UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Trabalho de Conclusão de Curso

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA HEMODIÁLISE EM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO

Ana Luíza Brito e Silva

Natal/RN
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA HEMODIÁLISE EM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Biomédica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte para obtenção do título de Graduada em Engenharia Biomédica.

Graduanda: Ana Luíza Brito e Silva

Orientadora: Prof.ª Dra. Heliana Bezerra Soares

Natal/RN

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA HEMODIÁLISE EM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso:

Prof.ª Dra. Heliana Bezerra Soares _____
UFRN - Orientadora

_____
Prof.ª Dra. Caroline Dantas Vilar Wanderley
UFRN - Avaliadora Interna

_____
Prof.ª Dra. Adriana Cláudia Câmara da Silva
IFRN – Avaliadora Externa

Natal/RN

2022

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado primeiramente à Deus, que sempre esteve ao meu lado durante toda essa jornada. E à minha família, que sempre me apoiou e acreditou nos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar comigo em todos os momentos dessa graduação, não me deixando desistir quando surgiram alguns obstáculos e a Nossa Senhora por também me amparar em momentos difíceis durante o curso.

Aos meus amados pais por serem a minha fortaleza, sempre me dando amor, carinho, atenção e nos momentos de angústia, me fazendo acreditar que tudo daria certo no final. Aos meus amados irmãos por colaborarem de alguma forma com os meus momentos de estudo e me deram forças para continuar.

A minha professora e orientadora Heliana que esteve presente na minha formação desde o início do curso, tive a grande oportunidade de fazer parte do grupo de bolsistas do Laboratório de Sinais e Imagens Médicas (LabSIM), o qual foi fundamental para a minha experiência na área de pesquisa acadêmica. Obrigada por sempre me aconselhar durante essa jornada, por todo o apoio e colaboração recebido nessa reta final.

A equipe de PLE da Escola de Ciências e Tecnologia, pela participação da monitoria nas disciplinas, essa experiência foi bastante enriquecedora para a minha formação acadêmica. Aos meus professores pelas aulas incríveis que me fizeram gostar ainda mais do curso de Engenharia Biomédica.

Agradeço aos amigos que fiz no decorrer do curso, em especial Bárbara, Júlia e Thiago que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, assistindo às aulas, estudando juntos e apresentando seminários, tornando a caminhada mais leve.

Agradeço também a equipe do estágio no Hospital Universitário Onofre Lopes que foi fundamental para o desenvolvimento do meu Trabalho de Conclusão de Curso, em especial Joanny, Charles, Thassius, Renan e Wagner, obrigada por todos os ensinamentos, foi uma experiência ímpar na minha vida.

EPÍGRAFE

"Para tudo há uma ocasião, há um tempo certo para cada propósito debaixo do céu." (Eclesiastes, 3:1).

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS ..... **VIII**

LISTA DE TABELAS ..... **IX**

LISTA DE EQUAÇÕES ..... **X**

LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS ..... **XI**

RESUMO ..... **XII**

ABSTRACT ..... **XIII**

1. INTRODUÇÃO **1**

1.1. OBJETIVOS 2

1.1.1. OBJETIVO GERAL *2*

1.1.2. OBEJITOS ESPECÍFICOS *3*

1.2. ESTADO DA ARTE 3

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO 5

2. ENGENHARIA CLÍNICA **6**

2.1. HISTÓRICO DA ENGENHARIA CLÍNICA 6

2.1.1. ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL *7*

2.2. HEMODIÁLISE 8

2.3. PORTARIA DO PADRÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA 10

2.3.1. PORTARIAS UTILIZADAS NA HEMODIÁLISE DO HUOL *10*

2.4. SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA HEMODIÁLISE (STDAH) 12

2.5. CONTROLE DE QUALIDADE 20

3. PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO (POP) **22**

3.1. ETAPAS DO POP NO STDAH DO HUOL 23

4. CONCLUSÕES **28**

4.1. TRABALHOS FUTUROS 29

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **30**

APÊNDICE A – PLANILHA DE CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO HUOL **33**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama ilustrando as interações do Engenheiro Clínico em um ambiente hospitalar.....6
Figura 2. Procedimento de hemodiálise.....8
Figura 3. Esquema simplificado do processo de hemodiálise.....9
Figura 4. Filtro de areia na sala de tratamento.....13
Figura 5. Filtro de resina da sala de tratamento.....14
Figura 6. Tanque de sal da sala de tratamento.....14
Figura 7. Filtro de carvão da sala de tratamento.....15
Figura 8. Filtro de polipropileno da sala de tratamento.....16
Figura 9. Máquina de osmose reversa de passo 1.....17
Figura 10. Máquina de osmose reversa de passo 2.....17
Figura 11. Sistema de osmose reversa de dois passos da sala de tratamento.....18
Figura 12. Tanque de água tratada na sala de tratamento.....18
Figura 13. Gerador de ozônio da sala de tratamento.....19
Figura 14. Lâmpada UV do sistema de tratamento.....19
Figura 15. Membranas da osmose reversa de passo 1.....20
Figura 16. Fluxograma do STDAH do HUOL.....24
Figura 17. (a) Gráfico do cloro em agosto e (b) Gráfico do cloro em setembro..... 26
Figura 18. (a) Gráfico do cloro em outubro e (b) Gráfico do cloro em novembro.....26
Figura 19. (a) Gráfico da condutividade da água em agosto e (b) Gráfico da condutividade da água em setembro.....27
Figura 20. (a) Gráfico da condutividade da água em outubro e (b) Gráfico da condutividade da água em novembro.....27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Procedimentos de Manutenção do STDAH.....11
Tabela 2. Principais problemas dos filtros de areia.....13
Tabela 3. Principais problemas dos filtros de resina.....15
Tabela 4. Principais problemas dos filtros de carvão ativado.....16
Tabela 5: Índice de rejeição para os principais íons presentes na água.....21

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Reação das moléculas de oxigênio para formação do ozônio.....19
Equação 2. Cálculo do índice de rejeição baseado na condutividade.....20
Equação 3. Cálculo do índice de rejeição baseado no íon cloreto.....21
Equação 4. Cálculo do Índice de Recuperação (Ir).....21

LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

EC - Engenharia Clínica

EMH - Equipamentos médicos hospitalares

Ebserh - Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares

HUOL - Hospital Universitário Onofre Lopes

MCI - Manutenção Corretiva Interna

SBN - Sociedade Brasileira de Nefrologia

FAV - fístula arteriovenosa

POP - Procedimento Operacional Padrão

DM - Diálise móvel

RDC - Resolução da Diretoria Colegiada

NBR - Norma Brasileira

IEC - *International Electrotechnical Commission*

Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

STDAH - Sistema de tratamento e distribuição de água para hemodiálise

CAERN - Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte

SILVA, Ana Luíza Brito. **Desenvolvimento do Procedimento Operacional Padrão de tratamento de água para hemodiálise no Hospital Universitário**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 49p., 2022.

RESUMO

Em uma organização que possui como principal atividade a prestação de serviços de saúde, a padronização em suas práticas se torna indispensáveis para a garantir qualidade nos procedimentos, destacando o tratamento de hemodiálise. A hemodiálise necessita de um alto padrão de qualidade da água, para evitar contaminações nos pacientes, exigindo um sistema de tratamento de água eficaz. Seguindo as normas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), o sistema de tratamento passa por testes da qualidade de água realizados pelos técnicos responsáveis, com a função de deixar a água com o maior padrão de qualidade para ser utilizada na sala de tratamento de hemodiálise. Com o intuito de direcionar os técnicos e profissionais da saúde nos procedimentos necessários para a padronização do sistema, este trabalho apresentou o desenvolvimento de um Procedimento Operacional Padrão (POP) para nivelar e minimizar a ocorrência de desvios na execução das etapas de tratamento da água no Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL). As fases para realização deste POP foram analisadas em um período de 4 meses, onde foi cumprido o tempo de estágio obrigatório do curso. Todas as etapas necessárias realizadas pelas empresas responsáveis pelo procedimento são descritas no POP de forma objetiva, auxiliando em cada fase como: recebimento do carvão, o deslocamento dos tanques dos filtros de areia, resina e carvão, substituição das mantas de proteção, medição do cloro e outras características da água. Os resultados apresentados foram analisados com base nas coletas das amostras da água realizadas durante 4 meses de 2021.

Palavras-chave: Hemodiálise, sistema de tratamento e distribuição de água, procedimento operacional padrão, filtro de areia, resina, carvão.

SILVA, Ana Luíza Brito e Silva. **Standard Operating Procedure of Water Treating System for Hemodialysis at University Hospital.** Conclusion Work Project, Biomedical Engineering Bachelor Degree, Federal University of Rio Grande do Norte, 49p., 2022.

ABSTRACT

In an organization where the main activity is the provision of health service, standardization and its practices are essential to guarantee quality in procedures, highlighting hemodialysis treatment. Hemodialysis requires a high-water quality in order to avoid contamination in patients, requiring an effective water treatment system. Following established rules by Brazilian Health Regulatory Agency (Anvisa), the water quality from the treatment system is tested by technicians in charge, getting the highest water quality to be used in a hemodialysis treatment room. In order to guide technicians and health professionals about necessary procedures to standardize the system, this research presented the development of a Standard Operating Procedure (SOP) in order to level and minimize occurrences of bad executions of water treatment steps at University Hospital Onofre Lopes. The phases for carrying out this SOP were analyzed during a period of 4 months, which the mandatory internship period of the course was completed. All the necessary steps carried out by companies in charge of the procedure are objectively described in the SOP, helping in each phase such as: receiving coal, moving sand, resin and coal filter tanks, protective blanket replacement, chlorine and other water features measurement. The results presented were analyzed by collecting water samples carried out during four months in 2021.

