



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**



ADRIANA DE JESUS SAMPAIO

**ANÁLISE DOS INDICADORES DE MANUTENÇÃO DOS
EQUIPAMENTOS DE OSMOSE REVERSA PORTÁTIL DO HOSPITAL
DE CLÍNICAS DE UBERLÂNDIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA**

ADRIANA DE JESUS SAMPAIO

**ANÁLISE DOS INDICADORES DE MANUTENÇÃO DOS
EQUIPAMENTOS DE OSMOSE REVERSA PORTÁTIL DO HOSPITAL
DE CLÍNICAS DE UBERLÂNDIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA**

Trabalho apresentado como requisito parcial de avaliação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia.

Orientador: Selma Terezinha Milagre

Assinatura do Orientador

Uberlândia
2018

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo apoio, estímulo, carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José e Maria, por todo amor, carinho, suporte, dedicação e por terem acreditado em mim e me apoiado sempre.

Aos meus irmãos, João e Marcos, pelo companheirismo, união e apoio.

Ao meu amigo, Lucas, pela companhia, parceria e pela ajuda em todos os momentos.

Aos meus amigos, por sempre me apoiarem.

À Professora Dr^a Selma Terezinha Milagre, pelo incentivo, motivação e orientação deste trabalho.

Agradeço à Bioengenharia, pela ajuda e dados fornecidos pelo trabalho.

À banca, professores Dr. Adriano Alves Pereira e Dr. Adriano de Oliveira Andrade pelo incentivo e apoio.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise dos indicadores dos equipamentos de osmose reversa portátil do Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU), visando avaliar a manutenibilidade, fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos com o cálculo dos indicadores de desempenho, *time to repair* (TTR), o *mean time between failures* (MTBF), e a Disponibilidade. Os indicadores calculados baseiam-se nos utilizados no setor de Bioengenharia do HCU-UFU e dos comumente usados na literatura. Os indicadores são utilizados por gestores para auxiliar a manter a funcionalidade dos equipamentos, baixo custo de manutenção, evitar que equipamentos passem muito tempo parados durante as falhas, ajudar no desempenho da equipe e entre outros. Os dados foram obtidos por meio do software de gerenciamento do parque tecnológico do HCU-UFU, o SisbiE, do setor de Bioengenharia do HCU-UFU. O período da análise de dados foi de janeiro de 2014 a abril de 2018. Foram encontrados um total de 12 equipamentos de osmose reversa portátil, totalizando em 386 números de PSM para manutenção corretiva, nos quais foram utilizados para a realização dos cálculos dos indicadores, tempo médio de reparo, tempo médio entre falhas e Disponibilidade. Foram encontradas quatro marcas diferentes de osmose reversa, nomeadas de A à D para preservar a imagem das marcas. Depois dos cálculos dos indicadores foram realizadas as comparações dos equipamentos por modelo para a marca B, pois foi a única que apresentou mais de um modelo, onde foram realizadas as médias dos números de PSMs e dos indicadores. Em seguida, foram realizadas as comparações entre as marcas onde foram realizadas as médias dos números de PSM e dos indicadores. Ao realizar a análise da comparação entre as marcas foi possível observar que a marca A foi a que apresentou a maior quantidade de indicadores ruins, aparecendo nos gráficos entre uma das marcas com maior número de PSMs, menor MTBF e menor Disponibilidade. Outras questões que merecem atenção, por exemplo, são em relação à quantidade de PSMs da marca D, bem como o alto TTR para a marca C.

Abstract

This paper presents an analysis of portable reverse osmosis indicators of the University Hospital of Uberlândia of the Federal University of Uberlândia, which aims to assess the maintenance, reliability, and availability of equipment with the use of performance indicators, time to repair (TTR), mean time between failures (MTBF), and availability. The calculated indicators are based on the Bioengineering sector of HCU-UFU and the common ones used in the literature. The indicators are used by managers to help maintain the applications, with lower maintenance costs, avoiding that the equipment spends a lot of time stopped during the failures, helping in the performance of the team and others. The data were obtained through the HCU-UFU technology park management software, SisBiE, from the Bioengineering sector of HCU-UFU. The data analysis period was from January 2014 to April 2018 included a total of 12 portable reversal units, totaling 386 maintenance units for correction, in which they were used for the measurement of the indicators, TTR, MTBF, and Availability. The four different brands of reverse osmosis sign from A to D to preserve an image of the marks. After comparing the models of performance indicators for PSM models and indicators, TTR, MTBF, and Availability by model. Next, comparisons between brands and indexes of indicators were made. When performing the analysis of the comparison between the brands it is possible to observe that the equipment A was the one that presented the most amount of bad indicators, appearing in the graphs between one of the brands with the highest number of PSMs, lower MTBF and lower Availability. Other issues that deserve attention, for example, are in relation to the quantity of PSMs of the D mark, as well as the high TTR for the C mark.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Diferentes formas de manutenção.	18
Figura 2: Grupo funcional: Dialise	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Osmose reversa marca A indicadores Bioengenharia.....	30
Tabela 2: Osmose reversa marca B indicadores Bioengenharia.....	31
Tabela 3: Osmose reversa marca C indicadores Bioengenharia	32
Tabela 4: Osmose reversa marca D indicadores Bioengenharia	32
Tabela 5: Osmose reversa marca A indicadores literatura.....	33
Tabela 6: Osmose reversa marca B indicadores literatura.....	33
Tabela 7: Osmose reversa marca C indicadores literatura	34
Tabela 8: Osmose reversa marca D indicadores literatura	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Média dos números de PSM por modelos da marca B.....	35
Gráfico 2: Média MTBF Bioengenharia por modelos da marca B.	36
Gráfico 3: Média TTR Bioengenharia por modelos da marca B.	36
Gráfico 4: Média Disponibilidade Bioengenharia por modelos da marca B.....	37
Gráfico 5: Média dos números de PSM das 4 marcas de osmose reversa.....	38
Gráfico 6: Média do indicador MTBF das 4 marcas de osmose reversa.	39
Gráfico 7: Média do indicador TTR das 4 marcas de osmose reversa.....	40
Gráfico 8: Média do indicador de Disponibilidade das 4 marcas de osmose reversa.	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAMI - *Association for the Advancement of Medical Instrumentation*

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

E.U.A - Estados Unidos da América

EAS - Estabelecimento Assistencial a Saúde

EMA - Equipamentos Médico-Assistenciais

HCU - Hospital de Clínicas de Uberlândia

MEC – Ministério da Educação

MTBF - *Mean Time Between Failures*

MTTR - *Mean Time to Repair*

NBR - Normas Brasileiras

PSM - Pedido de serviço e manutenção

RDC - Resolução da Diretoria Colegiada

SGE - Sistema de Gerenciamento de Equipamentos

SisBiE - Sistema de Bioengenharia

TTR - *Time to Repair*

UFU - Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO GERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2. DESENVOLVIMENTO	14
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1.1 Equipamentos Médico-Assistenciais (EMA)	14
2.1.2 Osmose Reversa	14
2.1.3 Manutenção	17
2.1.4 Número de Pedido de Serviço de Manutenção (PSM)	20
2.1.5 Indicadores	20
2.1.6 HCU-UFU	26
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS	28
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3. CONCLUSÃO	41
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

A insuficiência renal crônica atinge uma grande quantidade de pessoas em todo o mundo, são 10% da população mundial e afetas pessoas de todas raças e idades. Estima-se que um em cada cinco homens são afetados e uma em cada quatro mulheres são afetadas com idade entre 65 e 74 anos (SILVA, 2017). Segundo a Sociedade Brasileira de Nefrologia, em 2014, o número de indivíduos com doença renal crônica em terapia dialítica foi de 112.004. Esse número tem crescido 5% ao ano desde de 2011, é um problema de saúde pública que necessita de diagnóstico e tratamento precoce (HUAIRA, 2018).

Com o aumento do número de pacientes em tratamento hemodialítico e de sua sobrevivência, estudos mostram que os contaminantes da água são alguns dos responsáveis pelos eventos adversos causados nos pacientes (SILVA, 1996).

Levando em conta que as características da água podem influenciar a qualidade do tratamento dialítico e sobrevivência dos pacientes foram estabelecidos padrões mínimos de qualidade, para obter uma água purificada que não cause problemas aos indivíduos em tratamentos dialíticos é utilizada a osmose reversa (JESUS, 2016) (BUZZO, 2010). É um equipamento que utiliza a técnica de purificação de água através de membranas, essas são capazes de eliminar de 95% a 99% das partículas orgânicas, inorgânicas e microrganismos encontrados na água (LYDIO; GOMES, 2014). É de extrema importância que água utilizada no tratamento dialítico seja purificada, por isso foram criadas normas para regulamentar a qualidade da água. Segundo especialistas a osmose reversa é o equipamento mais eficaz para a purificação da água utilizada em hemodiálise (SILVA; TEIXEIRA, 2001).

Visto que a qualidade da água pode causar efeitos adversos e até levar a morte dos pacientes, sua composição deve ser adequada seguindo os padrões estabelecidos pela RDC nº 11, de 13 de março de 2014 (ANVISA, 2014), para isso é necessário preservar o funcionamento adequado da osmose reversa, seu funcionamento deve ser confiável e seguro (CANDIDO; ALMEIDA, 2014).

Por meio de manutenções preventivas e corretivas é possível garantir um equipamento que desenvolva uma performance adequada não afetando os pacientes que necessitam da água purificada para o tratamento dialítico.

