



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



ALLYSSANE REZENDE SIMÃO

**ANÁLISE DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO DAS MÁQUINAS DE
HEMODIÁLISE DO HOSPITAL DE CLÍNICAS DE UBERLÂNDIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Uberlândia
2018

ALLYSSANE REZENDE SIMÃO

**ANÁLISE DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO DAS MÁQUINAS DE
HEMODIÁLISE 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, meus irmãos, meus sobrinhos, aos meus amigos e ao meu marido pelo estímulo, carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente aos meus pais Cleusa e Ivanildo, que pela segunda vez não mediram esforços para que eu concluísse mais uma graduação, me proporcionando todo suporte necessário. Aos meus irmãos e sobrinhos pelo carinho de sempre.

Ao meu marido Lucas por me incentivar, me fazer acreditar que sou capaz e não me deixar desistir.

Aos professores que me deram a base para continuar em busca de conhecimento, em especial a Prof.^a Selma Terezinha Milagre pelo incentivo, motivação, paciência, compreensão e orientação deste trabalho.

Aos amigos que fiz ao longo da vida, em especial aos Lhamas, que fizeram a nossa última viagem ser fonte de inspiração e motivação, pra que eu continuasse determinada nesse final de curso.

Aos amigos da Engenharia Biomédica, em especial a Danielle, Justino, Vinicius, Tássia, Flávia, Nágila, e Mariana pela parceria durante todos esses anos e por nunca hesitarem em me ajudar.

À minha psicóloga Andrea por ser parte fundamental nessa reta final, me fazendo compreender minhas limitações e me dando suporte para superá-las.

À UFU por me proporcionar momentos inesquecíveis desde 1991.

Finalmente agradeço a Deus pelo dom da vida e ser o responsável por tudo isso, me fazendo uma pessoa muito feliz. Muito Obrigada!

“O fim não existe quando temos por dentro a certeza de recomeçar”

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise dos indicadores de manutenção corretiva das máquinas de hemodiálise do Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia – HCU-UFU. Os indicadores analisados foram Tempo Médio Entre Falhas (TMEF), Tempo Médio de Reparo (TMR) e Disponibilidade (DISP). Para efeito comparativo, foram calculados da forma como é encontrado na literatura e como são empregados no setor de BioEngenharia. A pesquisa foi realizada por meio da coleta de dados do Sistema de BioEngenharia (SisBiE), no período de janeiro de 2014 a abril de 2018. Foram analisados os PSMs de manutenções corretivas de 27 máquinas de hemodiálise, de duas marcas distintas. As marcas foram referenciadas como A e B para que não as comprometesse, sendo que a marca A possui dois modelos (A1 e A2) e a marca B, apenas um modelo (B1). Em seguida foram realizados os cálculos dos indicadores e feita uma comparação entre os modelos de cada marca. Por fim, foi feita uma comparação da média dos indicadores, utilizando a média aritmética, entre os modelos da marca A. Os resultados mostraram que o equipamento da marca B possui os melhores indicadores.

ABSTRACT

This work presents an analysis of the indicators of corrective maintenance of the hemodialysis machines of Hospital de Clínicas de Uberlândia, Federal University of Uberlândia. The indicators analyzed were those used in the hospital, Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time of Repair (MTTR) and Availability. For comparative purposes, they were calculated from the way it is found in the literature and how they are used in the Bioengineering sector. The research was carried out through the data collection of the BioEngineering System (SisBiE), from January 2014 to April 2018. The PSMs of corrective maintenance of 27 hemodialysis machines, of two different brands, were analyzed. Trademarks have been referred to as A and B so that they do not compromise them, with brand A having two models (A1 and A2) and brand B, only one model (B1). Then the calculations of the indicators were carried out and a comparison was made between the models of each brand. Finally, a comparison of the mean of the indicators, using the arithmetic average, between the models of the brand A was carried out. The results showed that the equipment of brand B has the best indicators.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- INTERFACE DO SISTEMA DE BIOENGENHARIA (SISBIE)	15
FIGURA 2- FAMÍLIA DE EQUIPAMENTOS DO SISBIE	22
FIGURA 3- EQUIPAMENTOS DA FAMILIA DE DIÁLISE	24
FIGURA 4- MÁQUINA DE HEMODIÁLISE –VISTA FRONTAL E POSTERIOR.....	24
FIGURA 5 - PAINEL DE CONTROLE DA MAQUINA DE HEMODIÁLISE.....	25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- RESULTADOS OBTIDOS DOS INDICADORES DA MÁQUINA DE HEMODIÁLISE **30**

