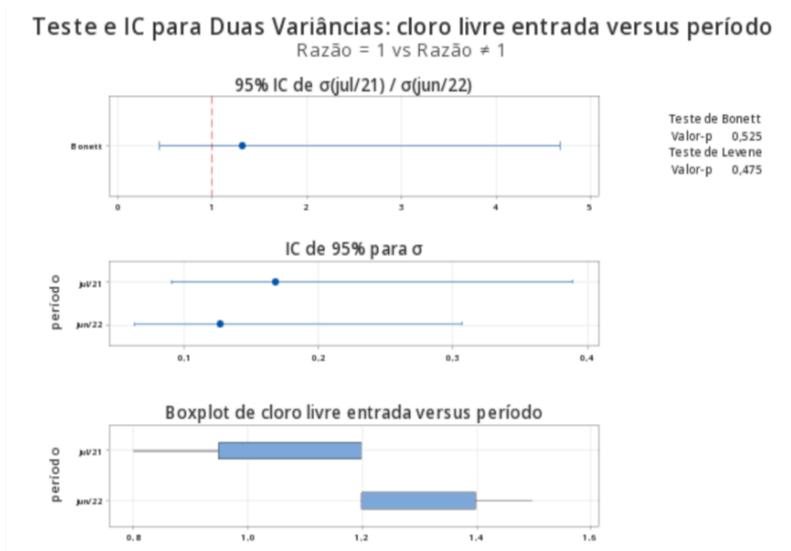
H0: Dados possuem igualdade de variâncias; H1: Dados não possuem igualdade de variâncias. Nível de significância: 5%.

Pelo Teste de Levene (Figura 5), como p-value = 0,475 é superior ao nível de significância estabelecido de 5%, aceita-se a hipótese nula de que os dados possuem igualdade de variâncias (são homocedásticos).

Realização

Apoio

Figura 5. Teste de Homocedasticidade (Igualdade de Variâncias)



Como os dados possuem uma distribuição normal e também são homocedásticos, pode-se utilizar um teste paramétrico. Caso não possuíssem uma distribuição normal ou não fossem homocedásticos, seria utilizado um teste não paramétrico.

Como utilizaremos um teste paramétrico e o delineamento experimental é de 1 fator e 2 tratamentos, será utilizado o teste T para comparação das médias dos dois grupos.

- **Comparação das médias**

Realização

Apoio



H0: médias da variável tempo são equivalentes entre julho de 2021 e junho de 2022;
H1: médias da variável tempo são equivalentes entre julho de 2021 e junho de 2022.
Nível de significância = 5%.

- **Teste t para 2 amostras**

Figura 6. Resultado do teste T para comparação das médias

Teste		
Hipótese nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótese alternativa	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
Valor-T	GL	Valor-p
-2,93	16	0,010

Como p-value = 0,010 é inferior ao nível de significância estabelecido de 5% (0,05), sendo assim, as médias não são equivalentes, ou seja, existe diferença significativa entre as médias dos dois grupos. Logo, conclui-se que em junho de 2022 teve um aumento significativo comparado com julho de 2021.

2. Análise da Variável Condutividade livre (entrada)

Foi realizado o mesmo processo com os dados de Condutividade Livre na entrada do tratamento de água no Software Minitab. No teste de normalidade resultou-se em p-value > 0,039, sendo inferior a 0,05 (nível de significância), sendo assim, aceitou-se a hipótese alternativa de que os dados não possuem distribuição normal. Portanto, não foi necessário fazer o teste de homocedasticidade e pode-se utilizar um método não paramétrico.

Realização

Apoio

Foi escolhido o teste de Mann-Whitney, onde revelou um valor-p de 0,000, ou seja, inferior ao nível de significância estabelecida de 5%, levando à aceitação da hipótese alternativa de que as médias são diferentes, dado o nível de significância considerado. Conclui-se que em junho de 2022 teve um aumento significativo comparado com julho de 2021, ficando evidente a necessidade de monitoramento da qualidade da água, pois o cloro e o auto nível de condutividade na água pode trazer danos fatais para saúde dos pacientes que farão o tratamento de hemodiálise.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos fatos mencionados, nota-se que os pacientes são submetidos a passar por riscos no tratamento de hemodiálise durante as sessões, isso acontece devido aos possíveis efeitos adversos provocados pelos elementos químicos presentes na água utilizada no seu tratamento, ficando clara a importância da qualidade da água conforme a RDC nº 154/2004 – ANVISA.