Os procedimentos de manutenção precisam ser observados, para isso são utilizados softwares de gerenciamento de equipamentos, que permitem o armazenamento de dados a respeito dos equipamentos, como data de aquisição, pedidos de serviço de manutenção, tempo gasto para a manutenção, custo da manutenção, entre outros. Com a utilização do software é possível gerenciar o desempenho do equipamento e da equipe de manutenção através de indicadores de desempenhos. Os indicadores, como o nome diz são utilizados para dar indicações importantes sobre a periodicidade das falhas, os tempos de reparação, a disponibilidade dos equipamentos, o sucesso da manutenção preventiva e entre outros.

Perante o apresentado, é possível justificar o trabalho realizado sobre a análise de indicadores dos equipamentos de osmose reversa utilizados no Hospital de Clínicas de Uberlândia (HCU-UFU).

1.1 OBJETIVO GERAL

O seguinte trabalho teve como objetivo apresentar uma análise dos indicadores de manutenção dos equipamentos de osmose reversa portátil do Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer os dados fornecidos pelo software de gerenciamento SisBiE;
- Estudar indicadores de manutenção;
- Entender os indicadores para as diversas marcas e modelos de osmose reversa portátil;
- Obter uma visão geral das manutenções das osmose reversas portáteis para visualizar possíveis melhorias no gerenciamento.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Equipamentos Médico-Assistenciais (EMA)

A Anvisa implementou a RDC nº 2, de 25 de janeiro de 2010, que "Dispõe sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde". Ela tem como objetivo:

[...] 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 [...] (ANVISA, 2010).

Segundo consta na RDC nº 02, de 25 de janeiro de 2010, equipamento médico-assistencial é estabelecido como equipamento ou sistema, empregue para diagnóstico, terapia e monitorização na assistência à saúde da população (ANVISA, 2010).

Sabe-se que os EMAs são os responsáveis por grande parte dos orçamentos destinados à saúde. A gestão eficiente dos EMAs é parte integrante dos cuidados ao paciente, sendo importante componente para a garantia da integralidade, e está diretamente ligada à qualidade dos serviços. O reconhecimento da importância de um EMA para a realização de determinada função, torna possível o planejamento estratégico de manutenção, para um melhor gerenciamento é importante acompanhar o histórico de manutenção dos equipamentos, para tal são utilizados os pedidos de ordens de serviço, os PSMs, que possibilitam um acompanhamento detalhado de como anda o funcionamento de cada equipamento (AMORIM, 2015).

2.1.2 Osmose Reversa

A osmose reversa é um exemplo de equipamento médico-assistencial.

Para que se tenha um melhor entendimento sobre o funcionamento da Osmose reversa é necessário entender sobre o processo de osmose.

Osmose é um processo essencial na natureza, de caráter físico químico, que ocorre sempre que há diferença de concentração entre os meios internos e externos da célula. É um processo no qual há a transição de água através de uma membrana semipermeável. A passagem de água ocorre devido à pressão osmótica que pressiona o meio fazendo com que o soluto seja transportado do meio menos concentrado (hipotônico) para o mais concentrado (hipertônico). Esse processo não envolve o gasto de energia, sendo considerado transporte passivo. Sua finalização acontece quando os dois meios se encontram com mesma concentração de soluto (CANDIDO; ALMEIDA, 2014).

O processo de osmose reversa é uma técnica responsável pela separação da água, dos sais minerais por meio de filtração por alta pressão. Acontece de maneira inversa ao da osmose, onde uma pressão maior do que a pressão osmótica é aplicada, fazendo com que o fluxo flua do meio mais concentrado para o menos concentrado. Neste caso, a membrana permitirá somente a passagem do solvente (água pura), retraindo os solutos (sais e contaminantes).

A osmose reversa é utilizada para o tratamento de água utilizado em Hemodiálise. A água potável passa por filtros mecânicos, filtro de carvão e por último o filtro de osmose reversa (LIBERATO, 2017).

2.1.2.2 Osmose Reversa na Hemodiálise

A hemodiálise é tida como o principal tratamento à doença renal crônica, no Brasil. A insuficiência renal crônica constitui importante problema da saúde pública. Ao longo dos anos houve um grande aumento da quantidade de pessoas com necessidade de tratamento dialítico e de sobrevivência ao tratamento, com isso foi possível relacionar os contaminantes presentes na água utilizada durante o tratamento como efeitos adversos ao procedimento (JESUS; ALMEIDA, 2016).

O fato de que as características da água podem influenciar nos resultados do procedimento hemodialítico, levou as autoridades a reconhecerem o risco potencial que representava a ausência de tratamento específico da água. Assim, em todo o mundo foram estabelecidos padrões mínimos de qualidade, as mais conhecidas são as seguidas pela Comunidade Europeia e as sugeridas pela *Association for the*

Advancement of Medical Instrumentation (AAMI) nos E.U.A., ambas estabelecidas em 1982 (SILVA, 1996).

No Brasil, os regulamentos que regem a hemodiálise abrangem a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 154, de 15 de junho de 2004 (ANVISA, 2004), recentemente substituída pela RDC 11, de 13 de março de 2014 (ANVISA, 2014), as quais determinam o regulamento técnico para o funcionamento dos serviços de diálise e determinam padrões de pureza da água destinada a hemodiálise; e a RDC nº 33, de 3 de junho de 2008 (ANVISA, 2008), que dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação dos Sistemas de Tratamento e Distribuição de Água para hemodiálise no Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (FARIA; NAGALLI, 2015).

O processo de osmose reversa foi escolhido como o mais adequado para o processo de purificação da água a ser utilizada em hemodiálise. Com a utilização da técnica de filtração da água o tratamento dialítico se tornou mais seguro para os pacientes, pois a técnica de osmose reversa realizada através de membranas para a separação da água garante uma purificação segura, eliminando entre 95% a 99% das partículas orgânicas, inorgânicas e microrganismos presentes no afluente utilizado, durante o processo são retiradas as mais diversas substâncias indesejadas que podem contribuir para os efeitos adversos do tratamento (FARIA; NAGALLI, 2015).

Pacientes em tratamentos hemodialítico são expostos a uma grande quantidade de água, são 360 litros por semana, uma quantidade consideravelmente maior comparado com a população normal que consome em média 10 litros por semana. O tratamento consiste em três sessões semanais, de quatro horas cada. Em cada sessão um volume de em torno de 90 litros de água entra em contato com o sangue do paciente através da membrana semipermeável do filtro dialisador, 95% da solução que faz a limpeza do sangue é constituída de água. A hemodiálise tem como objetivo retirar substâncias tóxicas, restauração dos eletrólitos, do balanço ácido/base e a remoção do excesso de água e sais minerais do organismo (SILVA; TEIXEIRA, 2001) (FARIA; NAGALLI, 2015) (JESUS; ALMEIDA, 2016).

2.1.3 Manutenção

A manutenção vem se destacando cada vez mais dentro das organizações, influenciando diretamente no desempenho da organização, principalmente quando se trata de produtividade e qualidade. A performance da manutenção é avaliada em termos de custos e das paralisações dos equipamentos e instalações. A manutenção tem como finalidade preservar o alto investimento feito em equipamentos, garantir padrões de confiabilidade e qualidade de serviços. Nos últimos anos tem sido vista, como um setor de grande importância que tem como objetivo minimizar perturbações, imprevistos e custos operacionais ao retornar equipamentos com falhas para suas devidas funções. Devido ao aumento da melhoria no desempenho da manutenção indicadores são usados para o gerenciamento de atividades e custos (ROSA, 2006).

Segundo Pinto (1998) manutenção é caracterizada pela forma na qual é realizada a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações. De acordo com a NBR 5462 de 1994 (ABNT, 1994), norma que define manutenibilidade e confiabilidade, manutenibilidade é a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em condições no qual possa executar sua função requerida, quando a manutenção é realizada, dentro de um intervalo de tempo de acordo com os procedimentos e recursos especificados e a confiabilidade está como a probabilidade de um item desempenhar uma determinada função, sob condições específicas, durante um intervalo de tempo.

De acordo com Gutierrez (2005), um sistema de qualidade em manutenção busca encontrar um ponto ótimo entre o custo, a disponibilidade e a confiabilidade. As expectativas do sistema de manutenção são:

- Diminuir os tempos de parada dos equipamentos;
- Aumentar o ciclo de vida dos equipamentos, diminuindo a deterioração dos componentes e peças, acarretando na diminuição nos custos de reposição;
- Proporcionar melhoria na operação dos equipamentos obtendo uma melhor qualidade de produtos e serviços.

A Figura 1 faz a representação das técnicas de manutenção mais comumente usadas, sendo a essas que será dado enfoco.

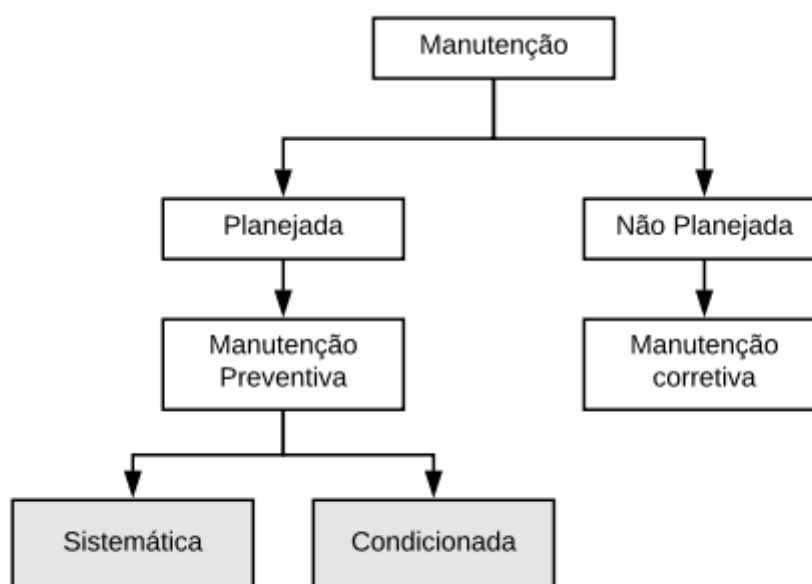


Figura 1: Diferentes formas de manutenção.