Keywords: Hemodialysis, water treatment and distribution system, standard operating procedure, sand, resin, coal filter.

1. INTRODUÇÃO

A Engenharia Clínica (EC) surgiu em 10 de janeiro de 1942, de um curso de manutenção de equipamentos médicos, oferecido pelas forças armadas dos Estados Unidos, propondo a fundação de uma escola de manutenção de equipamentos médicos do exército, na cidade de Denver, Colorado. (GORDON,1990)

No Brasil, em 1991, seis engenheiros brasileiros participaram da primeira oficina avançada de Engenharia Clínica em Washington, D.C. (BRONZINO, 2004). Dessa forma, a EC foi definida como uma área de conhecimento da engenharia biomédica, focada na gestão de tecnologias em saúde, como os equipamentos médicos hospitalares (EMH). Na Rede da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (Ebserh), a EC tem a responsabilidade de aplicar e desenvolver conceitos da engenharia no planejamento, compra dos equipamentos, processos de manutenção preventiva e entre outras atividades, as quais são desenvolvidas no Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL).

O HUOL passou a ter o setor de EC, sendo responsável na elaboração do Plano de Manutenção do Parque Tecnológico do hospital, juntamente com a Ebserh. Com isso, dentro desse Plano de Manutenção, foi incluído o processo de Manutenção Corretiva Interna (MCI), apresentando uma alta demanda de serviço, devido a operacionalização de EMHs na assistência de saúde aos pacientes. Contudo, tendem a apresentar alguma falha, quebra de algum componente do equipamento, ou precisar de manutenção corretiva.

A Sociedade Brasileira de Nefrologia (SBN) (2018) definiu a hemodiálise como um procedimento no qual uma máquina vai filtrar e limpar o sangue, realizando uma parte do processo que o rim doente não pode fazer. O equipamento retira do corpo os resíduos prejudiciais à saúde, como a quantidade de sal e líquidos. Além disso, também controla a pressão arterial e ajuda o organismo a manter o equilíbrio de substâncias como sódio, potássio, ureia e creatina.

O processo acontece através da filtração do sangue, sendo retirado aos poucos do organismo, por meio de um cateter inserido numa veia e pode ser feita pela função da fístula arteriovenosa (FAV), para depois ser impulsionado por uma bomba até o filtro de diálise, ou dialisador.

O dialisador criado em um tubo tem forma de cilindro, foi dividido em duas partes: a câmara interna possui um grande número de microtubos capilares constituídos com um

material sintético semi-permeável, a membrana, dentro dos quais o sangue flui. Sendo a outra parte, a câmara externa vai receber parte da solução de diálise, ou dialisato, facilitando o contato com o sangue que flui em direção contrária na parte interna das membranas. Depois de passar pelo dialisador, o sangue retorna ao corpo do paciente por outra linha de dutos (SALES, 2016)

As águas distribuídas pelas redes públicas de abastecimento, incluindo as recebidas pelas clínicas de hemodiálise e nos hospitais, são geralmente potáveis. Contudo, mesmo nessa condição, apesar de estar garantida a ingestão sem consequências danosas à saúde, do ponto de vista da utilização no tratamento de hemodiálise foi considerada insegura e inadequada (SALES, 2016).

A água potável contém cloro livre, sais dissolvidos, íons de alumínio e de vários metais, microrganismos, matéria orgânica originada por biofilmes e entre outros. Além disso, outro fato importante, são que todos os compostos químicos de baixo peso molecular existentes na água, têm acesso direto à corrente sanguínea do paciente, podendo causar efeitos nocivos. Por esse motivo deve ser enfatizada a importância do tratamento da água utilizada na diálise, para manter elevado o nível de pureza da água (SALES, 2016).

Com base no exposto acima, esse trabalho tem o intuito de auxiliar os especialistas na análise e verificação da qualidade da água para utilização em pacientes que precisam fazer hemodiálise. Dessa forma, foi desenvolvido um Procedimento Operacional Padrão (POP) para ajudar no processo de tratamento da água, além de seguir os padrões determinados pelas normas técnicas: Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 11, de 13 de março de 2014 e a GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, e a utilização de *kits* de reagentes para verificação dos parâmetros da água (VILHENA, 2017).

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um Procedimento Operacional Padrão (POP) para auxiliar nas etapas do processo do sistema de tratamento de água para hemodiálise no Hospital Universitário Onofre Lopes.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar sobre as resoluções do tratamento de água nos hospitais;
- Compreender as normas que regulamentam a qualidade e o consumo de água para hemodiálise no HUOL;
- Entender o processo de hemodiálise nos pacientes;
- Explicar o funcionamento do tratamento de água no HUOL;
- Mostrar a importância da engenharia clínica na gestão hospitalar;
- Modelar o POP para o sistema de tratamento e distribuição de água para hemodiálise (STDAH) do HUOL;
- Aplicar o POP desenvolvido;
- Fazer uma comparação estatística com os dados coletados;

1.2. ESTADO DA ARTE

Silva e Teixeira (2011) mostraram que a água utilizada para tratamento hemodialítico exerce uma função primordial na osmose reversa, uma vez que 95% de toda solução que faz a limpeza do sangue foi constituída de água. O estudo demonstra a metodologia aplicada para a reutilização da água de rejeito do tratamento de água para hemodiálise por osmose reversa em descargas de vasos sanitários, pertencente a um serviço de diálise que funciona dentro de um hospital de médio porte do interior do estado de São Paulo. No que se refere ao estudo para reutilização da água do rejeito da osmose reversa do primeiro passo, foi possível constatar que 40% da água consumida no sistema de tratamento foi rejeitada, o que significa que até a implantação do sistema de reuso, aproximadamente 198 m^3 de água eram desprezadas no esgoto mensalmente.

Vasconcelos (2012), realizou um estudo de caso exploratório com abordagem qualitativa. O estudo foi realizado numa clínica especializada no processo dialítico, situada no município de Recife – PE. A avaliação foi feita através de um instrumento que permite verificar com facilidade, a segurança da água de diálise associada ao uso de ferramentas de avaliação e gerenciamento de riscos aplicados de forma sistemática e abrangente. Os resultados das análises comprovam a efetividade dos procedimentos de limpeza e desinfecção, além disso, determinam a origem da contaminação durante o processo de diálise, verificam as condições ótimas de armazenamento e transporte da água utilizada para

alimentar o sistema. Portanto, todos os parâmetros devem ser analisados continuamente para que a água para hemodiálise não ofereça riscos à segurança dos pacientes e assim obter a qualidade requerida para essa modalidade de tratamento.

Jesus e Almeida (2016) apresentaram que o tratamento dialítico modificou o prognóstico dos pacientes com insuficiência renal crônica, sendo também responsável por complicações, cuja intensidade e frequência são cada vez mais relatadas (BUGNO et al., 2007). Dentre as patologias ou danos aos sistemas fisiológicos relacionados à exposição aos contaminantes da água, as mais frequentemente encontradas foram: danos no sistema cardíaco e vascular, neoplasias malignas, danos ao sistema renal e patologias do sistema nervoso. Garantir e manter a qualidade da água usada nos procedimentos de hemodiálise reduz a morbidade e internações e, consequentemente, melhora a qualidade de vida do paciente renal crônico.

Tomaz (2018), destacou a importância de se reutilizar a água descartada pelos tanques de tratamento de água nos próprios sistemas de hemodiálise. Através de uma proposição de reuso da água oriunda do processo de tanque do tratamento da água do sistema de hemodiálise de um hospital da cidade de Juiz de Fora, puderam verificar os aspectos da qualidade da água de descarte do processo, como também constatado que essa água foi tratada e pode ser usada para diversos fins. Nesse sentido, foi possível analisar também a economia de água e como consequência, a economia financeira para o hospital

Rodrigues (2019) descreveu em seu estudo de caso realizado em uma clínica de hemodiálise para analisar a água tratada na clínica, conforme exige a legislação regulamentadora. O trabalho buscou abranger a importância do tratamento de água em clínicas, desde a chegada da água na clínica até o momento em que foi realizado o contato com o paciente em tratamento. Sendo possível identificar todas as patologias prováveis de acontecer com os pacientes. Além disso, destaca a importância da manutenção da qualidade da água utilizada no tratamento mecânico da hemodiálise.

Em Ferreira et al. (2020) mostraram que a água para hemodiálise, quando tratada de forma inadequada, coloca em risco a vida e a segurança dos pacientes com insuficiência renal. Com isso, a garantia da qualidade da água para hemodiálise depende da escolha do sistema de tratamento e da manutenção dos componentes. Tomando como base inúmeros estudos, foi possível verificar que no processo de purificação, aproximadamente 40% da água era descartada. Analisando o uso racional dos recursos hídricos, foi estudado o risco de contaminação e o reuso da água se tornou inviável durante a purificação para hemodiálise.

Além disso, as análises físico-químicas são instrumentos fundamentais para o monitoramento da água utilizada para diálise e para avaliação do desempenho das membranas de osmose reversa, o monitoramento deve ser realizado periodicamente.

Com base em Jesus et al. (2021), foi monitorada a qualidade da água nos serviços de diálise móvel (DM) de 36 hospitais com tratamento intensivo no município do Rio de Janeiro. Nos ensaios microbiológicos, das 108 amostras, 30% apresentaram contagem de bactérias heterotróficas acima dos limites preconizados pela RDC 11/2014. A falta de uma legislação específica para o monitoramento da DM prejudica a fiscalização sanitária na realização do controle periódico, não possuindo a mesma eficiência do procedimento de hemodiálise convencional, regulamentado pela RDC 11/2014.