TABELA 2- MÁQUINAS DE HEMODIÁLISE QUE APRESENTAM MAIORES DIFERENÇAS DE N°DE PSM, TMEF, TMR E DISP **33**

TABELA 3- MÁQUINAS DE HEMODIÁLISE MODELO A1 **34**

TABELA 4- MÁQUINAS DE HEMODIÁLISE MODELO A2 **35**

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- MÉDIA DE PSM_s DA MARCA A	36
GRÁFICO 2- MÉDIA DE TMEF DA MARCA A.....	36
GRÁFICO 3- MÉDIA DE TMR DA MARCA A.....	37
GRÁFICO 4- MÉDIA DE DISP DA MARCA A	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

DISP – Disponibilidade

EAS – Estabelecimento Assistencial de Saúde

EMA – Equipamento Médico-Assistencial

HCU – Hospital de Clínicas de Uberlândia

MC – Manutenção Corretiva

MEC – Ministério da Educação

MPd. – Manutenção Preditiva

MP – Manutenção Preventiva

OMS – Organização Mundial de Saúde

PSM – Pedidos de Serviço de Manutenção

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

SGE – Sistema de Gerenciamento de Equipamentos

SisBiE – Sistema de Bioengenharia

SUS – Sistema Único de Saúde

TMEF – Tempo Médio Entre Falhas

TMR – Tempo Médio de Reparo

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 HOSPITAL DE CLÍNICA DE UBERLÂNDIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (HCU–UFU)	14
2.1.2 BIOENGENHARIA	15
2.1.3 EQUIPAMENTO MÉDICO-ASSISTENCIAL	16
2.1.4 MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS-ASSISTENCIAIS	17
2.1.5 TIPOS DE MANUTENÇÃO	19
2.1.5.1 Manutenção Corretiva - MC	19
2.1.5.2 Manutenção Preventiva – MP	20
2.1.5.3 Manutenção Preditiva - MPd	21
2.1.6 – Família dos Equipamentos	21
2.1.7 – Máquina de Hemodiálise	22
2.1.8 Indicadores	25
2.1.8.1 Tempo Médio Entre Falhas (TMEF)	26
2.1.8.2 Tempo Médio de Reparo (TMR)	27
2.1.8.3 Disponibilidade (DISP)	28
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS	29
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
3. CONCLUSÕES	38
4 REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Equipamentos Médico-Assistenciais (EMAs) são recursos relevantes, que dão suporte às ações da saúde. Podem ser utilizados para inúmeras finalidades, a começar da prevenção até o tratamento de doenças, abrangendo desde dispositivos mais simples, como agulhas, cabos e sensores, até equipamentos mais sofisticados e com tecnologia de ponta [1].

Diante da importância desses equipamentos, é fundamental que eles sejam mantidos em operação, seguindo sua padronização metrológica e os requisitos de segurança necessários. Para isso, devem periodicamente passar por manutenções, reparos e substituições de peças, visando o bom funcionamento e garantindo a confiabilidade necessária dos resultados. Lembrando que os processos de manutenção garantem o completo ciclo de vida dos EMAs [1,2].

O crescimento da assistência hospitalar nas últimas décadas tem impulsionado o desenvolvimento tecnológico de indústria de produtos médicos, tornando os EMAs e as atividades que eles envolvem cada vez mais efetivos, e consequentemente melhorando a qualidade de vida dos pacientes [1,3].

Um exemplo dos avanços tecnológicos utilizados nos hospitais é a máquina de hemodiálise, que surge para auxiliar nas funções desempenhadas pelos rins, promovendo a filtragem do sangue por via extracorpórea através de uma membrana sintética especial.

Uma vez que, no ser humano, os rins desempenham diversas funções como: remoção dos produtos tóxicos do metabolismo, regulação do equilíbrio ácido-base do corpo, controle do volume e da composição dos líquidos corporais, regulação da pressão arterial e secreção de hormônios. A perda das funções renais, mesmo que por um curto período de tempo, representa ameaça à vida [4]. Dessa forma, uma alternativa é fazer a hemodiálise, que não promove o restabelecimento dos rins, nem restaura suas funções, mas funciona como uma terapia substitutiva que realiza parcialmente as funções renais, prevenindo prejuízos a outros órgãos [4].

O desempenho adequado desse equipamento nas funções corretas garante segurança ao usuário, por isso, é fundamental que um conjunto de ações sejam organizadas e executadas de forma eficaz para garantir sua segurança e qualidade, sejam essas por meio de revisões regulares ou manutenções periódicas. Para

garantir maior confiabilidade e qualidade dos equipamentos a utilização de *Softwares* de gerenciamento e indicadores são ferramentas eficazes referentes a manutenções. Os indicadores permitem descrever, classificar, ordenar, comparar ou quantificar de maneira sistemática aspectos de uma realidade e que atendam às necessidades dos tomadores de decisões de acordo com sua qualidade e produtividade [5].