Fonte: Adaptado de DIAS (2015).

2.1.3.1 Manutenção corretiva

É a correção da falha que ocorre sem aviso prévio, ou seja, de maneira aleatória, caracterizado pela execução da manutenção em um fato já ocorrido. Tem como objetivo corrigir, restaurar e recuperar a capacidade de um equipamento, quando o equipamento se encontra com algum defeito, ou um desempenho ineficiente para realizar sua função, e até mesmo quebra do aparelho (NASCIF; KARDEC, 2001). A manutenção corretiva é uma forma primária de manutenção pois a mesma é a primeira atitude tomada para que a máquina volte a sua normalidade (FERNANDES, 2010). Costuma ter alto custo pois, a quebra inesperada do equipamento pode acarretar perda na qualidade do produto, levando a consequências graves, como extensão dos danos (NASCIF; KARDEC, 2001).

Gestores elaboram planos para evitar que ocorra a necessidade da prática de manutenção corretiva, pelo fato da prática diminuir a disponibilidade da máquina e influenciar negativamente nos indicadores de manutenção (BARBOSA, 2009).

2.1.3.2 Manutenção Preventiva

É uma ação que tem como objetivo reduzir ou evitar a falha de equipamentos, é realizada em intervalos definidos de tempo de acordo com a necessidade de cada equipamento, seguindo um plano de atividades pré-definidas.

Há fatores que influenciam na deterioração dos equipamentos, como condições operacionais e ambientais, que devem ser levados em conta na construção do planejamento de atividades que devem ser realizadas durante a manutenção. A periodicidade deve ser estipulada de acordo com a necessidade de cada equipamento (NASCIF; KARDEC, 2001).

De acordo com Kardec & Nascif (2001), a manutenção preventiva proporciona conhecimento prévio das ações, permitindo boa condição de gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos, além de previsibilidade de consumo de materiais e sobressalentes.

2.1.3.2.1 Manutenção preventiva condicionada

É realizada em consequência do estado das componentes do equipamento, ou seja, só será realizada se as peças se encontrarem em mau estado. É baseado na observação do funcionamento e/ou de parâmetros que interferem significativamente no funcionamento do equipamento, a vigilância pode ser realizada, seguindo cronogramas ou através da observação contínua de seus operadores (SOARES, 2015).

2.1.2.3.2 Manutenção preventiva sistemática

É realizada periodicamente, tendo como base o conhecimento da lei da degradação aplicável ao equipamento em análise e de um risco de falha que se assume que este irá ter. Não garante que não ocorrerá falhas no equipamento durante o tempo entre uma preventiva e outra mas ajuda a diminuir a quantidade de falhas inesperadas (DIAS, 2015).

2.1.3.3 Manutenção Osmose reversa

A manutenção da Osmose Reversa é necessária para garantir que o nível de filtragem continue operando normalmente. A limpeza das membranas é efetuada de acordo com as exigências de cada processo, repondo peças de alto nível de importância para uma purificação adequada da água (CANDIDO, 2014).

Alguns sistemas de osmose reversa contam com pré-filtros de polipropileno e carvão ativado, uma baixa na vazão indica a necessidade da troca dos filtros.

A manutenção desse equipamento deve ser realizada por profissionais capacitados, os procedimentos realizados para a manutenção da osmose reversa seguem rigorosos protocolos, garantindo que os equipamentos estejam capacitados para desempenhar as suas funções inteiramente.

2.1.4 Número de Pedido de Serviço de Manutenção (PSM)

PSM é o pedido de serviço de manutenção, todas as vezes que for necessária a manutenção corretiva de um determinado equipamento é necessária a abertura do PSM, para que a Engenharia Clínica fique ciente dos equipamentos que necessitam de manutenção, assim serão feitas as análises necessárias para a manutenção do equipamento.

Com o número de PSM é possível ter o controle de todas as manutenções às quais o equipamento foi submetido, desde a data de aquisição até a data do cálculo do indicador. Com os números de PSM os gestores são capazes de estimar a qualidade do equipamento, da equipe operacional e até mesmo a qualidade das manutenções.

2.1.5 Indicadores

Processos de gestão que têm como principal objetivo aumentar a produtividade e melhorar processos, necessitam ser gerenciados e monitorados. Desta forma, possibilitando encontrar eventuais falhas e equívocos e desenvolver planos e

estratégias de ação eficientes que levem a resultados adequados. Nesse caso, para um bom gerenciamento é necessário criar e medir indicadores de desempenho.

Segundo Leão (2009), os indicadores são ferramentas de gestão desenvolvidos com o intuito de medir e acompanhar o desempenho de um projeto, processo ou política.

Os indicadores, como o próprio nome diz, dão indicações fundamentais para obter o entendimento sobre o ritmo que ocorrem as falhas, tempos de reparação, a disponibilidade, entre outros (SOARES, 2010).

Quando se trata de manutenção os indicadores são utilizados para medir o trabalho e a evolução do setor de manutenção, sendo de fundamental importância na tomada de decisões. Quando se sabe o andamento dos processos, produtos e serviços, a partir de seus resultados, é possível identificar quais são os problemas e deficiências que necessitam da atenção dos gestores, assim tornando possível seguir um caminho para que ocorra a tomada de decisões para realizar ações necessárias para melhoria e controle de qualidade (OHASHI, 2004).

Os indicadores de desempenho tornam possível a avaliação da performance da organização, podendo analisar as tendências e eventuais pontos de atenção, focando assim no processo de melhoria contínua com uma atuação proativa ou na tomada de ações de correção.

Como citado por Souza (2010), “indicadores representam a manutenibilidade e confiabilidade do equipamento”.

A análise de confiabilidade consiste na probabilidade de um sistema executar suas funções, sob condições especificadas, em um intervalo de tempo, sem falhar. Os indicadores apresentados são algumas das medidas de confiabilidades mais utilizadas (SILVA, 2012).

2.1.5.1 MTBF – MEAN TIME BETWEEN FAILURE

O MTBF é um dos conceitos da fiabilidade, que é definida como, a capacidade de um equipamento realizar uma função requerida em determinadas condições

durante dado intervalo de tempo (DIAS, 2015). É a média dos tempos existentes entre o fim de uma falha e a próxima falha, em equipamentos reparáveis, para a realização do cálculo apenas o tempo de operação da máquina é levado em conta. Assim que ocorre a entrada do equipamento no hospital para a utilização, seu monitoramento é iniciado. Esse indicador representa a confiabilidade do equipamento, quanto maior melhor. Determina a média dos tempos entre as falhas.

2.1.5.1.1 MTBF – Bioengenharia

O cálculo do MTBF, que determina as médias do tempo, é realizado utilizando a Equação (1) na Bioengenharia. No Setor o tempo é dado em dia de funcionamento de cada equipamento que necessitar de manutenção corretiva, as preventivas não são levadas em conta por esse indicador.

$$MTBF = \frac{\text{Dias funcionando}}{n^{\circ} PSM} \quad (1)$$

Onde:

- Dias Funcionando: corresponde ao número de dias que o equipamento está funcionando, ou seja, o número de dias desde a data do seu cadastro no SisBiE até a data analisada;
- N° PSM: corresponde ao número de Pedidos de Serviço de Manutenção registrados para o equipamento no período analisado.

2.1.5.1.2 MTBF – Literatura

De acordo com Souza (2010) o cálculo do MTBF é dado por (2):

$$MTBF = \frac{\sum \text{tempo em funcionamento}}{n^{\circ} \text{ de intervalos observados}} \quad (2)$$

Onde:

- $\sum$ tempo em funcionamento = [(data que os dados foram retirados para a análise) – (data do cadastro do equipamento no SisBie)] – [$\sum$ (data fechamento do PSM – data abertura PSM)];
- N° de intervalos observados = números de PSM.

2.1.5.2 MTTR - MEAN TIME TO REPAIR

Do inglês MTTR (*mean time to repair*), representa a facilidade com que a manutenção pode ser executada, podendo englobar vários tempos, como:

Tt: *time of travel*, é o tempo que leva para o técnico chegar ao local do reparo;

Td: *time for diagnostic*, é o tempo que leva para diagnosticar o problema do equipamento;

Ta: *time for delivery*, é tempo que leva para adquirir peças necessárias para o reparo

Tg: *gain acess time*, tempo que leva para abrir o equipamento e chegar ao local da falha;

Tr: *remove and replace time*, é o tempo para remoção e troca de peças defeituosas

Ts: *system restore time*, é tempo de restauração

Tc: *Check-out*, é o tempo para verificar se todos os parâmetros do equipamento estão funcionando normalmente

Tu: *Close up*, é o tempo necessário para a limpeza e organização do local.

Todos esses tempos são levados em conta quando realizado o cálculo do indicador. Com este indicador é possível fazer a análise de competência do técnico e da logística de reposição de peças.

Segundo Pinto (1994) existem várias técnicas que podem ser empregadas visando a melhoria da manutibilidade. Essas técnicas podem ajudar a reduzir o tempo para diagnosticar as falhas, dentre as técnicas propostas tem-se utilização de documentação de apoio, meios auxiliares de diagnostico que podem contribuir para reduzir o tempo de reparação, aperfeiçoar os acessos aos componentes e aumentar a facilidade de montagem e desmontagem dos equipamentos.