Bentes e Meschede (2021) pesquisaram a qualidade da água utilizada em serviços de hemodiálise antes e depois de passar pelo sistema de tratamento em uma cidade do Pará. Com os parâmetros analisados, a qualidade da água foi satisfatória, exceto em um serviço de hemodiálise, pois apresentou bactérias heterotróficas. Os resultados deste estudo mostraram índices aceitáveis para contagem das bactérias heterotróficas, contudo, foi necessário adotar medidas de intervenção de maneira preventiva. Dessa forma, a literatura permite relacionar os contaminantes da água de hemodiálise com efeitos adversos do procedimento aos pacientes. Assim, surgiu a importância da inspeção regular da água para a saúde pública e a eficácia dos sistemas de tratamento.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo introduz o tema, a justificativa dos problemas e os objetivos gerais e específicos do trabalho. Na seção 2 envolve os conceitos sobre a Engenharia Clínica, o seu histórico global e como surgiu no Brasil, conceito da hemodiálise, as portarias utilizadas pelo tratamento de hemodiálise no HUOL, também foi abordado o funcionamento do sistema de tratamento de água e o controle de qualidade. Na seção 3 descreve o Procedimento Operacional Padrão (POP), detalhando todo o seu desenvolvimento para ser aplicado no STDAH do HUOL. Na seção 4 expõe as considerações finais, conclusões e perspectivas de trabalhos futuros.

2. ENGENHARIA CLÍNICA

2.1. HISTÓRICO DA ENGENHARIA CLÍNICA

Em meados da década de 1970, a Engenharia Clínica nos Estados Unidos começou a ser expandida. Nessa época, o setor de administração dos Hospitais dos Veteranos (*Veterans Health Administration*) percebeu a importância dos engenheiros clínicos na otimização dos sistemas hospitalares. Foram estabelecidos departamentos de Engenharia Clínica em todo o país, principalmente em grandes centros médicos. Dessa forma, houve um aumento na contratação de profissionais da área para auxiliar no manuseio das tecnologias existentes e implementar as mais recentes (BRONZINO, 2003).

A partir disso, com a presença dos engenheiros clínicos nos hospitais, identificaram diversos problemas nos equipamentos. Por meio das inspeções, foram notadas falhas na segurança elétrica, derramamento de líquidos e objetos quebrados. Além disso, as manutenções não eram realizadas de forma correta e determinados equipamentos não estavam operando de acordo com o manual do fabricante. Os setores da Engenharia Clínica se tornaram fundamentais na realização das manutenções e suporte de todos os equipamentos médicos. Sendo responsáveis pelos dispositivos biomédicos e os treinamentos dos profissionais da saúde para o uso correto dos equipamentos (TERRA et al., 2014).

Atualmente, os profissionais da Engenharia Clínica prestam serviços à saúde e atuam em equipes multidisciplinares (Figura 1). Nesta área, o engenheiro deve contribuir e auxiliar no uso dos equipamentos pelos profissionais da saúde, administração hospitalar e de empresas terceirizadas que prestam serviços ao hospital. Logo, devem garantir que todos os equipamentos estejam funcionando de maneira correta e, ajudar na redução dos custos (TERRA et al., 2014).

Figura 1. Interações do Engenheiro Clínico em um ambiente hospitalar.

Fonte: Adaptado de Bronzino (2004).

2.1.1. ENGENHARIA CLÍNICA NO BRASIL

A saúde pública do Brasil está integrada ao Sistema Único de Saúde (SUS). Contudo, sabemos que esse sistema possui falhas de implementação. Podemos citar um problema como a falta de políticas para o planejamento e administração dos equipamentos médicos (CALIL; TEIXEIRA, 1998).

Nos anos 1980 e 1990, as autoridades sanitárias notaram esses problemas no SUS e iniciaram um debate sobre o planejamento e administração dos equipamentos médicos. As autoridades brasileiras entenderam que a falta de engenheiros clínicos era um grave problema para o funcionamento adequado do sistema (TERRA et al., 2014).

Em 1993 e 1994, algumas universidades federais e estaduais iniciaram cursos para formar engenheiros clínicos no Brasil, também realizaram programas de Mestrado e Doutorado em Engenharia Biomédica. Além disso, as primeiras normas nacionais de segurança foram aprovadas, a NBR IEC 601-1 e NBR IEC 601-2, para equipamentos eletromédicos. Essas normas possuem prescrições gerais para segurança, facilitando a interpretação, aplicação e identificou aspectos adicionais de segurança que não foram abordados previamente (SOUZA et al., 2012).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), uma agência reguladora associada ao Ministério da Saúde. Desde a sua fundação, a Anvisa iniciou um programa de treinamento de agentes especializados em vigilância sanitária para trabalhar na área dos equipamentos eletromédicos. Em 2010, a Diretoria Colegiada da Anvisa adotou a Resolução Nº 2, de 25 de janeiro de 2010 que fala sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde, com o objetivo de

> Art. 2º Este regulamento possui o objetivo de estabelecer os critérios mínimos, a serem seguidos pelos estabelecimentos de saúde, para o gerenciamento de tecnologias em saúde utilizadas na prestação de serviços de saúde, de modo a garantir a sua rastreabilidade, qualidade, eficácia, efetividade e segurança e, no que couber, desempenho, desde a entrada no estabelecimento de saúde até seu destino final, incluindo o planejamento dos recursos físicos, materiais e humanos, bem como, da capacitação dos profissionais envolvidos no processo destes.

Portanto, a presença dos engenheiros clínicos nos hospitais e clínicas melhorou consideravelmente a saúde brasileira. Os profissionais trabalham com médicos, enfermeiros

e administradores, mostrando mudanças significativas para o país, vinculada ao avanço tecnológico dos equipamentos médicos e o seu uso adequado.

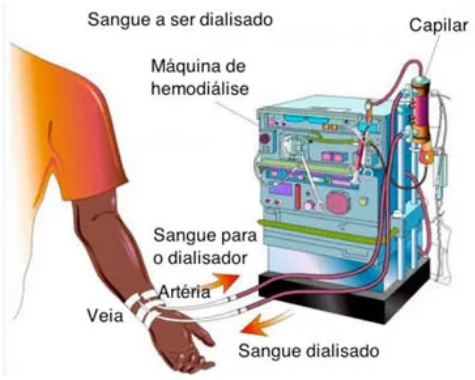
2.2. HEMODIÁLISE

O procedimento de diálise foi realizado por meio da filtração do sangue, sendo retirado aos poucos do organismo através de uma agulha especial para a punção da fístula arteriovenosa (FAV). FAV uma ligação entre uma pequena artéria e uma pequena veia, com o objetivo de tornar a veia mais grossa e resistente para que as punções possam ocorrer sem complicações. Para isto, o cirurgião vascular faz uma pequena cirurgia no braço ou na perna e com anestesia local para colocar a fístula, de preferência 2 a 3 meses antes de iniciar o processo de hemodiálise do paciente (SBN, 2018).

Esse procedimento também pode ser realizado através de um cateter inserido em uma veia do pescoço, tórax ou virilha, com anestesia local. Podemos considerar o cateter como uma alternativa temporária para os pacientes que ainda não têm fístula, mas precisam iniciar a diálise. Os principais problemas relacionados ao uso do cateter são a obstrução e a infecção, sendo necessária a retirada desse implante para substituir por um novo cateter para que as sessões possam continuar (SBN, 2018).

Dessa forma, a hemodiálise possui um procedimento executado através do dialisador que limpa e filtra o sangue, ou seja, realiza a função do rim. O dialisador, constituído por um tubo que possui microtubos capilares em sua parte interna, compostos por material sintético semipermeável, que são as membranas por onde vai ocorrer a passagem do sangue. Na parte externa dos capilares, uma solução de íons dissolvidos em água tratada vai fluir no sentido oposto ao do sangue. Depois desse processo, o sangue retorna para o corpo do paciente, como mostrado na Figura 2 (SALES, 2016).

Figura 2. Procedimento de hemodiálise.



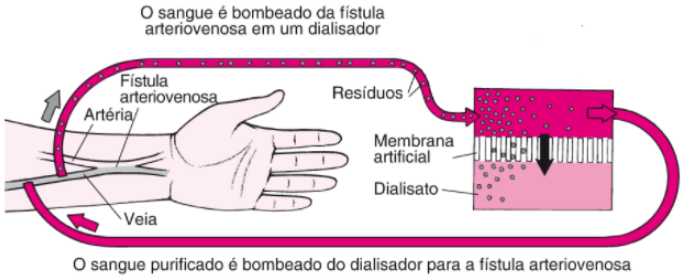
Fonte: adaptado de Biblioteca Virtual em Saúde.

O dialisador pode ser chamado de filtro ou capilar, apresentando uma forma de cilindro e sendo dividido em duas partes (SALES, 2016):

- Parte interna: onde estão localizadas as membranas capilares semipermeáveis por onde circula o sangue do paciente;
- Parte externa: recebe a solução de íons dissolvidos em água tratada, facilitando o contato com o sangue que flui em direção oposta na parte interna das membranas capilares semipermeáveis.

Esse procedimento libera do corpo os resíduos prejudiciais à saúde, como os sais tóxicos e excesso de líquidos. Nesse processo, o sangue deve sair do corpo, atravessar o dialisador e retornar ao organismo, conforme a Figura 3 (SALES, 2016).

Figura 3. Esquema simplificado do processo de hemodiálise.



Fonte: adaptado de HECHANOVA, 2018.