Os dados coletados para a realização deste estudo abordam alguns indicadores de manutenção tais como: Tempo Médio Entre Falhas (TMEF), Tempo Médio de Reparo (TMR) e Disponibilidade (DISP). Os dados analisados estão compreendidos entre Janeiro de 2014 e Abril de 2018, referentes a 27 máquinas de hemodiálise, distribuídas no setor de transplantes e de nefrologia do HCU-UFU.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo sobre os indicadores de manutenção das Máquinas de Hemodiálise do Hospital de Clínicas de Uberlândia no período de janeiro 2014 a abril de 2018.

1.2 Objetivos Específicos

- Conhecer os dados fornecidos pelo software de gerenciamento SisBiE;
- Estudar indicadores de manutenção;
- Calcular indicadores de manutenção para as máquinas de hemodiálise do HCU-UFU;
- Analisar o tempo médio entre falhas, o tempo de reparo e a disponibilidade dos equipamentos;
- Comparar os resultados dos indicadores obtidos pela forma citada na literatura e a forma utilizada na Bioengenharia;
- Obter uma visão geral das manutenções das máquinas de hemodiálise para possíveis melhoras de gerenciamento.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 HOSPITAL DE CLÍNICA DE UBERLÂNDIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (HCU-UFU)

O Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU) possui 520 leitos e mais de 50 mil m² de área construída. Maior prestador de serviços pelo Sistema Único de Saúde (SUS), em Minas Gerais, e terceiro no ranking dos maiores Hospitais Universitários da Rede de Ensino do Ministério da Educação (MEC). É referência em média e alta complexidade para 86 municípios de macro e microrregiões do Triângulo Norte [6].

Construído como Unidade de Ensino para o ciclo profissionalizante do curso de Medicina da Escola de Medicina e Cirurgia de Uberlândia. Foi inaugurado, em 26 de agosto de 1970, iniciou suas atividades em outubro do mesmo ano, com apenas 27 leitos [6].

Com a Constituição de 1988, o HCU-UFU se transformou em um importante elo da rede do SUS, principalmente, para atendimento de urgência, emergência e de alta complexidade sendo o único hospital público regional com porta de entrada aberta 24 horas para todos os níveis de atenção à saúde [6].

O HCU/UFU é uma unidade de alta complexidade, referência para uma população de mais de dois milhões de habitantes. Oferece atendimentos de urgência e emergência, ambulatorial, cirúrgico e internação divididos da seguinte forma: Pronto Socorro, Clínica Médica, Traumatologia Ortopedia, Ambulatórios, Centro Cirúrgico ambulatorial e hospitalar, Centro Obstétrico, Alojamento Conjunto, Berçário, Oncologia Clínica, Queimados, UTI Adulto, UTI Neonatal, UTI Pediátrica, Cirúrgica I, Cirúrgica II, Cirúrgica III, Ginecologia-Obstetrícia, Moléstia Infecciosa, Pediatria, Psiquiatria Crise, Psiquiatria Agudos, Transplante Renal e Hemodinâmica [7].

2.1.2 BIOENGENHARIA

A BioEngenharia é o setor do HCU-UFU responsável pela manutenção, gerenciamento, aquisição e operação dos equipamentos. Com uma equipe de aproximadamente de 70 colaboradores separados por áreas de atuação como: almoxarifado, tapeçaria, eletrônica, elétrica, mecânica, refrigeração, gasoterapia, pintura, marcenaria, serralheria, hidráulica, caldeira, laboratório de qualidade e arquitetura hospitalar. Todos estes setores fazem parte do trabalho da Engenharia Clínica e da Engenharia Hospitalar.

O setor é encarregado por gerenciar todas as manutenções necessárias de todos os equipamentos médico-hospitalares do hospital, desde a aquisição de peças de reposição, manutenção, instalação, treinamentos técnicos e compra de novos equipamentos. Além disso, atua na parte de arquitetura hospitalar e engenharia civil, responsável por projetos e obras, proporcionando um ambiente mais seguro e desenvolvido, conforme as normas e leis determinadas para um ambiente hospitalar.