Contudo, através dos testes estatísticos realizados, revelaram que a comparação das médias foi estatisticamente diferente em comparação julho 2021 e junho 2022, isso acontece devido às alterações na qualidade da água dos mananciais ou problemas nos sistemas públicos de abastecimento.

É de extrema importância a análise estatística para monitorar a qualidade da água, pois o excesso de cloro degrada as membranas de osmose reversa, e com isso, diminui a durabilidade de filtros, aumentando os custos com devidas manutenções, além dos riscos altíssimos que pode levar aos pacientes

Conclui-se, que se o monitoramento for precário e possuir falta de infraestrutura de recursos financeiros, é imprescindível que terá uma baixa expectativa de qualidade de vida dos pacientes renais crônicos.

REFERÊNCIAS

Realização



Apoio





Almeida, A. A.; Jesus, G. P. (2016). PRINCIPAIS PROBLEMAS GERADOS DURANTE. Revista: Atualiza Saúde, p. 49. Disponível em: <<http://atualizarevista.com.br/wp-content/uploads/2016/01/Principais-problemas-gerados-durante-a-terapia-de-hemodi%C3%A1lise-associados-%C3%A0-qualidade-da-%C3%A1gua-v-3-n-3.pdf>> Acesso em: 10 julho de 2022.

DIÁRIO DA SAÚDE. Hemodiálise portátil promete liberdade para pacientes renais. Disponível em: (HEMODIÁLISE PORTÁTIL PROMETE LIBERDADE PARA PACIENTES).. Acesso em: 3 mar. 2021. FOLHA DE S. PAULO. Saiba como morreram os pacientes renais em Caruaru (PE). Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u49009.shtml>>. Acesso em: 2 mar. 2021.

EMBRAPA. **CONDUTIVIDADE** (Convênio SRH/MMA/EMBRAPA/BIRD n. 475/98) Disponível em <<https://www.cnpma.embrapa.br/projetos/ecoagua/eco/condu.html>>. Acesso em: 18 de julho de 2022.

LEME; SILVA, Ivani Lúcia; GUSTAVO, Virgílio. Recomendações para garantia da qualidade da água tratada para uso em unidades de hemodiálise:

Associação Brasileira de Centros de Diálise e Transplantes. 1. ed. [S.l.: s.n.], 2003.

MANCUSO, P.; SANTOS, H. (Ed.). Reúso de Água. Barueri, SP: Manole, 2003.

OLIVEIRA, W. E. D. E. A. Técnica de abastecimento e tratamento de água. 2. ed. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978.

PORTAL DA DIALISE. O que é Hemodiálise. Disponível em: <<https://www.portaldadialise.com/portal/o-que-e-hemodialise>>. Acesso em: 4 julho. 2022.

SARDINHAI;, D. D. S. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do rio Leme (SP). Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v.13, n. 3, p. 1-5, set./2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522008000300013. Acesso em: 9 julho. 2022.

SAÚDE SC. Sistema de Tratamento e Distribuição de Água Tratada para Hemodiálise. Disponível em: <<https://www.saude.sc.gov.br/index.php/documentos/informacoes-gerais/vigilancia-em-saude/ceciss/materiais-seminario-ceciss/ii-encontro-de-utis/palestras-2/3977-andre-luiz-lobes-sinoti-parte2/fi-le>> Acesso em: 16 julho. 2022.

SPLABOR. DIFERENÇA ENTRE DESTILADOR DE ÁGUA E DEIONIZADOR DE OSMOSE. Disponível em: <https://www.splabor.com.br/blog/deionizador-2/aprendendo-mais-descubra-qual-a-diferenca-entre-agua-destilada-e-agua-deionizada/>. Acesso em: 2 mar. 2021.

Realização

Apoio