O tempo do procedimento vai mudar com base no quadro de cada paciente, podendo variar entre 3 e 5 horas em cada sessão e pode ser feita 2, 3, 4 vezes por semana ou até mesmo diariamente, de acordo com a prescrição do médico nefrologista. Para garantir que a diálise esteja adequada, o médico nefrologista faz revisões mensais e solicita exames laboratoriais. Se a diálise não estiver adequada, ajustes serão feitos para obter o desempenho esperado (SÍRIO LIBANÊS, 2019).

Alguns pacientes podem apresentar efeitos colaterais como queda de pressão arterial, câimbras e dores de cabeça, por isso, as sessões devem ser feitas na presença de um médico e da equipe de enfermagem. Na maioria das vezes, esses sintomas ocorrem devido a grande quantidade de líquido que precisa ser removida do paciente na sessão de hemodiálise. Assim, os pacientes devem seguir as recomendações médicas e evitarem o ganho de peso excessivo entre os dias das sessões para que não ocorra nenhuma intercorrência (BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE, 2019).

2.3. PORTARIA DO PADRÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA

A Portaria nº 518, de 25 de março de 2004 determina os procedimentos e responsabilidades relacionados ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

No capítulo V dos planos de amostragem, é importante destacar os seguintes pontos.

> Art. 18. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água devem elaborar e aprovar, junto à autoridade de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema, respeitando os planos mínimos de amostragem expressos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

> § 5º Sempre que o número de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, exceder 20.000 células/ml (2 mm^3/L de biovolume), durante o monitoramento que trata o § 1º do artigo 19, será exigida a análise semanal de cianotoxinas na água na saída do tratamento e nas entradas (hidrômetros) das clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis, sendo que esta análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos.

2.3.1. PORTARIAS UTILIZADAS NA HEMODIÁLISE DO HUOL

No HUOL, utilizam a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 11, de 13 de março de 2014, sendo a principal portaria para o serviço de hemodiálise. Esta resolução possui o objetivo de estabelecer os requisitos de boas práticas de funcionamento para os serviços de diálise. Podemos destacar alguns pontos desta resolução:

> Seção VIII Da Qualidade da Água Art. 45. A água de abastecimento do serviço de diálise deve ter o seu padrão de potabilidade em conformidade com a normatização vigente (RDC nº 11, 2014).
>
> Seção IX Das Análises Microbiológicas do Dialisato Art. 58. Deve ser feita análise microbiológica mensal de uma amostra da solução de diálise (dialisato) colhida da máquina de diálise, imediatamente antes do dialisador, no final da sessão. O valor do parâmetro máximo

permitido é de 200 (duzentos) UFC/ml e o nível de ação é de 50 (cinquenta) UFC/ml (RDC nº 11, 2014).

Art. 49. A água tratada pelo STDAH deve apresentar um padrão de qualidade conforme estabelecido no Quadro II do Anexo desta Resolução (RDC nº 11, 2014).

Art. 56. Os procedimentos de manutenção previstos no Quadro III (Tabela 1) do Anexo desta Resolução devem ser realizados e registrados na frequência indicada e sempre que for verificada a não conformidade com os padrões estabelecidos para a água para hemodiálise (RDC nº 11, 2014).

Art. 57. A manutenção, limpeza e desinfecção do STDAH devem ser realizadas conforme definido no plano de gerenciamento de tecnologias em saúde (RDC nº 11, 2014).

Tabela 1. Procedimentos de Manutenção do STDAH adaptado do Quadro III.

PROCEDIMENTOS	FREQUÊNCIA
Limpeza do reservatório de água potável	Semestral
Controle bacteriológico do reservatório de água potável	Mensal
Limpeza e desinfecção do reservatório e da rede de distribuição de água para hemodiálise	Mensal

Fonte: adaptado de RDC Nº 11, 2014.

Outra portaria, GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, sobre água potável destinada ao tratamento de hemodiálise, utilizada no STDAH do HUOL. Podemos destacar alguns pontos

Art. 1º Esta Portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, na forma do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017 (GM/MS Nº 888, 2021).

Seção VI – Do responsável pela distribuição e transporte de água potável por meio de carro-pipa (GM/MS Nº 888, 2021).

VI – Manter o teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L (GM/MS Nº 888, 2021).

> § 9º Quando detectada a presença de cianotoxinas na água tratada, na saída do tratamento, será obrigatória a comunicação imediata à autoridade de saúde pública, às clínicas de hemodiálise e às indústrias de injetáveis (GM/MS Nº 888, 2021).

2.4. SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA HEMODIÁLISE (STDAH)

A etapa principal, denominada purificação, do processo de tratamento de água para hemodiálise, reduz drasticamente a concentração das substâncias dissolvidas, tanto orgânica quanto inorgânica, a níveis seguros para a realização da terapia dialítica (SALES, 2016).

No HUOL, o STDAH possui duas fases, o pré-tratamento e a osmose reversa. Muitos sistemas de purificação atualmente instalados utilizam membranas de separação por osmose reversa. Para possibilitar o controle operacional da unidade de purificação, são incluídos acessórios como filtros de cartuchos, rotâmetros, manômetros, válvulas, condutivímetros e entre outros (SALES, 2016).

O processo inicia com o abastecimento de água, realizado pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), que chega na caixa de água da unidade de tratamento. Depois disso, tem uma bomba responsável por pressurizar essa água para a primeira fase, o pré-tratamento, com a função de melhorar a qualidade da água fornecida pela CAERN, para preservar as membranas que estarão na segunda fase do tratamento.

O pré-tratamento foi iniciado com a passagem da água pelo filtro de areia conforme a Figura 4. A remoção de sólidos suspensos presentes na água foi realizada por esse filtro, utilizando a areia com elemento filtrante que retém partículas na faixa de 25 a 100 µm. A areia após a lavagem, para remoção das impurezas, e com granulometria adequada foi depositada no interior do equipamento. Uma desvantagem frequentemente associada aos filtros, o desenvolvimento de colônias e microrganismos que se instalam no filtro e que podem eventualmente liberar bactérias no fluxo de água, elevando os riscos de ocorrência de bacterimias (SALES, 2016).

Figura 4. Filtro de areia na sala de tratamento.

Fonte: autoria própria.

Para reduzir a possibilidade de desenvolvimento de microrganismos na areia, foi realizada a retrolavagem, um processo que consiste na passagem de um fluxo de água limpa no sentido inverso ao do fluxo normal com o objetivo de expandir a circulação da água pelo filtro e expulsar as substâncias sólidas que ficaram retidas na areia. Com isso, a água da retrolavagem, por estar contaminada, acabou sendo descartada no sistema de tratamento de efluentes (SALES, 2016).

Assim, a realização das retrolavagens, em frequência adequada diminui a proliferação desses microrganismos e evita problemas como a redução do volume do filtro devido à passagem de pequenas partículas de areia e de detritos, por arraste, causado pelo fluxo da água e liberação de sólidos retidos quando o leito está obstruído. A Tabela 2 resume os principais problemas dos filtros de areia (SALES, 2016).

Tabela 2. Principais problemas dos filtros de areia.

PROBLEMAS	CAUSAS
Aumento da perda de carga	Excesso de sedimentos e detritos no leito de filtração. Indicando retrolavagem ineficiente.
Crescimento bacteriano	Excesso de matéria orgânica. Ineficiência da desinfecção da água a ser filtrada.
Redução de volume de areia	Fluxo elevado de água. Granulometria inadequada da areia.

Fonte: SALES (2016).

Depois disso, a água vai para o filtro de resina na Figura 5, mais conhecido como abrandador. O filtro de resina mais comum utilizado foi o de resina catiônica, no qual irá

reter os íons de cálcio e magnésio presentes, devido a sua insolubilidade na água. O abrandador tem como principal finalidade evitar a formação de incrustações duras que poderiam se formar sobre os componentes do sistema de tratamento, podendo causar obstrução do fluxo de água (SALES, 2016).

Figura 5. Filtro de resina da sala de tratamento.

Fonte: autoria própria.

O abrandador, especificamente, possui um tanque de Sal (Figura 6) para fazer a salmoura, com o objetivo de recarregar a resina. Essa resina passa por 24 horas de filtragem agregando íons de cálcio e magnésio. Logo, o abrandador absorve a salmoura do tanque de sal para recarregar a resina. Os principais problemas operacionais dos abrandadores e suas causas estão apresentados na Tabela 3 (SALES, 2016).

Figura 6. Tanque de sal da sala de tratamento.

Fonte: autoria própria.

Tabela 3. Principais problemas dos filtros de resina.

PROBLEMAS	CAUSAS
Perda de atividade da resina	Concentração elevada de cloro, oxidantes, ferro, matéria orgânica.
Crescimento bacteriano no leito de resinas	Presença de matéria orgânica, falha na desinfecção da água.
Baixa eficiência de abrandamento	Baixa eficiência na regeneração, fim da vida útil da resina.
Redução do nível de resina no vaso	Utilização de resinas degradadas ou envelhecidas.

Fonte: SALES (2016).

A água que contém grande quantidade de íons de cálcio e magnésio dissolvidos pode ser denominada como água dura (VILHENA, 2017). Quando esses íons são removidos através da troca iônica ou precipitação química, a água passa a ser chamada de abrandada ou suavizada, ocorrendo um processo de abrandamento. Essa etapa se torna fundamental no tratamento de água para hemodiálise pois evita a formação de depósitos de substâncias sobre os diversos componentes do sistema de tratamento, principalmente na superfície das membranas de osmose reversa.

Passando para a última etapa do pré-tratamento, a água chega no filtro de Carvão (Figura 7). Tem como principal função eliminar o cloro da água, sendo o carvão um sanitizante com alto poder de oxidação. O carvão ativado remove as substâncias dissolvidas na água, através de um processo físico-químico chamado adsorção, no qual uma molécula adere a uma superfície sólida, ou seja, os grãos do carvão. A presença de sólidos suspensos na água de alimentação do filtro pode causar obstrução mecânica, diminuindo a eficiência do filtro em relação a retenção do cloro e de compostos orgânicos indesejáveis (SALES, 2016).