2.1.5.2.1 TTR – *TIME TO REPAIR*

Na Bioengenharia é realizado o cálculo do TTR que é considerado como o tempo total para reparar, é o momento em que se detecta a falha a até momento que o equipamento se encontra pronto para realizar suas funções requeridas (DIAS, 2015) utiliza-se as datas de abertura e fechamento de PSMs, resultando na Equação (3):

$$TTR = \sum (\text{Data do fechamento do PSM} - \text{Data da abertura do PSM}) \quad (3)$$

Onde:

- $\sum$ = Somatório dos dias que o equipamento ficou parado para a manutenção durante o período analisado.

2.1.5.2.2 MTTR – Literatura

De acordo com o a literatura o MTTR é calculado de acordo com a equação 4:

$$MTTR = \frac{\sum \text{tempo de reparo}}{n^{\circ} \text{ de } i \text{ ntervenções observadas}} \quad (4)$$

Onde:

- $\sum$ tempo de reparo = $\sum$ (data fechamento PSM – data abertura PSM)

- N° de intervenções observadas = n° de PSMs

2.1.5.3 Disponibilidade

Representa o percentual de tempo em que o equipamento cumpriu a sua função, ou seja, ficou à disposição da operação para desempenhar sua função (SOUZA, 2010). É importante ressaltar que possibilitar a disponibilidade dos equipamentos é o objetivo principal da realização de manutenções (PASCHOAL, 2009). É afetada diretamente pelo MTTR, pois reparar falhas deixa o equipamento indisponível.

2.1.5.3.1 Disponibilidade – Bioengenharia

A forma de calcular é mostrada na equação (5),

$$Disponibilidade = \frac{Dias\ funcionando - TTR}{Dias\ funcionando} \times 100 \quad (5)$$

Onde:

- Dias funcionando = corresponde ao número de dias que o equipamento está funcionando, ou seja, o número de dias desde a data do seu cadastro no SisBiE até a data analisada.
- MTTR = *mean time to repair*, também conhecido como tempo para reparar.

2.1.5.3.2 Disponibilidade – Literatura

A Disponibilidade pode ser estimada a partir do MTBF e MTTR

$$Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100 \quad (6)$$

Onde:

- MTBF = tempo médio entre falhas;
- MTTR = tempo médio para reparar.

Observando a Equação (6) é possível concluir que as duas maneiras de aumentar a Disponibilidade é aumentando o valor do MTBF e diminuindo o valor do MTTR.

2.1.6 HCU-UFU

O Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU), é considerado como o maior prestador de serviços pelo Sistema Único de Saúde (SUS), do estado de Minas Gerais, foi inaugurado em 26 de agosto de 1970, iniciou suas atividades em outubro do mesmo ano e na época contava com apenas 27 leitos, hoje se encontra com um total de 520 leitos e uma área construída maior do que 50 mil m². É o terceiro colocado no ranking de maiores hospitais universitários de rede de ensino do Ministério da Educação (MEC) (HCU-UFU, 2018).

É um hospital de média e alta complexidade sendo referência para 86 municípios da região do Triângulo Norte. Oferece atendimentos de urgência e emergência e alta complexidade, proporcionando atendimento 24 horas por dia (HCU-UFU, 2018).

Tem como missão prestar serviços à sociedade de assistência à saúde, tendo sempre como responsabilidade social buscar excelência na formação dos recursos humanos e na geração de conhecimento científico com desenvolvimento pleno da cidadania (HCU-UFU, 2018).

2.1.6.1 Bioengenharia

Com o surgimento de novas tecnologias, vem ocorrendo um aumento na quantidade de equipamentos médico-assistenciais, alguns com uma complexidade elevada, tornaram necessário a formação de profissionais especializados em

assessorar o corpo clínico, no ponto de vista técnico, no gerenciamento de tecnologias associadas ao serviço de saúde. O profissional dessa área é denominado como Engenheiro Clínico, que utiliza de métodos e tecnologias da área de engenharia para resolver complicações referentes aos serviços oferecidos por um Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS) (GODOY, 2014).

Ultimamente os EAS têm procurado aplicar uma gestão para controle e monitorização de seu parque tecnológico, e a sua utilização no cuidado com o paciente. Sendo assim, o setor de engenharia clínica tem ganhado espaço dentro dos hospitais como alternativa para proporcionar o uso razoável dos equipamentos médicos-assistenciais, tendo como principal objetivo a redução de eventos adversos causados em pacientes devido a falhas e mau uso dos equipamentos e redução dos custos operacionais (SOUZA, 2014).

A manutenção de equipamentos médicos-assistenciais do HCU-UFU fica a cargo do setor de Bioengenharia, que também é atuante em áreas de ensino e pesquisa.

A unidade teve início das atividades em 2000 e encontra-se localizada no bloco 6M ao lado do HCU-UFU. O setor conta hoje com 63 colaboradores que estão distribuídos nas áreas de Engenharia Clínica e Engenharia Hospitalar como: Gerência, Engenharia, Almoxarifado, Mecânica, Eletrônica, Elétrica, Tapeçaria, Caldeira, Manutenção Predial, Arquitetura Hospitalar, Instrumental e Laboratório de Qualidade.

Em 2014, foi implantado um Sistema de Bioengenharia, o SisBiE, um software onde é realizado todos o gerenciamento de manutenções, o mesmo é capaz de realizar o controle eficiente de todo o parque tecnológico existente no HCU-UFU, administrar manutenções realizadas externamente e gerar indicadores para avaliação da qualidade de serviços prestados por todo o setor (OLIVEIRA, 2017).

2.1.6.2 Famílias de equipamentos

De acordo com Godoy (2014), com a criação do novo software, o SisBiE, foi necessário o desenvolvimento de uma metodologia de classificação de equipamentos,

chamado de Família de Equipamentos. A família de equipamentos foi desenvolvida com o objetivo de facilitar a quantificação dos recursos materiais e humanos, conseguindo traçar um perfil para funcionários a serem contratados para atuar em cada grupo de equipamentos. O equipamento tratado nesse trabalho se encontra na família diálise, pois, o mesmo é utilizado no tratamento dialítico. A Figura 1, mostra os equipamentos que compõem o grupo funcional: Diálise.

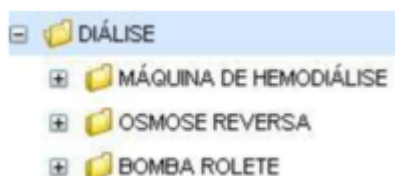


Figura 2: Grupo funcional: Dialise

Fonte: GODOY (2014)

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho foi dividido em três etapas. A primeira etapa consistiu na construção de uma revisão bibliográfica para criar um embasamento sobre o tema proposto, ajudando assim, a definir melhor o problema a ser estudado e ajudar nas outras etapas do estudo.

A segunda etapa constitui-se da obtenção dos dados dos equipamentos de Osmose Reversa. A coleta de dados foi realizada no dia 13 de abril de 2018, através do sistema utilizado no setor bioengenharia do HCU-UFU, o SisBiE. Os dados coletados constam de PSMs registrados a partir do ano de 2014 até a data da coleta dos dados. Dados anteriores ao ano de 2014 não estão presentes no estudo devido a mudança de softwares pois o sistema utilizado até 2014 era o Sistema de gerenciamento de equipamentos (SGE) que ficou operando durante dez anos até que os engenheiros do hospital perceberam a necessidade da montagem de um novo banco de dados que pudesse contribuir de forma mais efetiva para o gerenciamento do parque tecnológico do hospital, portanto, esse trabalho apresentara dados

analisados dentro de um período de 4 anos e 3 meses, Janeiro de 2014 a Abril de 2018.

A terceira e última etapa conta com o cálculo e análise dos indicadores. Os indicadores utilizados nesse trabalho foram escolhidos de acordo com o uso realizado na Bioengenharia, foram calculados de duas formas, a primeira foi realizando os cálculos de acordo com as equações encontradas na literatura e a segunda utilizando as equações utilizadas na Bioengenharia.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa Seção serão expostos os dados referentes aos equipamentos de osmose reversa. Foram considerados apenas dados para osmose reversa portátil. Os dados foram obtidos por meio do banco de dados do SisBiE da Bioengenharia do HCU-UFU. Serão apresentados os resultados obtidos por meio do cálculo dos indicadores encontrados na literatura e os utilizados para o gerenciamento na Bioengenharia. Os indicadores foram obtidos utilizando-se as Equações 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

O HCU-UFU conta com 12 equipamentos de osmose reversa portátil, diferenciados por quatro marcas nomeadas de A à D. Foram utilizadas letras na identificação das marcas para preservar sua identidade. Para a diferenciação de modelos entre marcas foi necessário acrescentar em todas as marcas uma numeração em ordem crescente da quantidade de modelos diferentes. Nesse estudo apenas uma marca apresentou modelos variados, sendo assim, nomeada de marca B1 e B2 para uma melhor identificação.

As Tabelas 1 a 4 mostram os dados obtidos pelos cálculos dos indicadores utilizados na Bioengenharia. Os dados obtidos pelos cálculos dos indicadores encontrados na literatura estarão dispostos nas Tabelas 5 a 8. Os indicadores encontrados na literatura foram calculados apenas para mostrar que mesmo tendo equações diferentes o resultado é aproximado. A principal diferença entre a literatura e a Bioengenharia é dada pelo indicador que apresenta o tempo de reparo, pois na Bioengenharia é calculado o TTR, tempo de reparo, não é realizada a média, é utilizado apenas o somatório das datas de abertura e fechamento de PSMs, nos

mostrando o total de dias que o equipamento ficou parado para reparo. E na literatura é realizado o cálculo do MTTR, onde é realizado a média do somatório das datas de abertura e fechamento de PSMs.