O gerenciamento de toda a manutenção dos equipamentos médico – hospitalares no HCU-UFU é feito por meio da utilização do SisBiE – Sistema de BioEngenharia. Consiste em um software capaz de realizar o controle eficiente de todo o parque tecnológico existente no hospital, gerenciar todas as manutenções efetuadas externamente e ainda estabelecer indicadores para avaliar a qualidade do serviço prestado pelo setor. Os equipamentos são cadastrados pelo Número de Patrimônio e o Número da BioEngenharia.

Figura 1 - Interface do Sistema de BioEngenharia (SisBiE)



Fonte: [8]

2.1.3 EQUIPAMENTO MÉDICO-ASSISTENCIAL

A Organização Mundial de Saúde (OMS) descreve equipamento médico como um dispositivo médico que necessita de manutenção, reparação, calibração, treinamento do usuário e desativação. São instrumentos utilizados para fins particulares de tratamento de doenças, diagnóstico ou reabilitação, podendo ser empregado sozinho ou em combinação com uma peça ou acessório. Neste caso, então estão eliminados os equipamentos que são implantáveis e de uso único [9].

O órgão que define equipamentos de saúde no Brasil é a ANVISA, com a RDC nº 02, de 25 de janeiro de 2010 qual determina no Art 4º equipamento médico-assistencial (EMA) com uma subdivisão de equipamento de saúde [10]:

IV - equipamento de saúde: conjunto de aparelhos e máquinas, suas partes e acessórios utilizados por um estabelecimento de saúde onde são desenvolvidas ações de diagnose, terapia e monitoramento. São considerados equipamentos de saúde os equipamentos de apoio, os de infraestrutura, os gerais e os médico-assistenciais;

V - equipamento de apoio: equipamento ou sistema inclusive acessório e periférico que compõe uma unidade funcional, com características de apoio à área assistencial. São considerados equipamentos de apoio: cabine de segurança biológica, destilador, deionizador, liquidificador, batedeira, banho-maria, balanças, refrigerador, autoclave, dentre outros;

VI - equipamento de infraestrutura: equipamento ou sistema inclusive acessório e periférico que compõe as instalações elétrica, eletrônica, hidráulica, fluido-mecânica ou de climatização, de circulação vertical destinadas a dar suporte ao funcionamento adequado das unidades assistenciais e aos setores de apoio;

VII - equipamentos gerais: conjunto de móveis e utensílios com características de uso geral, e não específico, da área hospitalar. São considerados equipamentos gerais: mobiliário, máquinas de escritório, sistema de processamento de dados, sistema de telefonia, sistema de prevenção contra incêndio, dentre outros;

VIII - equipamento médico-assistencial: equipamento ou sistema, inclusive seus acessórios e partes, de uso ou aplicação médica, odontológica ou laboratorial, utilizado direta ou indiretamente para diagnóstico, terapia e monitoração na assistência à saúde da população, e que não utiliza meio farmacológico, imunológico ou metabólico para realizar sua principal função em seres humanos, podendo, entretanto, ser auxiliado em suas funções por tais meios;

Com o aumento do número de diagnósticos, terapias, cirurgias, entre outros, ocorreu um grande crescimento na quantidade de EMAs nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EASs). Dessa forma, otimizando os processos e auxiliando na recuperação dos pacientes.

São exemplos de equipamentos médico-assistenciais bisturi elétrico, incubadora neonatal, monitor multiparâmetro, bomba de infusão, esfigmomanômetro, ventilador pulmonar, desfibrilador, etc.

2.1.4 MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT define manutenção como, "Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou, recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida" [11].

Ao se falar de manutenção é importante definir três termos: Defeito, Falha e Função [12]:

- Defeito: é a alteração das condições de um item, máquina, sistema operacional, de importância suficiente para que sua função normal, ou razoavelmente previsível, não seja satisfatória. Um defeito não torna a máquina indisponível, não é uma falha funcional, mas se não reparado ou se não corrigido levará a máquina ou o item à falha e a consequente indisponibilidade com perda da função;

- Falha: é a perda da capacidade de um item para realizar sua função específica. Pode equivaler ao termo avaria. É a diminuição total ou parcial da capacidade de uma peça, componente ou máquina de desempenhar a sua função durante um período de tempo, onde o item deverá sofrer manutenção ou ser substituído. A falha leva o item ao estado de indisponibilidade;

- Função: é a finalidade para a qual um dispositivo, um equipamento, um sistema ou uma instalação foi desenhado ou projetado ou montado. Conjunto de atributos que, juntos com padrões de desempenho definidos pelos componentes, pelos equipamentos, ou módulos ou sistema, conforme o projeto da instalação.