Figura 7. Filtro de carvão da sala de tratamento.

Fonte: autoria própria.

A capacidade de adsorção pode ser definida como a quantidade de um determinado componente que pode ser absorvido por um fluido, possibilitando a separação dos componentes do fluido. Os principais problemas do filtro de carvão estão apresentados na Tabela 4 (RUTHVEN, 1984; SALES, 2016).

Tabela 4. Principais problemas dos filtros de carvão ativado.

PROBLEMAS	CAUSAS
Perda da capacidade de adsorção	Subdimensionamento de carga, excesso de contaminantes, carvão ativado de baixa qualidade.
Crescimento bacteriano	A adsorção do cloro torna a água desprotegida na saída do leito, água de suprimento contaminada, ineficiência na retrolavagem.
Elevação da perda de carga	Presença excessiva de sedimentos, retrolavagem ineficaz, fragilidade dos grãos de carvão.
Redução do nível de carvão no vaso	Formação de finos, falha de projeto, baixa resistência à adesão, distribuidores danificados.

Fonte: SALES (2016).

Finalizada a etapa do pré-tratamento, se tem uma água sem a presença de íons, ou seja, a água está deionizada. Mas, antes de chegar na fase da osmose reversa, a água passa pelo filtro de polipropileno de 20 Polegadas (Figura 8), que vai reter a fuligem do carvão para não chegar nas membranas.

Figura 8. Filtro de polipropileno da sala de tratamento.

Fonte: autoria própria.

Na segunda fase de tratamento, a água chega nas membranas para o processo de osmose reversa. No STDAH do HUOL, a osmose contempla o passo 1 e o passo 2. A água chega nas membranas do passo 1 (Figura 9), para que seja retirada toda a matéria orgânica e toxinas, resultando em uma água de elevada pureza, liberada pelo passo 1 da osmose reversa.

Figura 9. Máquina de osmose reversa de passo 1.

Fonte: autoria própria.

Em seguida, a água vai para o passo 2 da osmose reversa na Figura 10, deixando a água tratada em um grau de pureza mais elevado. As membranas deixam a água nos parâmetros físico-químicos da Portaria GM/MS 888 Nº 888, de 4 de maio de 2021 e da RDC 11/2014, eliminando os parâmetros bacteriológicos, deixando a água pronta para o tratamento de hemodiálise. Portanto, o sistema de osmose reversa de dois passos está representado na Figura 11.

Figura 10. Máquina de osmose reversa de passo 2.

Fonte: autoria própria.

Figura 11. Sistema de osmose reversa de dois passos da sala de tratamento.

Fonte: autoria própria.

Finalizada a fase da osmose reversa, a água pura vai para um tanque na Figura 12, que tem a função de abastecer todo o circuito de alimentação das máquinas da sala de hemodiálise. A água sai do tanque, através de uma bomba para pressurizar a quantidade correta, sendo levada para a sala de hemodiálise, abastecendo todas as máquinas. Após esse processo, a água retorna para o tanque, onde fica circulando o constantemente para evitar o surgimento de fungos.

Figura 12. Tanque de água tratada na sala de tratamento.

Fonte: autoria própria.

O STDAH possui dispositivos de segurança, o gerador de ozônio e a lâmpada UV. A formação do ozônio ocorre quando o oxigênio livre que está presente no ar ou dissolvido

na água foi submetido à radiação ultravioleta de grande intensidade. Com isso, os dois átomos da molécula de oxigênio dissociam e se recombinam numa molécula triatômica, constituindo o ozônio, conforme a reação dada por (SALES, 2016):

$$3O2 + energia \rightarrow 2O3 \quad (1.1)$$

O ozônio introduzido deve ser dissipado antes de ser utilizado no processo de diálise, garantindo um tempo mínimo entre a desinfecção e a utilização da água tratada. O gerador de Ozônio (Figura 13), dispositivo sanitizante que só pode ser ligado quando o tratamento está parado, sendo utilizado para desinfecção (SALES, 2016).

Figura 13. Gerador de ozônio da sala de tratamento.

Fonte: autoria própria.

A lâmpada UV (Figura 14), fica localizada no trajeto da água, que sai pura do tanque e vai para a sala de tratamento de hemodiálise. Com a função de descarregar radiação ultravioleta (SALES, 2016).

Figura 14. Lâmpada UV do sistema de tratamento.

Fonte: autoria própria.

2.5. CONTROLE DE QUALIDADE

A eficiência do sistema de osmose reversa deve ser avaliada através do acompanhamento de dois indicadores, denominados por índice de rejeição (IR) e índice de recuperação (Ir) (SALES, 2016). O IR apresenta o percentual com que as substâncias dissolvidas na água de alimentação são rejeitadas pelas membranas (Figura 15). Esse índice mostra a eficiência do sistema de osmose reversa com relação ao impedimento da passagem dos contaminantes presentes na água. Assim, quanto maior foi o IR, maior será a pureza da água tratada.

Figura 15. Membranas da osmose reversa de passo 1.

Fonte: autoria própria.

Para isso, as amostras de água deverão ser coletadas diretamente dos pontos de controle situados em diversas partes do sistema. Esses pontos possuem válvulas e torneiras exclusivas. As torneiras precisam ser desinfetadas, para uma coleta adequada, e depois abertas por aproximadamente 60 segundos (SALES, 2016).

Na rotina operacional, geralmente se adota o índice de rejeição em relação à condutividade ou ao cloreto. Pois, a condutividade tem um valor proporcional aos sólidos dissolvidos totais, sendo de fácil determinação e o cloreto por ser o íon mais comum, presente em teores elevados. O cálculo do IR pode ser realizado pelas seguintes expressões (SALES, 2016):

- Cálculo baseado na condutividade (Cond.):

$$\textit{Índice de rejeição em \% (IRce)} = \frac{Cond.da\ alimentação - Cond.do\ pemeado}{Cond.da\ alimentação}\ x\ 100 \qquad (1.2)$$

- Cálculo baseado no íon cloreto:

$$\textit{Índice de rejeição em \% (IRcl)} = \frac{Cloreto\ da\ alimentação - Cloreto\ do\ pemeado}{Cloreto\ da\ alimentação} \times 100 \quad (1.3)$$

Como as membranas possuem seletividades diferentes para cada substância dissolvida, a Tabela 5 ilustra os índices de rejeição para os principais íons presentes na água.

Tabela 5: Índice de rejeição para os principais íons presentes na água.

ÍON	REJEIÇÃO (%)
Amônia	97-98
Cloreto	92-98
Ferro	96-98
Magnésio	95-98
Orgânicos	98-99
Bactérias	99
Vírus	99
Protozoários	99

Fonte: SALES (2016).

O índice de recuperação (Ir) mostra o percentual da vazão de alimentação sendo convertida em água tratada, ou seja, permeado, no processo de osmose reversa. Logo, quanto mais elevado o índice, maior será a eficiência do sistema em relação ao aproveitamento da água disponível para a produção do permeado. Esse índice depende da salinidade da água de alimentação e da forma como as membranas estão organizadas, trabalhando com um índice estabelecido para o sistema, evitando obstruções no fluxo da água. O Ir pode ser calculado pela seguinte expressão (SALES, 2016):

$$\textit{Índice de Recuperação em \% (Ir)} = \frac{Vazão\ do\ permeado}{Vazão\ do\ permeado + Vazão\ do\ rejeito} \times 100 \quad (1.4)$$

3. PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO (POP)

A padronização de atividades dentro de uma instituição pode ser vista como uma necessidade ou algo rotineiro, isso varia dependendo do estágio de desenvolvimento que a padronização se encontra. Em uma organização que possui como principal atividade a prestação de serviços de saúde, a padronização em suas práticas se torna indispensáveis para a qualidade em todos os procedimentos, seja buscando manter o valor e competência em suas realizações ou diminuir os desperdícios ocasionados pela má administração.

Uma proposta de padronização amplamente empregada nas grandes corporações seria a utilização do Procedimento Operacional Padrão (POP) que tem como objetivo nivelar e minimizar a ocorrência de desvios na execução de atividades essenciais, aumentando o desempenho e a confiabilidade dos processos. Ou seja, um POP coeso assegura aos associados que a qualquer momento que seja desempenhada uma ação a qualidade será a mesma, independente do processo ou do executante.

Segundo Barbosa et al. (2011) "os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) são instruções detalhadas descritas para alcançar a uniformidade na execução de uma função específica".

O Procedimento Operacional Padrão (POP) constitui um documento que expressa o planejamento do trabalho repetitivo por parte de todos os profissionais da equipe e tem como objetivo padronizar e minimizar a ocorrência de desvios, riscos e agravos à saúde do usuário, ao desempenho do trabalho na execução da atividade. Assim, um POP garante que as ações sejam realizadas da mesma forma, independente do profissional executante dando continuidade na ação em saúde de forma sistematizada e precisa por todos da equipe. (COFEN, 2014)

Segundo Guerreiro, Beccaria e Trevizan (2008, p.966)

> A forma mais adequada de dar início à padronização é através da compreensão de como ocorre todo o processo, nesse caso é necessária uma representação sistematizada um Procedimento Operacional Padrão (POP), que descreve cada passo sequencial de um determinado procedimento, apontando seus pontos críticos, que deverá ser seguido pelo profissional para garantir o resultado adequado e de qualidade.