A marca A possui três equipamentos de mesmo modelo, nomeados como A1. Na Tabela 1 estão expostos os dados obtidos. É possível observar que todos os equipamentos necessitaram de manutenções corretivas, e, apesar de terem a mesma quantidade de dias em funcionamento uns possuem um número maior de PSMs, como é o caso do equipamento número 3 que possui 44 PSMs que é mais da metade do número de PSMs do equipamento número 2 que teve apenas 17 PSMs.

Observando o TTR é possível perceber que o equipamento número 3, apesar de ter a mesma quantidade de dias de funcionamento e ser do mesmo modelo que os equipamentos 1 e 2, foi o que obteve o maior valor para TTR, isso quer dizer que o tempo para reparar sua falha foi maior do que dos outros dois equipamentos. O alto TTR do equipamento número 3 pode ser devido ao tipo de falha que o equipamento apresentou, pode ser devido à demora da aquisição de peças, entre outros. Para saber mais sobre os motivos que levaram o alto índice do TTR é necessário que uma pesquisa mais aprofundada seja realizada pelo Engenheiro Clínico.

Tabela 1: Osmose reversa portátil marca A indicadores Bioengenharia

nº do equipamento	modelo	Dias em func.	nºPSM	MTBF (dias)	TTR (dias)	Disponibilidade (%)
1	A1	1417	30	47,23	248,00	82,50
2	A1	1417	17	83,35	107,00	92,45
3	A1	1417	44	32,20	326,00	76,99

A marca B possui 6 equipamentos, divididos em dois modelos, B1 e B2. Os dados obtidos estão representados na Tabela 2.

Observa-se que o equipamento número 4, apesar de ter a mesma quantidade de dias de funcionamento que os equipamentos 5 e 6, apresentou quase o dobro de PSMs e um alto TTR, cerca de 33% do tempo de utilização ele ficou em manutenção. Esses indicadores podem significar que pode haver problemas com o uso do equipamento, com o tempo de espera de peças ou com o defeito apresentado.

O equipamento 5 apresentou um TTR 47% menor que o equipamento 6, apesar de terem aproximadamente o mesmo número de PSMs. Essa diferença pode estar relacionada, como descrito para o equipamento 4, a fatores como o tipo de defeito que o mesmo apresentou, pois para o cálculo do TTR as várias etapas desde o tempo em que o técnico demorou para buscar o equipamento para manutenção até o tempo demorado para encontrar a falha são considerados.

O equipamento número 9, é apresentou apenas um PSM, e uma Disponibilidade de 100%, não ficou nem um dia em reparo, apesar de ter a mesma quantidade de dias de funcionamento que os equipamentos 7 e 8. Esse resultado pode ser consequência de menor utilização do equipamento 9.

Outro resultado que chama atenção é o TTR do equipamento 7 que é mais de cinco vezes o TTR do equipamento 8, apesar de terem o mesmo número de PSMs. Observa-se que o equipamento 7 foi o que apresentou a menor Disponibilidade e, uma Disponibilidade muito baixa ficando muito tempo indisponível para uso.

É possível observar na Tabela 2 a grande diferença na quantidade de PSMs entre os dois modelos. O modelo B1 possui mais dias em funcionamento, porém, a quantidade de PSMs é proporcionalmente bem maior em comparação ao modelo B2. Sendo assim, os indicadores mostram que é necessária uma pesquisa mais aprofundada do porquê o modelo B1 apresentou uma diferença tão grande em relação aos equipamentos do modelo B2.

Tabela 2: Osmose reversa portátil marca B indicadores Bioengenharia

nº do equipamento	modelo	Dias em func.	nºPSM	MTBF (dias)	TTR (dias)	Disponibilidade (%)
4	B1	2978	71	41,94	980,00	67,09
5	B1	2978	46	64,74	453,00	84,79
6	B1	2978	48	62,04	798,00	73,20
7	B2	1383	6	230,50	538,00	61,10
8	B2	1383	6	230,50	102,00	92,62
9	B2	1383	1	1383	0	100

A marca C conta com apenas um equipamento, como mostrado na Tabela 3. O equipamento número 10 apresentou 27 PSMs, um MTBF de 152,59. Apresentou uma boa Disponibilidade de 84,44%.

Tabela 3: Osmose reversa portátil marca C indicadores Bioengenharia

nº do equipamento	modelo	Dias em func.	nºPSM	MTBF (dias)	TTR (dias)	Disponibilidade (%)
10	C1	4120	27	152,59	641,00	84,44

A marca D possui 2 equipamentos de mesmo modelo, estes estão apresentados na Tabela 4.

É possível observar que o equipamento número 11 é o equipamento que possui a maior quantidade de PSMs e um baixo valor para MTBF. Apesar de possuir uma grande quantidade de PSMs as Disponibilidades dos equipamentos são próximas. O TTR do equipamento 12 em relação ao 11 tem apenas 57 dias de diferença mesmo com 60% a mais de números de PSM. A complexidade das falhas pode ser um fator que acarretou o alto TTR do equipamento. É necessário que o Engenheiro Clínico realize uma pesquisa mais aprofundada para saber o que levou a essa diferença entre os equipamentos.

Tabela 4: Osmose reversa portátil marca D indicadores Bioengenharia

nº do equipamento	modelo	Dias em func.	nºPSM	MTBF (dias)	TTR (dias)	Disponibilidade (%)
11	D1	5575	56	99,55	399,00	92,84
12	D1	5006	34	147,24	342,00	93,17

As Tabelas 5 a 8 apresentam os dados obtidos através dos cálculos dos indicadores encontrados na literatura, o indicador de Disponibilidade da literatura apesar de possuir uma equação diferente da Disponibilidade da Bioengenharia, quando calculados os dois apresentam os mesmos valores.

A Tabela 5, dispõe os dados da marca A, que conta com 3 equipamentos de mesmo modelo e datas de aquisição iguais. O equipamento número 1 é o que possui o maior MTTR, e menor quantidade de PSMs que o equipamento 3. Isso pode ser

devido ao tipo de problema que o equipamento teve, como por exemplo, o mesmo pode ter apresentado uma falha mais complexa do que os outros equipamentos, não havia peças disponíveis para o conserto e entre outros.

Tabela 5: Osmose reversa portátil marca A indicadores literatura

nº do equipamento	modelo	Dias em func.	nºPSM	MTBF (dias)	MTTR (dias)	Disponibilidade (%)
1	A1	1417	30	38,97	8,27	82,50
2	A1	1417	17	77,06	6,29	92,45
3	A1	1417	44	24,80	7,41	76,99

A Tabela 6, apresenta os dados da marca B, que possui 6 equipamentos distribuídos em dois modelos diferentes. O equipamento número 7 do modelo B1 apresentou um MTTR de 89,67 dias, o maior dentre os demais.

Como nos cálculos feitos para indicadores da Bioengenharia, o equipamento 5 apresentou um MTTR 41% menor que o equipamento 6, apesar de terem aproximadamente o mesmo número de PSMs.

O MTTR do equipamento 7 é mais de cinco vezes o MTTR do equipamento 8, apesar de terem o mesmo número de PSMs.

Tabela 6: Osmose reversa portátil marca B indicadores literatura

nº do equipamento	modelo	Dias em func.	nºPSM	MTBF (dias)	MTTR (dias)	Disponibilidade (%)
4	B1	2978	71	28,14	13,80	67,09
5	B1	2978	46	54,89	9,85	84,79
6	B1	2978	48	45,42	16,63	73,20
7	B2	1383	6	140,83	89,67	61,10
8	B2	1383	6	213,50	17,00	92,62
9	B2	1383	1	1383	0	100

A Tabela 7, apresenta os dados da marca C, que possui apenas um equipamento.

Tabela 7: Osmose reversa portátil marca C indicadores literatura

nº do equipamento	modelo	Dias em func.	nºPSM	MTBF (dias)	MTTR (dias)	Disponibilidade (%)
10	C1	4120	27	128,85	23,74	84,44

A Tabela 8 apresenta os dados da marca D, com dois equipamentos de mesmo modelo. Apesar dos equipamentos 11 e 12 terem tempo de utilização próximos (11% de diferença), o equipamento 11 tem cerca de 60% a mais de PSMs, porém possui um MTTR 30% menor.