A manutenção encontra-se intimamente relacionada à eficiência operacional, em direta dependência da vulnerabilidade de determinado equipamento, instalação ou procedimento. Sabendo-se que não existe entorno, equipamento, máquina, aparelho ou instalação que não requeira certo grau de manutenção ou não esteja sujeito à fadiga ou a limitação da vida útil, decorre que uma manutenção programada, sistemática, efetiva, responsável e vigilante é sempre importante [13].

Na história da manutenção ocorreram várias fases de evolução, iniciando na primeira geração (antes da Segunda Guerra Mundial), que foi a mecanização, máquinas simples em que havia somente técnicas de manutenção corretiva, limpeza e lubrificação [13].

A segunda geração (entre 1940 e 1970) foi a industrialização, que durante a Segunda Guerra Mundial, havia falta de mão de obra e recursos. Então, houve a necessidade de expandir a industrialização, visando maior disponibilidade e vida útil dos equipamentos a um baixo custo. Assim, surgiu a manutenção preventiva, na ideia de prevenir as falhas [13].

A terceira geração ocorreu após a Segunda Guerra Mundial (após 1970), obtendo novas expectativas, pesquisas e técnicas. Denominada de geração da automatização, nela viu-se a necessidade da qualidade. Assim, o objetivo era ter maior confiabilidade, menores custos, segurança e evitar falhas futuras. Surgiu então, a manutenção preditiva. Com ela, é possível reduzir falhas, aumentando a segurança e diminuindo o custo de manutenção. O objetivo da manutenção na Engenharia é aumentar o tempo de disponibilidade do equipamento e usar uma técnica de conserto e prevenção de menor custo [13].

Em um EAS observamos a infinidade de atividades, profissionais, setores, funções, equipamentos, aparelhos, instalações, segurança, engenharia, arquitetura, administração e tecnologia. Isso, o torna muito complexo e exige que tudo esteja pronto e disponível para ser utilizado durante 24 horas por dia [14].

Dentro de um EAS, ocorrem diversas manutenções, exigindo experiência e conhecimento especializado dos profissionais. Por se tratar de estabelecimentos que trabalham com a saúde e sobrevivência de indivíduos, defeitos ou falhas que tornam os trabalhos indisponíveis ou que ocasionam danos futuros aos pacientes e profissionais que deles se utilizam devem ser detectados antecipadamente [4].

Consequentemente, quando se inicia um processo de manutenção de equipamentos médico-hospitalares é imprescindível conhecer a história de cada equipamento dentro do EAS, em qual grupo ou família o mesmo pertence, qual sua vida útil, as características de construção, a instalação, a possibilidade de ser substituído durante o tempo de manutenção, enfim, tudo o que possa se referir ao equipamento, de modo que ofereça segurança e qualidade no trabalho. Uma vez que, não é somente ter uma equipe de manutenção que apenas conserta um

equipamento, é necessário considerar a importância do serviço a ser executado e a forma de como será gerenciado este serviço, visto que uma manutenção inadequada poderá colocar em risco a vida do paciente [15].

Assim, ao estabelecer um sistema de manutenção dos equipamentos médico assistenciais, o gestor deve ter ciência de todas as atividades, desde a instalação e manutenção, até a entrega do equipamento no setor pertencente ao hospital. Dessa forma, cabe ao gestor a partir do conhecimento que possui do EAS, de sua infraestrutura e do parque de equipamentos instalados, determinar o processo de gerenciamento de serviços de manutenção e administração, capaz de garantir a prestação e confiabilidade na execução [4].

Entre os métodos de manutenção destacam-se: manutenção corretiva, preventiva e preditiva [4].

2.1.5 TIPOS DE MANUTENÇÃO

2.1.5.1 Manutenção Corretiva – MC

Manutenção corretiva foi a primeira a surgir, com início antes de 1940, antecedendo também a Segunda Guerra Mundial.

De acordo com a NBR 5462 (1994), certifica que "Manutenção corretiva, é a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida" [11].

Neste tipo de manutenção, existem duas formas: planejada e não planejada. A planejada é a correção de uma falha esperada e através da decisão do gestor o equipamento pode continuar operando sua função até que haja uma parada ou quebra de alguma peça [12].

Já a manutenção corretiva não planejada, é quando ocorre alguma falha aleatoriamente, sem um aviso prévio ou o fato de algum equipamento acarretar perda de qualidade, ou utilização deste, podendo até gerar morte de algum paciente ou funcionário. Neste caso, o setor de manutenção passa a ficar sobrecarregado ao obter várias manutenções não planejadas, aumentando também o tempo de indisponibilidade do equipamento [12].

A elaboração de uma sequência de atividades para cada serviço a ser executado define a tarefa a ser executada e a pessoa encarregada para a execução.