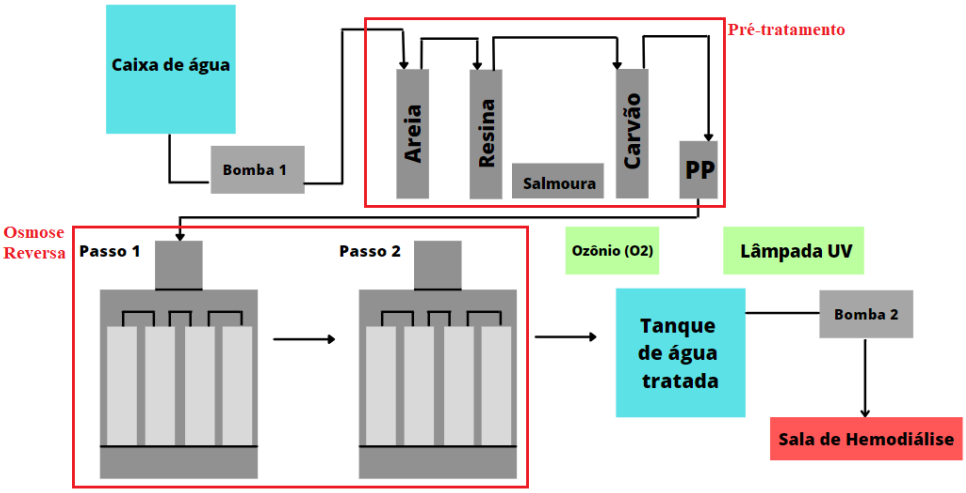
3.1. ETAPAS DO POP NO STDAH DO HUOL

Conhecendo a didática de um procedimento operacional padrão, a Figura 16 ilustra o fluxograma com as etapas do STDAH, sendo este dividido em duas fases: 1) pré-tratamento e 2) osmose reversa. As etapas são dadas por:

1. A água chega na caixa de água do hospital, a bomba 1 irá pressurizar toda a água que será utilizada na fase do pré-tratamento.
2. Chegando no filtro de areia para que as partículas sólidas que estão na água sejam retidas.
3. No segundo filtro, ocorre a retenção de íons de cálcio e magnésio, além disso, com o tanque da salmoura ocorrendo a recarga da resina.
4. Indo para o último filtro de carvão, que vai eliminar o cloro da água, sendo um sanitizante de alto poder de oxidação.
5. Passando pelo filtro de polipropileno (PP), com o objetivo de reter toda a fuligem do carvão para que não chegue nas membranas. Finalizando a fase de pré-tratamento.
6. Iniciando a fase de osmose reversa, a água chega na osmose reversa de passo 1, onde as membranas da máquina retiram matéria orgânica e toxinas.
7. Seguindo para a osmose de passo 2, a água passará pelas membranas, eliminando alguma toxina restante e estará pronta para o tratamento de hemodiálise.
8. A água pura vai para o tanque de água tratada, que tem a função de abastecer todo o circuito de alimentação das máquinas.
9. A bomba 2 irá pressurizar a água, levando-a para a sala de hemodiálise, abastecendo todas as máquinas.
10. Finalizado o tratamento de hemodiálise, a água retorna para o tanque de água tratada, onde ficará em circulação constante para evitar o surgimento de fungos.

Devemos destacar os dispositivos de segurança que podem ser acionados antes da água chegar na sala de hemodiálise. O gerador de ozônio pode ser utilizado para desinfecção, quando não houver tratamento de hemodiálise no hospital. E a lâmpada UV produz uma descarga ultravioleta que atinge a água retirada pela bomba 2, seguindo para a sala de hemodiálise.

Figura 16. Fluxograma do STDAH do HUOL.



Fonte: autoria própria.

Conforme a proposta para o desenvolvimento do POP, foi observado os resultados das coletas das amostras de água realizadas durante 4 meses de 2021. Os *kits* de reagentes serviram para auxiliar no controle da qualidade da água do STDAH. A alimentação de alguns parâmetros da planilha de acompanhamento diário depende da leitura das análises dos *kits* de verificação (INSTRUSUL, 2017).

Foram utilizados os *kits* de titulação dureza total 1-20MG/G/L/1-20GPM, análise do cloro livre e total por disco colorímetro 2231-01, papel indicador de pH escala de 0 a 14 pH com graduação de 1 pH e *kit* disco ozônio 0-2,2 MG/L. Contudo, o *kit* de ozônio deve ser utilizado apenas em dias de sanitização do tratamento de água por ozônio. O objetivo desse *kit* está na verificação da presença de O3 na água, podendo ser aplicado na ausência do sanitizante (HÉXIS CIENTÍFICA, 2009).

Dessa forma, são apresentadas as planilhas das coletas diárias nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro (Apêndice A) de 2021, medindo as características da água como sabor, odor, turvação, cor aparente, cloro residual livre e outros parâmetros. Uma vez que o cloro possua elevada concentração na água, pode causar metemoglobinemia, hemólise e anemia severa nos pacientes (SILVA A.M.M. et al., 1996).

A metemoglobina se caracteriza como um distúrbio na forma da hemoglobina que não se liga ao oxigênio, sendo incapaz de transportar oxigênio aos tecidos. Na hemólise, ocorre a destruição prematura das hemácias, ou seja, dos glóbulos vermelhos devido ao rompimento da membrana plasmática, causando a liberação da hemoglobina (SALES, 2016).

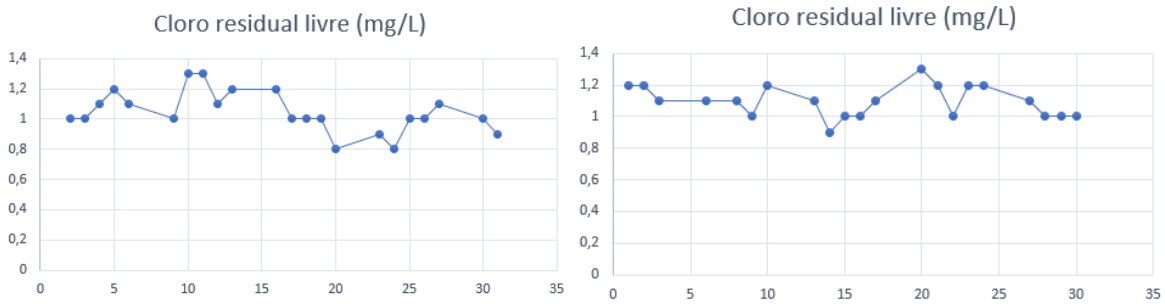
O HUOL possui 7 máquinas de diálise que ficam na sala de hemodiálise e outras 3 máquinas que atendem os leitos da Unidade de Terapia Intensiva (UTI) com osmose portátil. A sessão de hemodiálise padrão dura 4 horas para cada paciente, cada máquina consome 3,5 litros de água por minuto, logo, 30 litros por hora. Totalizando 120 litros de água por máquina ao final da sessão. Dessa forma, se todas as máquinas da sala de hemodiálise estiverem em funcionamento, haverá um consumo de 840 litros de água pelos equipamentos.

A osmose reversa do hospital produz 15 litros de água tratada por minuto e o tanque de água tratada possui capacidade de armazenar 1000 litros. Quando o nível de água do tanque diminui 200 litros da sua capacidade máxima, a osmose reversa inicia a produção de água tratada para abastecer o tanque. Portanto, em uma hora, a osmose reversa produz 900 litros de água, obtendo margem de segurança no consumo de água das máquinas. Assim, 7 pacientes podem iniciar a sessão de hemodiálise no mesmo horário.

A capacidade de atendimento que existe no HUOL, considerando a sala de hemodiálise, são 7 pacientes por turno, estimando até 4 turnos por dia, temos ao todo 28 pacientes acompanhado, completando 3360 litros de água utilizada pelo número total de pacientes. No HUOL, a hemodiálise funciona como um suporte aos pacientes enquanto fazem algum procedimento. Por exemplo, um paciente de hemodiálise precisa ser internado para realizar uma cirurgia, após a sua recuperação, o tratamento de hemodiálise continuará sendo realizado na clínica de origem. Diante disso, a quantidade de pacientes pode variar de acordo com as condições de internamento de cada um.

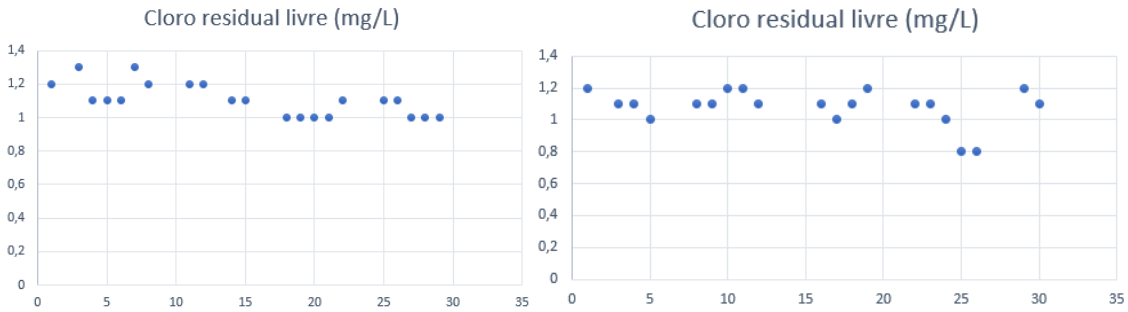
Baseado no parâmetro aceitável para o cloro residual livre, o valor da fonte alternativa tem que ser no mínimo 0,5 mg/L (GM/MS Nº 888, 2021). Analisando o STDAH do HUOL, a água foi fornecida pela CAERN. Com isso, os valores coletados do cloro no mês de agosto (Figura 17(a)) e setembro (Figura 17(b)), outubro (Figura 18(a)) e novembro (Figura 18(b)), estavam dentro do parâmetro determinado pela portaria.