Tabela 8: Osmose reversa portátil marca D indicadores literatura

nº do equipamento	modelo	Dias em func.	nºPSM	MTBF (dias)	MTTR (dias)	Disponibilidade (%)
11	D1	5575	56	92,43	7,13	92,84
12	D1	5006	34	137,18	10,06	93,17

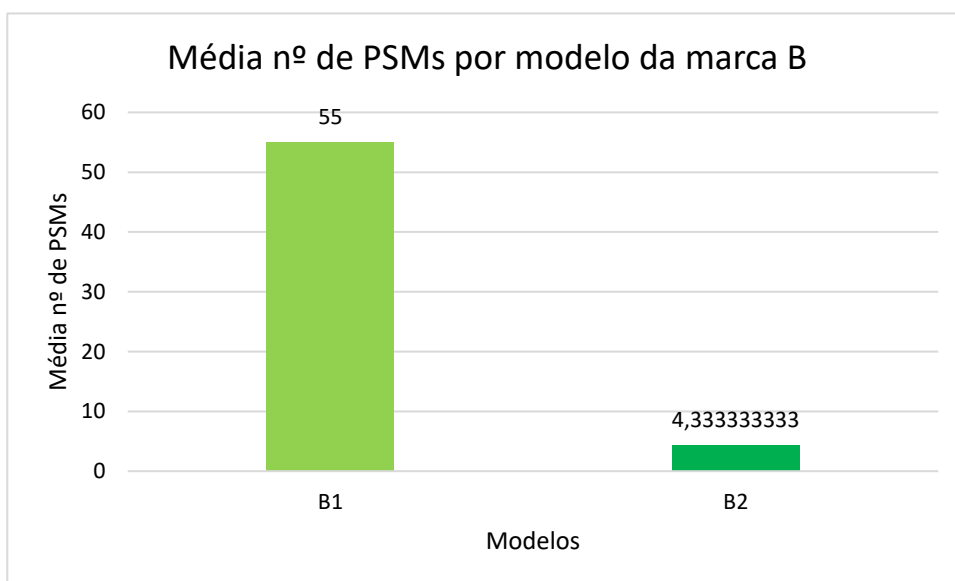
Em seguida foram realizadas as comparações entre os indicadores usados na Bioengenharia por modelos da marca B, já que a mesma é a única que apresenta mais de um modelo. Foram realizadas as médias aritméticas de cada elemento, do número de PSMs e dos indicadores. A média foi realizada fazendo o somatório da quantidade de número de PSM e somatório de cada um dos indicadores, MTBF, TTR e Disponibilidade, para cada modelo e por fim foi feito a divisão pela quantidade de equipamentos por modelo. A comparação tem como finalidade avaliar o comportamento de cada equipamento. Do mesmo modo foram realizadas comparações gerais entre as marcas.

O Gráfico 1 apresenta a média do número de PSMs por modelo da marca B. Nota-se que o modelo B1 possui uma média de 55 PSMs enquanto o modelo B2 possui uma média de aproximadamente 4. A diferença é grande quando se compara o tempo em que os equipamentos estão funcionando, pois, o modelo B1 tem mais que o dobro de tempo de uso que o modelo B2.

As informações contidas no número de PSMs podem ajudar o gestor a analisar os motivos que levaram determinado equipamento a possuir uma quantidade maior de PSMs, como por exemplo, se o motivo é a falta de conhecimento do operador, se o equipamento é mais utilizado do que outros, ou até mesmo se o equipamento possui

uma performance pior. Com essa análise o gestor pode desenhar um plano de ação para reduzir o número de PSMs, como dar suporte a equipe de operadores para manter o desempenho do equipamento, fazer um revezamento entre os equipamentos ou até descartar a ideia de adquirir novamente determinado equipamento caso o problema seja a qualidade do equipamento. Com a redução da quantidade de PSMs há também a redução dos custos de serviço e dos tempos que o equipamento fica parado para a manutenção.

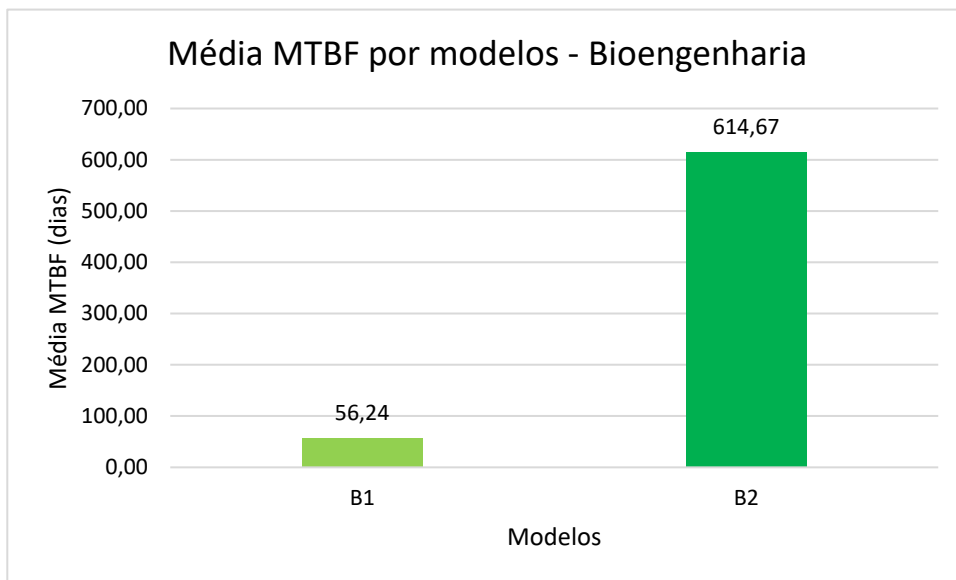
Gráfico 1: Média do número de PSMs por modelos da marca B.



O Gráfico 2 apresenta a média do indicador MTBF calculado na Bioengenharia, para os modelos da marca B. Como mostrado no Gráfico 1 o modelo B1 possui grande quantidade de PSMs, isso mostra que a taxa de falhas do mesmo ocorre com uma frequência maior do que o modelo B2 como é possível observar no Gráfico 2.

O indicador MTBF é utilizado para ter uma melhor visão das medidas que devem ser tomadas para diminuir os tempos de parada do equipamento. Aplicando rotinas de inspeção e um planejamento adequado de manutenções preventivas podem auxiliar na diminuição do índice do MTBF, possibilitando o aumento dos intervalos de manutenção, disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos. O aumento do MTBF pode indicar se as manutenções tanto corretivas quanto preventivas estão sendo aplicadas de maneira adequada e sendo bem executadas pela equipe.

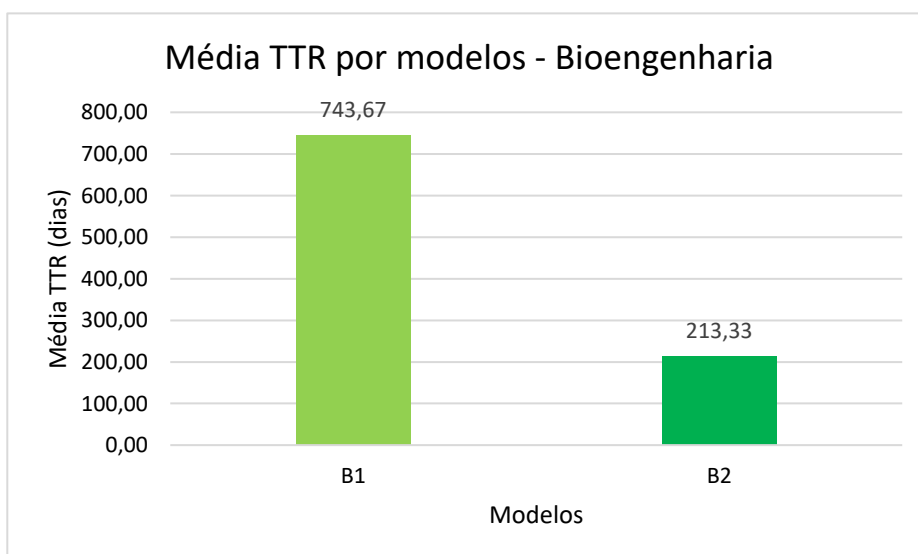
Gráfico 2: Média MTBF Bioengenharia por modelos da marca B.



O Gráfico 3 apresenta a média do indicador TTR para os modelos da marca B. A média do tempo de reparo para os equipamentos do modelo B1 é mais de 3 vezes a do modelo B2.

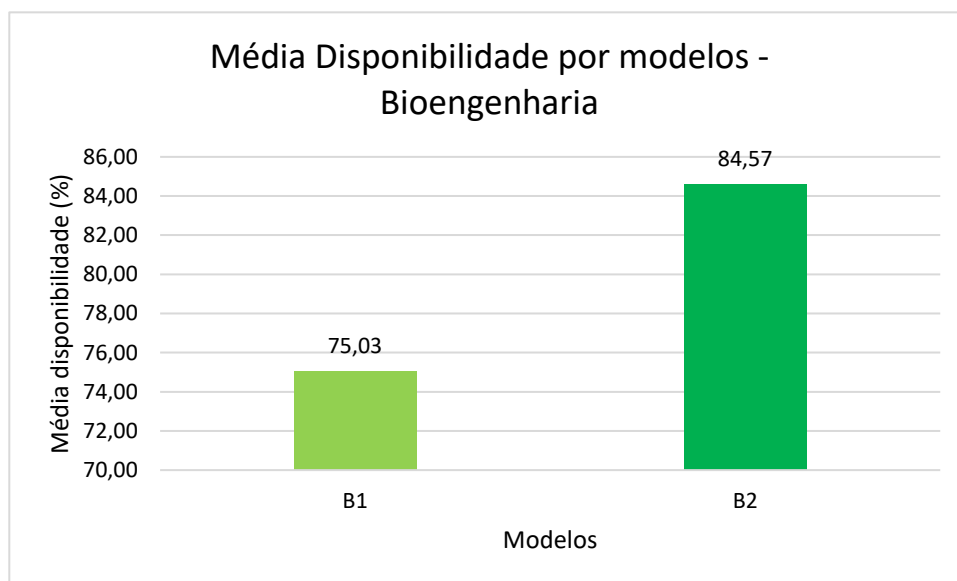
Existem uma grande variedade de fatores que podem contribuir para o alto índice do TTR, como por exemplo, a falta de materiais necessários para a manutenção, uma manutenção preventiva ineficiente e entre outros. Com o valor do TTR o gestor é capaz de avaliar os fatores que contribuíram para o alto valor do TTR e desenvolver uma estratégia para melhorar caso o equipamento precisar de outras intervenções.