Esse procedimento reduz uma série de problemas que podem ocorrer em caso de discussões dentro do grupo sobre quem deveria ter executado um determinado trabalho que não foi feito [4].

2.5.1.2 Manutenção Preventiva – MP

A ABNT define a manutenção preventiva como "manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item" [11].

A MP teve início durante a Segunda Guerra Mundial, com o intuito de reduzir as falhas e/ou diminuição de desempenho dos equipamentos, diminuindo assim o custo das manutenções corretivas.

Visto que a manutenção preventiva tem como finalidade de prolongar a vida útil dos equipamentos, diminuindo custos, aumentando a segurança e desempenho, reduzindo materiais de estoque, recursos humanos e financeiros [4].

Porém, é importante salientar que um Programa de MP, somente deve ser iniciado após o grupo de manutenção adquirir experiência em manutenção corretiva, bem como o gestor do grupo, tendo aproximadamente no mínimo doze meses de prática. Apesar de, a MP ser essencial para estender a vida útil do equipamento com a consequente redução dos custos e aumento da sua segurança e desempenho, a diminuição de recursos materiais, humanos e financeiros tem restringido o desenvolvimento de programas de manutenção preventiva em inúmeros grupos de manutenções de equipamentos hospitalares, principalmente no Brasil [4].

A fim de se implantar um sistema de manutenção preventiva em um EAS, é necessário registrar todos os equipamentos no sistema de gerenciamento, englobando todas as informações relevantes tais como: data e valor de aquisição, marca, modelo e tempo de utilização. É indispensável determinar a periodicidade de cada equipamento, a equipe técnica que desenvolverá tal função, obter o registro das atividades, adquirir manuais de procedimentos padrão. Importante observar que existem casos de equipamentos que podem estar em comodato ou garantia, então as manutenções devem ser feitas por terceiros como, por exemplo, os fabricantes [16].

Independente dos critérios adotados para a priorização é imprescindível à obtenção de um sistema de referências fidedignas sobre os custos atuais com

manutenção corretiva e o histórico de falhas dos equipamentos. Pois, com estas informações é possível dar mais importância àqueles equipamentos que tem custo elevado e que estão mais propensos a avarias [4].

2.5.1.3 Manutenção Preditiva - MPd

De acordo com a NBR 5462 (1994), manutenção preditiva é "Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva" [11].

Como mencionado na Seção 2.1.4, a manutenção preditiva teve início após 1970, devido ao avanço da informática, novas tecnologias foram desenvolvidas com o intuito de melhorar a gestão de manutenção de equipamentos médico-assistenciais.

A MP tem por finalidade, precaver falhas nos equipamentos ou sistemas por meio do acompanhamento de parâmetros, possibilitando a utilidade do equipamento o maior tempo possível. É baseada em condição e desempenho, sendo definidas pelo acompanhamento de sua sistemática [12].

2.1.6 – FAMÍLIA DOS EQUIPAMENTOS

Após identificar que o Sistema de Gerenciamento de Equipamentos – SGE, utilizado durante 10 anos já não era tão eficiente, houve a necessidade de atualizar e instalar um novo banco de dados para o software de gerenciamento SisBiE. Essa inovação foi realizada em 2014, de forma que as manutenções passaram a ser cadastradas por Famílias de Equipamentos, como ilustra a Figura 2 [8].

Foram criados 27 grupos funcionais, pois assim seria possível ter um banco de dados organizado além de um bom gerenciamento de todos os equipamentos em um EAS de grande porte [17].

A Máquina de Hemodiálise, equipamento analisado neste trabalho, pertence à família DIÁLISE, que tem como descrição a seguinte definição: "Equipamentos de tratamento dialítico" [8].

Figura 2 – Família de equipamentos do SisBiE

Descrição
IMAGEM
FERRAMENTAS
AUDIOVISUAL
ÓTICA
COZINHA E COPA
MONITORIZAÇÃO
EQUIP. DE SUPORTE À VIDA
INFORMÁTICA
CABOS / SENSORES / TRANSDUTORES / ACESSÓRIOS
CIRURGIA
METROLOGIA
DIÁLISE
REFRIGERAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO
NEONATOLOGIA
ESCRITÓRIO E UTILITÁRIOS
BOMBA DE INFUSÃO
INFRAESTRUTURA CIVIL
ANÁLISE LABORATORIAL
REDE DE GÁS
INFRAESTRUTURA ELÉTRICA
HOTELARIA HOSPITALAR
FISIOTERAPIA E REABILITAÇÃO
ESTERILIZAÇÃO E DESINFECÇÃO
ODONTOLOGIA
RADIOTERAPIA
CENTRAIS TÉRMICAS
LAVANDERIA E ROUPARIA

Fonte: [8]

2.1.7 – MÁQUINA DE HEMODIÁLISE

Os rins são responsáveis pela eliminação de resíduos tóxicos do organismo, o controle de líquido e sais. Bem como, produzir e secretar hormônios como a eritropoetina, vitamina D e a renina. Quando a atividade dos rins está comprometida, o organismo passa a reter líquidos, a pressão arterial aumenta e há acúmulo de resíduos prejudiciais ao organismo [18].