Figura 17. (a) Gráfico do cloro em agosto e (b) Gráfico do cloro em setembro.



Fonte: (a) autoria própria e (b) autoria própria.

Figura 18. (a) Gráfico do cloro em outubro e (b) Gráfico do cloro em novembro.

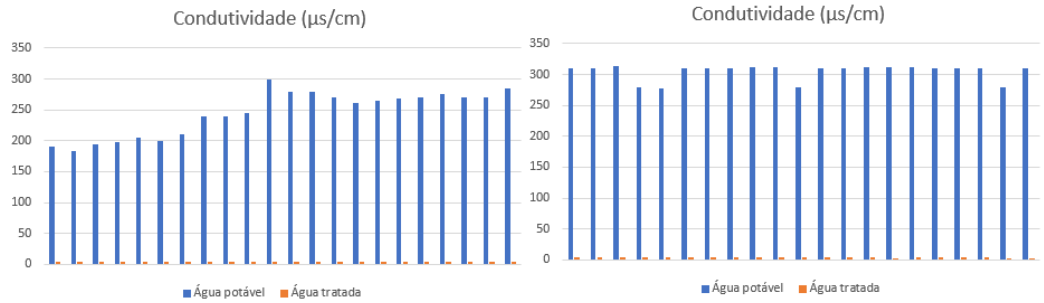


Fonte: (a) autoria própria e (b) autoria própria.

Podemos analisar outro parâmetro da água, a condutividade, que seria a capacidade de conduzir corrente elétrica e depende da concentração de íons presentes na solução (ENASA ENGENHARIA, 2017). As membranas do sistema de osmose reversa, possuem seletividades diferentes para cada substância dissolvida, as concentrações dos íons diminuíram e a água tratada estava com maior índice de pureza. Foi necessário manter essa pureza para evitar a obstrução dos poros das membranas, aumentando a eficiência do sistema de tratamento (SALES, 2016). Todas as coletas realizadas apresentaram resultados dentro dos parâmetros determinados pela portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021.

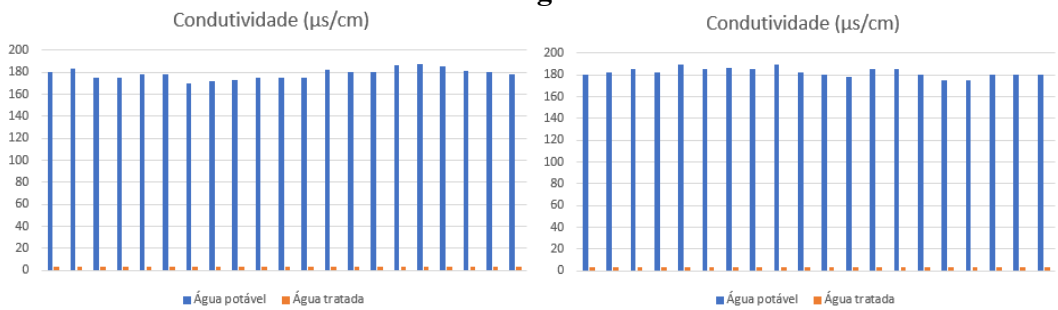
Dessa forma, foi possível observar a condutividade da água potável ao chegar na estação de tratamento do hospital e a condutividade da água após o tratamento no mês de agosto (Figura 19(a)), setembro (Figura 19(b)), outubro (Figura 20(a)) e novembro (Figura 20(b)).

Figura 19. (a) Gráfico da condutividade da água em agosto e (b) Gráfico da condutividade da água em setembro.



Fonte: (a) autoria própria e (b) autoria própria.

Figura 20. (a) Gráfico da condutividade da água em outubro e (b) Gráfico da condutividade da água em novembro.



Fonte: (a) autoria própria e (b) autoria própria.

Portanto, foi comprovado que a água segue os padrões determinados pelas normas utilizadas de acordo com os critérios descritos. Além disso, o desenvolvimento do POP trará todas essas informações de maneira condensada, facilitando a leitura e interpretação de cada etapa de tratamento e a testagem dos *kits*, auxiliando no padrão de qualidade da água.

4. CONCLUSÕES

Com base nas normas RDC nº 11, de 13 de março de 2014 e a GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, o sistema de tratamento e distribuição de água para hemodiálise do HUOL apresentou todos os padrões dentro dos valores determinados pelas normas. Além disso, o desenvolvimento do POP ajudará os profissionais responsáveis a executar todo o procedimento de uma maneira mais simplificada, padronizando o processo e diminuindo as chances de erro em alguma etapa.

O POP trará cada etapa do procedimento, desde a chegada da água ao hospital até a sua distribuição na sala de tratamento de hemodiálise. Dessa forma, os técnicos responsáveis poderão auxiliar outros profissionais na execução de todo o processo. A partir do fluxograma desenvolvido, o STDAH terá uma forma mais simplificada e de fácil entendimento pelos profissionais. Os técnicos seguem as normas para manutenção preventiva dos equipamentos do sistema, bem como a testagem realizada pelos *kits* de reagentes, garantindo a qualidade da água em todo o procedimento.

Foram obtidos gráficos durante quatro meses de estudo, apresentando o índice de cloro residual livre presente na água, dentro do parâmetro exigido pela portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021. Com isso, não houve registro de casos de matemoglobinemia, hemólise e anemia severa nos pacientes em tratamento, uma vez que o cloro não ultrapassou o parâmetro determinado pela portaria.

Outro parâmetro analisado foi a condutividade da água, a qual variou na concentração de íons presentes na solução durante os meses de estudo. A condutividade da água potável atingiu um valor de 300 µs/cm em agosto e 312 µs/cm no mês de setembro. Nos outros meses houve queda na condutividade, sendo medida 182 µs/cm em outubro e 190 µs/cm em novembro. Sabendo que as membranas do sistema de osmose reversa, tem uma seletividade para cada substância dissolvida, foi possível observar a diminuição da condutividade da água tratada, devido a diminuição da concentração dos íons. Logo, a água apresentou maiores índices de pureza para o tratamento de hemodiálise.

Com isso, evitou a obstrução dos poros das membranas dos equipamentos. Ressaltando a importância de manter a qualidade da água após o STDAH para o tratamento dos pacientes. Portanto, o POP será importante para o setor de Engenharia Clínica e para os outros profissionais da saúde do hospital, com o objetivo desenvolver um documento com as etapas do processo e as informações das portarias de maneira concisa, facilitando o

entendimento dos profissionais e proporcionar segurança e conforto para os pacientes em tratamento.

4.1. TRABALHOS FUTUROS

Como proposta para trabalhos futuros para sequência deste trabalho, sugere-se alguns pontos, como:

- Elaboração do documento oficial que se torne disponível no site do Governo do Brasil em parceria com a Ebserh;

- Realizar a comparação dos dados obtidos com maior amostragem de medições feitas pelos kits de verificação dos parâmetros da água no HUOL.

- Desenvolver um sistema de dispositivo móvel para enviar informações sobre o STDAH para os técnicos responsáveis, como por exemplo, a notificação de uma possível falha de equipamento do procedimento, notificação sobre manutenção preventiva e coletas para verificação dos parâmetros da água.

- Constantes atualizações e aperfeiçoamentos do POP.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR IEC 601-1*: *Equipamento eletromédico - Parte 1 - Prescrições gerais para segurança.* Rio de Janeiro, p. 358, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR IEC 601-2*: *Equipamento eletromédico - Parte 1-2 - Requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial.* Rio de Janeiro, p. 94, 2010.

BARBOSA, Cristiane Moraes et al. *A importância dos protocolos operacionais padrão (POPs) para os centros de pesquisa clínica.* Rev. Assoc. Med. Bras, SÃo Paulo, v. 57, n. 2, p.134-135, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ramb/a/TpcWfXXTTbTpqG9xVPVh8Yw/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em: 6 set. 2021.

BENTES, V. DE S.; MESCHEDE, M. S. C. *Qualidade da água utilizada em serviços de hemodiálise antes e após passar por sistema de tratamento em Santarém, Oeste do Pará, Amazônia.* Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 80, p. 1-13, 30 dez. 2021.

BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE, Ministério da Saúde. *Hemodiálise*. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/>. Acesso em 5 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.* Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 4 de mar. 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 2, de 25 de janeiro de 2010, dispõe sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde.* Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 de jan. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 11, de 13 de março de 2014, dispõe sobre os Requisitos de Boas Práticas de Funcionamento para os Serviços de Diálise e dá outras providências.* Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 de mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.* Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 7 de maio 2021.

BRITO, L. F. M. *Clinical Engineering in Brazil*. In: DYRO, J. (Ed.) Clinical Engineering Handbook.1 ed. Burlingto: Elsevier Academic Press, 2004. Cap. 20, p. 69-72.

BRONZINO, J. D. *Clinical Engineering: Evolution of a Discipline.* In: DYRO, J. (Ed.) Clinical Engineering Handbook. Burlingto: Elsevier Academic Press, 2004. Cap. 1, p. 3-7.

Cadernos Ebserh de Engenharia Clínica. 1ª edição – Produzido pelo Serviço de Infraestrutura Tecnológica – Brasília: EBSERH – Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2018. 106p.

CALIL, S. J.; TEIXEIRA, M. S. *Gerenciamento de Manutenção de Equipamentos Hospitalares.* São Paulo: Editora Fundação Peirópolis LTDA, 1998. 127 p.

ENASA ENGENHARIA. *Determinação da Condutividade*. 2017. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br>. Acesso em 24 nov. 2021.