Gráfico 3: Média TTR Bioengenharia por modelos da marca B.



O Gráfico 4 apresenta a média do indicador de Disponibilidade para os equipamentos da marca B. O percentual que os equipamentos do modelo B1 mostraram-se disponíveis para desempenhar suas funções foi, em média, de 75%. Enquanto, o modelo B2 apresentou uma Disponibilidade média de 84,57%.

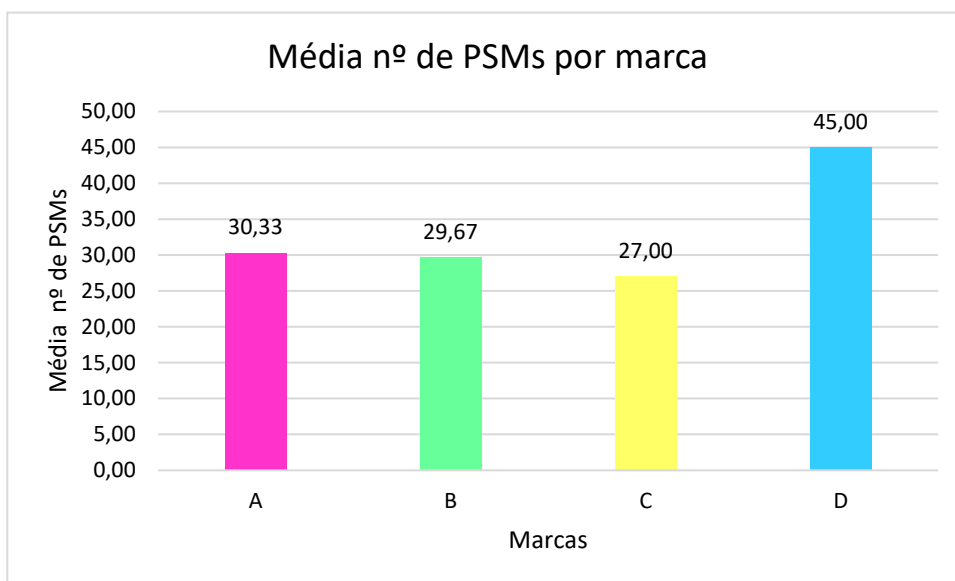
Gráfico 4: Média Disponibilidade Bioengenharia por modelos da marca B.



Os Gráficos 5 a 8 mostram as comparações realizadas entre as marcas para os indicadores usados pela Bioengenharia.

O Gráfico 5 apresenta a média do número de PSMs realizados nos últimos 4 anos, para todas as 4 marcas de osmose reversa portátil. A marca que apresentou a maior média de números de PSM foi a marca D, com 45, seguido da marca A, com uma média de 30,33. Não há uma discrepância dos números de PSMs entre as marcas A, B e C. mas deve ser analisado pelo gestor os motivos para os registros dos PSMs, para saber se a causa dos PSMs são a qualidade de desempenho de determinada marca, se o equipamento de determinada marca é o mais utilizado dentre outros, ou até mesmo se os operadores conseguem manipular o equipamento de maneira adequada para não prejudicar o desempenho do mesmo, estes são fatores que devem ser levados em consideração no momento de análise de dados para a criação de um planejamento para a otimização dos números de PSM.

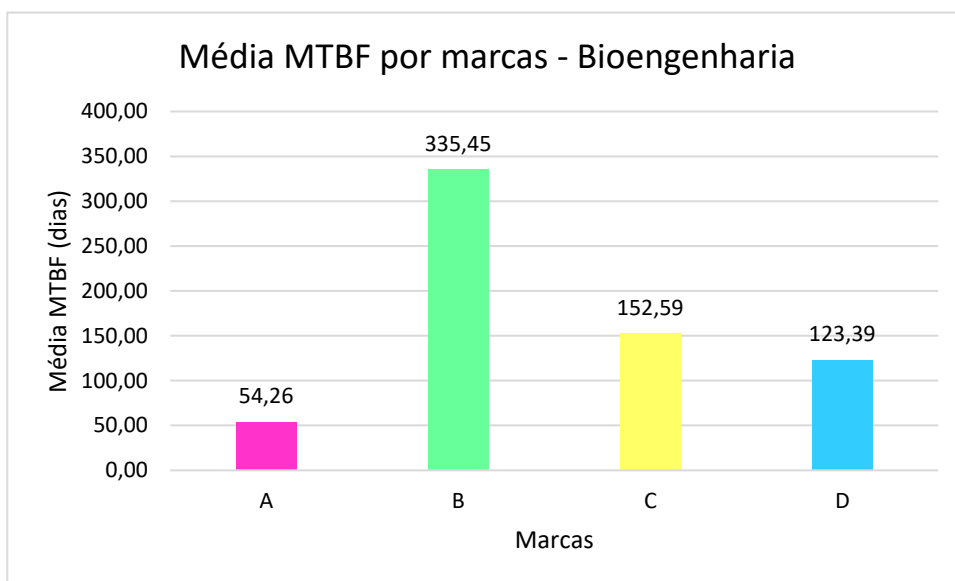
Gráfico 5: Média do número de PSMs das 4 marcas de osmose reversa portátil.



O Gráfico 6 expõe os valores obtidos através do cálculo da média do indicador MTBF para todas as marcas de osmose reversa portátil, representa a confiabilidade da marca, quanto maior seu valor melhor é a qualidade da marca. A marca que possui o pior valor de MTBF é a marca A com uma média entre as intervenções de 54,26 dias. A marca B apresentou o melhor MTBF, com uma média de 335,45 dias entre as intervenções, sendo cerca de 6 vezes maior que a média de MTBF para a marca A. É possível observar uma grande diferença entre os valores da marca A e a marca B. Lembrando que o modelo B1 foi o que apresentou os melhores indicadores, elevando essa média. Assim, pela média do MTBF, os equipamentos da marca B, possuem uma qualidade superior às demais marcas analisadas.

A análise da média do MTBF calculados de acordo com as equações da literatura não foi feita aqui por serem semelhantes aos da Bioengenharia.

Gráfico 6: Média do indicador MTBF das 4 marcas de osmose reversa portátil.

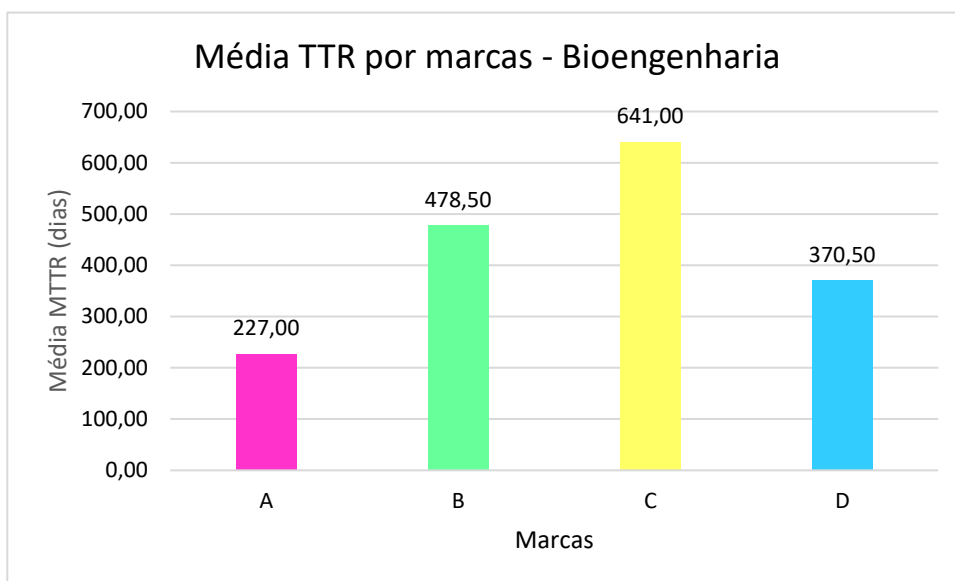


O Gráfico 7 exibe as comparações entre as marcas para o indicador TTR. A marca C apresentou a maior média para o tempo de reparo, o que quer dizer que os equipamentos da marca C ficaram parados durante muito tempo para reparo. A marca que apresentou melhor valor de TTR foi a marca A com uma média de 227 dias, sendo aproximadamente três vezes menor que o TTR da marca C. A marca B apresentou uma média de 478,50 dias e a marca D obteve uma média de 370,50 dias, ambas apresentaram média menor do que a marca C.

A análise da média do MTTR não foi feita aqui por serem semelhantes.