A fim de que a filtração possa acontecer, é efetuado um procedimento chamado de diálise, que visa retirar o excesso de líquidos e de substâncias acumuladas no organismo do paciente com insuficiência renal, provenientes do metabolismo das células e da ingestão de alimentos e líquidos. Tais substâncias, são nocivas ao organismo e, nas fases avançadas da doença, causam sintomas como fraqueza, acidose, hipertensão, náuseas, vômitos etc. A diálise não propicia o restabelecimento dos rins nem restaura suas funções. Logo é uma terapia substitutiva que executa parcialmente as funções renais, precavendo prejuízos a outros órgãos [18].

A hemodiálise é um dos tipos de diálise, que consiste na filtragem do sangue por via extracorpórea, por meio de uma membrana sintética especial (contida em um dispositivo chamado dialisador). De forma que o sangue é bombeado através de tubos até o dialisador, no qual, ocorrem trocas seletivas de substâncias com o meio externo e retorna em sequência ao corpo do paciente [4].

Nesse procedimento, o dialisador é banhado por uma solução aquosa chamada dialisato ou fluido de diálise (composto de eletrólitos, bicarbonato e glicose dissolvidos em água pura), que não entra em contato direto com o sangue, mas troca substâncias pelo interior da membrana do dialisador. No decorrer da diálise, parte do sangue é retirado do corpo, que passa através da linha em um lado, onde o sangue é filtrado e retorna ao paciente pela linha do lado oposto [4,18].

A máquina de Hemodiálise é o EMA responsável por esse procedimento, para realizar o mesmo existem dois caminhos a serem percorridos, o do sangue, e o do dialisato [19].

O circuito que o sangue irá percorrer é formado por uma artéria (a forma que o sangue sai do paciente e chega à máquina), que tem como seu controlador de pressão uma bomba peristáltica que estimula o sangue até o dialisador. Durante o trajeto, é aplicado ao sangue uma substância anticoagulante (heparina). Após sair do dialisador, o sangue passa por um deaerador – processo responsável pela retirada de bolhas de ar do sangue – e por fim volta para o paciente por um tubo venoso [14].

O circuito do dialisato é o caminho que o mesmo percorrerá na máquina de hemodiálise, que consiste em: Iniciar com o preparo do dialisato, em seguida, passa por uma bomba peristáltica que o impulsiona para tornar eficiente as trocas de substâncias com o sangue e finalmente o dialisato é descartado [19].

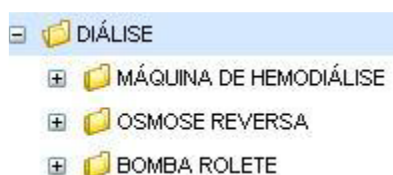
A quantidade de hemodiálise que o paciente necessita é estipulada de acordo com o estado de atividade do corpo, da alimentação e da ingestão de líquidos. Durante o tratamento é de suma importância que o paciente esteja sempre se sentindo bem, tenha um bom estado nutricional, não apresente edemas, tenha a pressão arterial controlada e esteja com seus exames de sangue com quantidade aceitável de potássio e uréia, entre outros [18].

É importante salientar que uma sessão de hemodiálise realiza apenas parte do trabalho dos rins e dura geralmente de 3 a 4 horas. Os pacientes habitualmente

necessitam de três sessões de hemodiálise por semana. A quantidade de diálise pode ser medida, assim, a mesma pode ser alterada, aumentando ou diminuindo o tempo de diálise, o número de sessões semanais, o fluxo de sangue ou o tamanho do dialisador [4,18].