FERREIRA, Agata et al. *Importância do tratamento da água no setor de terapia renal.* CuidArte Enferm. Catanduva, v. 14, n. 2, p. 181-187, jul/dez. 2020.

HECHANOVA, L. Aimee. *Diálise*. Manual MSD Versão Saúde para a Família. Disponível em: < https://www.msdmanuals.com/pt-pt/casa/dist%C3%BArbios-renais-e-urin%C3%A1rios/di%C3%A1lise/di%C3%A1lise >. Acesso em 5 set. 2021.

HÉXIS CIENTÍFICA. *Consumíveis químicos*. Disponível em: <https://www.hexis.com.br/>. Acesso em 23 de nov. 2021.

HOSPITAL SÍRIO LIBANÊS. *Nefrologia e Diálise*. Disponível em: <https://www.hospitalsiriolibanes.org.br/hospital/especialidades/nefrologia-dialise/Paginas/dialise-hemodialise-peritoneal.aspx >

INSTRUSUL. *Equipamentos para análise de água: conheça os principais.* 2017. Disponível em: <https://blog.instrusul.com.br/>. Acesso em 23 ago. 2021.

JESUS, G.P.; ALMEIDA, A.A. *Principais problemas gerados durante a terapia de hemodiálise associados à qualidade da água.* Revista Eletrônica Atualiza Saúde. Salvador, v. 3, n. 3, p. 41-52, jan./jun. 2016.

JESUS. Priscila Rodrigues de et al. *Monitoramento da qualidade da água utilizada nos serviços de diálise móvel em unidades de tratamento intensivo no município do Rio de Janeiro.* Brazilian Journal of Nephrology. v. 43, issue 3, jul. 2021. Disponível em: <https://www.bjnephrology.org/article/monitoramento-da-qualidade-da-agua-utilizada-nos-servicos-de-dialise-movel-em-unidades-de-tratamento-intensivo-no-municipio-do-rio-de-janeiro/>.

RODRIGUES, Yasmin Pinto. *Avaliação do sistema de tratamento de água em uma unidade clínica de hemodiálise.* Monografia (Curso de Engenharia Química) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, p. 56, 2019. Disponível em:< https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/riu/4620?locale=pt_BR >. Acesso em 22 de set. 2021.

RUTHVEN, D. M. Principles of Adsorption and Adsorption Process. New York: John Wiley & Sons, 1984.

SALES, Júlio. *Tratamento de água para hemodiálise*. Fortaleza: Gráfica LCR, 2016.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA – *Definição de Hemodiálise*, São Paulo. 2018. Disponível em: <https://sbn.org.br/publico/tratatamentos/hemodialise/> Acesso em: 22 nov. 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA. *Hemodiálise*. Disponível em: <https://www.sbn.org.br/orientacoes-e-tratamentos/tratamentos/hemodialise/>. Acesso em 23 de nov. 2021.

SOUZA, D. B.; MILAGRE, S. T.; SOARES, A. B. *Avaliação Econômica da Implantação de um Serviço de Engenharia Clínica em Hospital Público Brasileiro.* Revista Brasileira de Engenharia Biomédica. v. 28, p. 327-336, 2012.

TEIXEIRA, Elisabeth; SILVA, Patrícia. *Reuso da água do rejeito de um tratamento de osmose reversa de uma unidade de hemodiálise hospitalar: estudo de caso.* Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/reb/article/view/1496> . Acesso em 5 set. 2021.

TERRA, Thiago Gomes et. al. *Uma revisão dos avanços da Engenharia Clínica no Brasil*. Disciplinarum Scientia. Série: Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 47-61, 2014.

TOMAZ, Layla de Sales. *Tratamento e reuso da água proveniente de tanques de sistemas de hemodiálise.* Monografia (Curso de Engenharia Civil) - Faculdade Doctum de Juiz de Fora. Belo Horizonte, p.49. 2018

VASCONCELOS, Patrícia Daniele Silva. *Monitoramento da água de diálise: um estudo de caso em uma clínica do município de Recife.* Monografia (Curso de Especialização em Gestão de Sistemas e Serviços de Saúde) - Departamento de Saúde Coletiva, Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz. Recife, p.111. 2012.

VILHENA, José Luiz. *Dureza da água: o que é e como ela influencia na qualidade*. Grupo Hídrica, 2017. Disponível em < https://grupohidrica.com.br/dureza-da-agua/ >. Acesso em 15 set. 2021.

SILVA, A.M.M; MARTINS, C.T.B.; FERRABOLI, R. et al. *J.E.J. Bras. Revisão/Atualização em Diálise: Água para hemodiálise*. Jornal Brasileiro de Nefrologia. 1996; 18(2): 180-188.

APÊNDICE A – PLANILHA DE CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO HUOL

AGOSTO

ÁGUA POTÁVEL

	Dia	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	31
	Características																						
PRÉ-AREIA	Sabor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Odor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Turvação	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Cor aparente	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Cloro Residual Livre (mg/L)	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,3	1,3	1,1	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	0,8	0,9	0,8	1,0	1,0	1,1	1,0	0,9
	Condutividade (µs/cm)	190	183	195	198	205	200	210	240	240	245	300	280	280	270	262	265	268	270	275	270	270	285
	Dureza (mg/l CaCO 3)	34	34	34	34	34	34	34	34	51	51	51	51	51	51	34	51	51	34	34	51	51	34
	PH	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

LEGENDA: Sabor: Insípido(I), Presente(P) / Odor: Inodoro(I), Presente(P) / Turvação: Presente(P), Ausente (A) / Cor aparente: Incolor(I), Presente(P).

ÁGUA TRATADA

Condutividade (µs/cm)	3,4	3,7	3,7	3,6	3,8	3,8	3,7	3,8	4,1	4,0	4,0	4,1	4,1	3,9	3,8	4,0	4,1	4,2	4,1	4,1	4,1	4,2

LIMPEZA QUÍMICA/DESINFECÇÃO

Osmose Reversa																								
Desinfecção Química								X																
Limpeza Química																								
Loop																								
Ozônio												X						X						
Desinfecção Química					X			X																

SETEMBRO

ÁGUA POTÁVEL

	Dia	1	2	3	6	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30
	Características																					
PRÉ-AREIA	Sabor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Odor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Turvação	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Cor aparente	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Cloro Residual Livre (mg/L)	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,2	1,1	0,9	1,0	1,0	1,1	1,3	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0
	Condutividade (µs/cm)	311	311	313	279	278	311	310	311	312	312	279	311	311	312	312	312	311	311	311	279	310
	Dureza (mg/l CaCO 3)	34	34	34	34	34	34	34	51	51	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
	PH	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

LEGENDA: Sabor: Insípido(I), Presente(P) / Odor: Inodoro(I), Presente(P) / Turvação: Presente(P), Ausente (A) / Cor aparente: Incolor(I), Presente(P).

ÁGUA TRATADA

Condutividade (µs/cm)	4,2	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,7	3,4	3,4	3,4	3,5	3,6	3,5	3,5	3,3	3,4	3,4	3,4	3,5	3,2	3,2

LIMPEZA QUÍMICA/DESINFECÇÃO

Osmose Reversa																						
Desinfecção Química	X																					
Limpeza Química																						
Loop																						
Ozônio										X					X							
Desinfecção Química	X				X																	

OUTUBRO

ÁGUA POTÁVEL

	Dia	1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29
	Características																					
PRÉ-AREIA	Sabor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Odor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Turvação	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Cor aparente	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Cloro Residual Livre (mg/L)	1,2	1,1	1,1	1,1	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
	Condutividade (µs/cm)	180	183	175	175	178	178	170	172	173	175	175	175	182	180	180	187	188	185	181	180	178
	Dureza (mg/l CaCO 3)	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
	PH	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

LEGENDA: Sabor: Insípido(I), Presente(P) / Odor: Inodoro(I), Presente(P) / Turvação: Presente(P), Ausente (A) / Cor aparente: Incolor(I), Presente(P).

ÁGUA TRATADA

Condutividade (µs/cm)	3,4	3,1	3,2	3,2	3,3	3,5	3,4	3,4	3,4	3,5	3,3	3,6	3,5	3,4	3,4	3,5	3,3	3,4	3,4	3,3	3,4

LIMPEZA QUÍMICA/DESINFECÇÃO

Osmose Reversa																					
Desinfecção Química				X																	
Limpeza Química																					
Loop																					
Ozônio														X					X		
Desinfecção Química				X					X												

NOVEMBRO

ÁGUA POTÁVEL

	Dia	1	3	4	5	8	9	10	11	12	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30
	Características																				
PRÉ-AREIA	Sabor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Odor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Turvação	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Cor aparente	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	Cloro Residual Livre (mg/L)	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0	0,8	0,8	1,2	1,1
	Condutividade (µs/cm)	180	182	185	182	190	185	187	185	190	182	180	178	185	185	180	175	175	180	180	180
	Dureza (mg/l CaCO 3)	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
	PH	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

LEGENDA: Sabor: Insípido (I), Presente(P) / Odor: Inodoro (I), Presente(P) / Turvação: Presente(P), Ausente (A) / Cor aparente: Incolor(I), Presente(P).

ÁGUA TRATADA

Condutividade (µs/cm)	3,8	3,7	3,7	3,6	3,7	3,7	3,6	3,6	3,8	3,7	3,7	3,4	3,6	3,6	3,6	3,4	3,5	3,5	3,7	3,6

LIMPEZA QUÍMICA/DESINFECÇÃO

Osmose Reversa																				
Desinfecção Química		X																		
Limpeza Química																				
Loop																				
Ozônio							X													
Desinfecção Química		X									X									