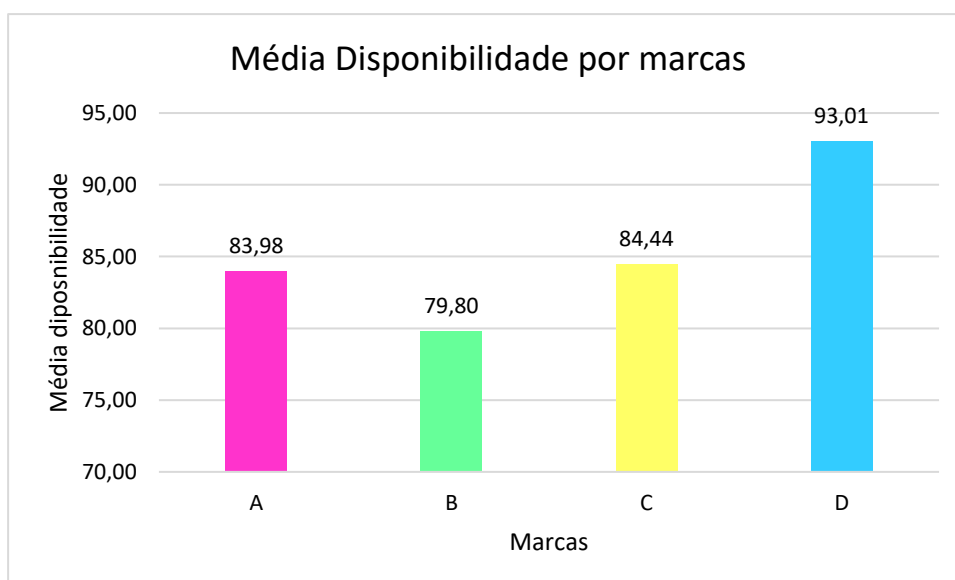
Com a ajuda do TTR o gestor pode investigar os motivos para um tempo de reparo muito alto, vários fatores influenciam o TTR, por isso o gestor deve ser minucioso em sua investigação. Por exemplo, se as peças para a manutenção são difíceis de serem encontradas, se o equipamento possui um sistema mais sofisticado e mais difícil de reparar, se há poucos funcionários que possuem a capacidade de reparar o equipamento e entre outros.

Gráfico 7: Média do indicador TTR das 4 marcas de osmose reversa portátil.



O Gráfico 8 mostra a média da Disponibilidade dos equipamentos por marcas. A marca com o maior percentual de tempo médio disponível foi a marca D que apresentou uma média de 93,01%. Foi apresentado somente uma média de Disponibilidade para Bioengenharia e Literatura por serem iguais.

Gráfico 8: Média do indicador de Disponibilidade das 4 marcas de osmose reversa portátil.



3. CONCLUSÃO

O HCU-UFU possui um parque tecnológico que conta com equipamentos médicos-assistenciais de alta, média e baixa complexidade. Com isso, foi necessário o desenvolvimento de um setor responsável por manter os equipamentos em bons estados de funcionamento e realizar manutenções, o setor foi denominado de Bioengenharia, dividido em várias áreas para atender todo o parque tecnológico. A Bioengenharia conta com a ajuda de um software de gerenciamento que permite que os funcionários de todo o hospital realizem pedidos de serviço de manutenção sendo atendidos por sua área destinada dentro da Bioengenharia.

O trabalho foi desenvolvido baseado nos indicadores de desempenho utilizados na Bioengenharia para avaliar o desempenho dos equipamentos e dos funcionários do setor, onde foram avaliados um total de 386 PSM para 12 equipamentos distintos. Para esse trabalho foram levados em conta os dados contidos no SisBiE.

Ao realizar a análise da comparação entre as marcas é possível observar que o equipamento A foi o que apresentou a maior quantidade de indicadores ruins, aparecendo nos gráficos entre uma das marcas com maior número de PSMs, menor MTBF e menor Disponibilidade. Outras questões que merecem atenção, por exemplo, são em relação à quantidade de PSMs da marca D, bem como o alto TTR para a marca C.

Porém, cabe ressaltar que o uso apenas de indicadores não apresenta todo o contexto em torno das manutenções corretivas, é sempre necessário avaliar outros fatores qualitativos, como por exemplo, rotina de treinamento de funcionários que utilizam o equipamento no dia-a-dia, qualificação de funcionários responsáveis pelas manutenções, quantidade de peças em estoque, demanda atendida pelo equipamento, condições ambientais onde o equipamento está sendo utilizado, entre outros.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA). **Resolução 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.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 02, de 25 de janeiro de 2010**. Dispõe sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde. Brasília, 2010.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 33, de 3 de junho de 2008**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação dos Sistemas de Tratamento e Distribuição de Água para hemodiálise no Sistema Nacional de Vigilância Sanitária.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 154, de 15 de junho de 2004**. Estabelece o Regulamento Técnico para o funcionamento dos Serviços de Diálise.

AMORIM, Aline Silva et al. **O desafio da gestão de equipamentos médico-hospitalares no Sistema Único de Saúde**. Saúde em Debate, v. 39, p. 350-362, 2015.

Associação brasileira de normas técnicas (ABNT). **Confiabilidade e Manutenibilidade – Terminologia**, NBR 5462, Rio de Janeiro, p. 37, 1994.

BUZZO, Márcia Liane et al. **A importância de programas de monitoramento da qualidade da água para diálise na segurança dos pacientes**. Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso), v. 69, n. 1, p. 01-06, 2010.

CANDIDO, Cezar Aparecido; ALMEIDA, Rogéria Maria Alves de. **Equipamentos utilizados em tratamento de água hospitalar para hemodiálise**. 2014. Disponível em: <[http://www.fatecbauru.edu.br/mtg/source/Equipamentos utilizados em tratamentos de água.pdf](http://www.fatecbauru.edu.br/mtg/source/Equipamentos_utilizados_em_tratamentos_de_água.pdf)>. Acesso em: 25 maio 2018.

DIAS, Íris Soraia Cristóvão. **Aplicação de Técnicas de Fiabilidade e Gestão de Manutenção numa Linha de Tratamento de Frigoríficos em Fim de Vida: Caso de Estudo Recielectric**. 2015. Tese de Doutorado.

FARIA, Paulo Gil Siqueira de et al. **Reaproveitamento do concentrado gerado por sistema de tratamento de água por osmose reversa em uma clínica de hemodiálise**. Eng. sanit. ambient, v. 21, n. 2, p. 329-336, 2016.

FERNANDES, João C. et al. **Manutenção Corretiva: Manutenção e Lubrificação de Equipamentos**. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Faculdade de Engenharia–Bauru, 2010.

GODOY, Carolina Mendes de. **Metodologia para a classificação de equipamentos médico-hospitalares no hospital de clínicas de Uberlândia da universidade federal de Uberlândia**. Curso de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

GUTIÉRREZ, Carlos Alberto Barros; **Serviços, como planejar e controlar o dia-a-dia da manutenção?**. Trabalho técnico para apresentação no XX congresso brasileiro de manutenção; 2005.

HOSPITAL DE CLÍNICAS DE UBERLÂNDIA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (Uberlândia Minas Gerais). **Institucional**. Disponível em: <<http://www.hc.ufu.br/pagina/institucional>>. Acesso em: 28 maio 2018.

HUAIIRA, Rosalia Maria Nunes Henriques et al. **Validated registry of pre-dialysis chronic kidney disease: description of a large cohort**. Brazilian Journal of Nephrology, n. AHEAD, p. 0-0, 2018.

JESUS, Geiza Pereira de; ALMEIDA, Aline A. **Principais problemas gerados durante a terapia de hemodiálise associados à qualidade da água**. Salvador: Revista Atualiza Saúde, 2016. 12 p.

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção-função estratégica**. Qualitymark Editora Ltda, 2001.

LEÃO, Eliseth Ribeiro et al. **Qualidade em Saúde e indicadores como ferramenta de gestão**. São Caetano do Sul, SP: Yendis, 2008. 302 p.

LIBERATO, Gislene Silva. **Aplicação do plasma elétrico no controle da qualidade bacteriológica da água de osmose reversa utilizada em serviços de hemodiálise**. 2017. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bioengenharia, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2017.

LYDIO, Renata Lourenço; GOMES, Débora Leandro Rama. **Fatores de risco associados ao desenvolvimento de infecção em pacientes submetidos à hemodiálise.** Saúde. Com-Ciência ISSN: 2594-5890, v. 1, n. 1, 2014.

OHASHI, Eduardo Augusto Maués; MELHADO, Silvio Burrattino. **A importância dos indicadores de desempenho nas empresas construtoras e incorporadoras com certificação ISO 9001: 2000.** X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004.

OLIVEIRA, Homero de Castro. **Avaliação dos custos diretos de materiais utilizados na manutenção dos equipamentos médico-assistenciais do Hospital de Clínicas de Uberlândia.** Curso de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

PASCHOAL, Débora Rodrigues de Souza et al. **Disponibilidade e confiabilidade: Aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade.** Revista da Engenharia de Instalações no mar da FSMA nº, v. 3, p. 1, 2009.

PINTO, Vitor M. **Gestão de Manutenção.** Lisboa: MIE. IAPMEI, 1994. 176 p.

ROSA, Eurycibiades Barra. **Indicadores de desempenho e sistema ABC: o uso de indicadores para uma gestão eficaz do custeio e das atividades de manutenção.** 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SILVA, Alice Castilhos. **Análise de confiabilidade para redução de índice de refugo em um processo de calandragem.** Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

SILVA, Ana Maria Misael et al. **Revisão/Atualização em diálise: água para hemodiálise.** J. bras. Nefrol, v. 18, n. 2, p. 180-188, 1996.

SILVA, Andreia Soares et al. **Perfil de pacientes portadores de insuficiência renal crônica submetidos à terapia hemodialítica.** Mostra Científica da Farmácia, v. 3, n. 1, 2017.

SOARES, Fernando da Silva. **Introdução da manutenção preventiva sistemática nos SASUC.** 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra.

SOUZA, Alexandre Ferreli et al. **Gestão de manutenção em serviços de saúde.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2010. 183 p.

SOUZA, Antônio Artur et al. **Análise da logística hospitalar e dos custos do Setor de Engenharia Clínica em um Hospital filantrópico.** Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 9, n. 4, p. 35, 2014.

TEIXEIRA, Elisabeth Pelosi; DA SILVA, Patrícia Bezerra. **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 ISSN: 2236-1103, v. 4, n. 4, p. 42-51, 2011.