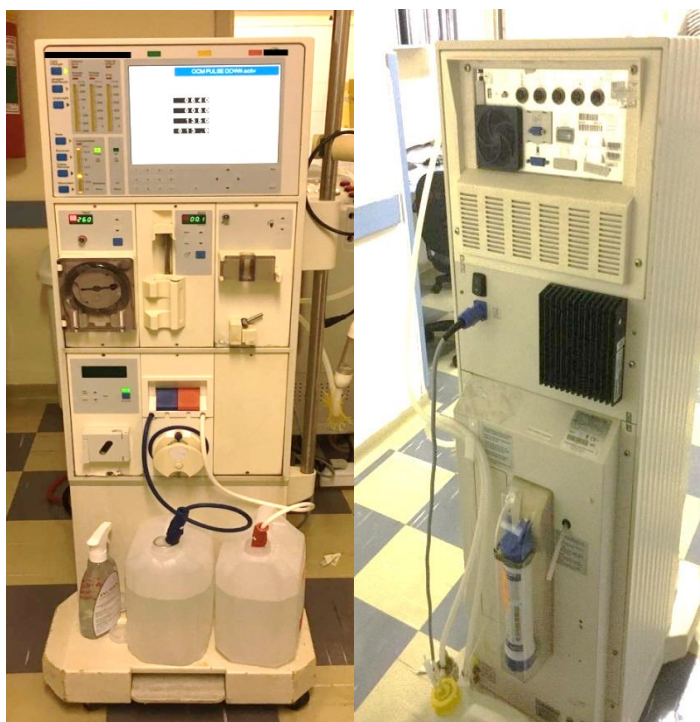
Nos dias de hoje, houve um grande progresso em relação à segurança e à eficácia das máquinas de diálise, fazendo com que esse tipo de tratamento seja bastante seguro. Porém, é importante alertar para problemas que possam ocorrer, decorrentes dos produtos/equipamentos utilizados [18]. A Figura 3 ilustra os equipamentos cadastrados no SisBiE na família de Diálise. A Figura 4 ilustra a Máquina de Hemodiálise (vista frontal posterior) e a Figura 6, o painel de controle da MH.

Figura 3 – Equipamentos da família de Diálise



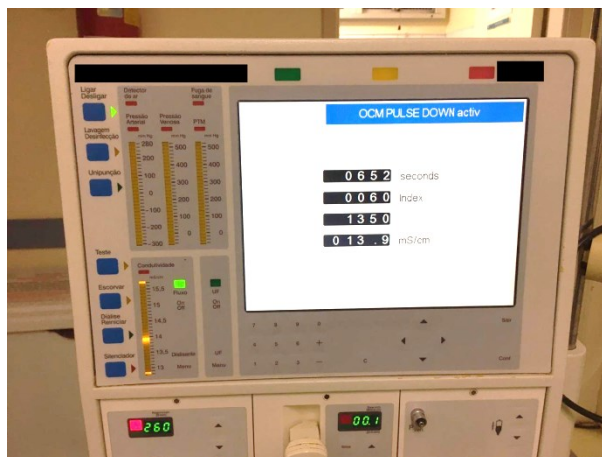
Fonte: [17]

Figura 4 - Máquina de Hemodiálise (Vista frontal e posterior)



Fonte: Autor

Figura 6 – Painel de Controle da Máquina de Hemodiálise



Fonte: Autor

2.1.8 INDICADORES

De acordo com [20], os indicadores são ferramentas básicas para o gerenciamento do sistema organizacional, ou seja, são medidas usadas para ajudar a descrever a situação atual de um determinado fenômeno ou problema, fazer comparações, verificar mudanças ou tendências e avaliar a execução das ações planejadas durante um período de tempo, em termos de qualidade e quantidade das ações de saúde executadas.

Indicadores podem ser compreendidos como instrumentos que permitem identificar e medir aspectos relacionados a um determinado conceito, fenômeno, problema ou resultado de uma intervenção na realidade. Assim, em decorrência de suas funções básicas, são amplamente utilizados para o planejamento, avaliação e monitoramento de programas. Tendo como principal finalidade traduzir de forma mensurável determinado aspecto de uma realidade dada ou construída de maneira a tornar operacional a sua observação e avaliação [21].

Para o bom funcionamento dessa ferramenta é necessário que todos os responsáveis das tarefas preencham de forma correta os Pedidos de Serviço de Manutenção (PSMs). No HCU-UFU cada setor que solicitar um serviço, terá um PSM aberto, sinalizado pelo indicador a demanda de serviço, viabilizando melhor a escala de trabalho no campo da Engenharia Clínica [18].

Neste estudo serão analisados os indicadores: Tempo Médio Entre Falhas, Tempo Médio de Reparo e Disponibilidade.

2.1.8.1 Tempo Médio Entre Falhas (TMEF)

Denominado do inglês *Mean Time Between Failure (MTBF)*, ou Tempo Médio Entre Falhas como é conhecido no Brasil, representa a confiabilidade do equipamento, calculado em unidade de tempo, de forma que, quanto maior o seu valor melhor o resultado, em contrapartida, se apresentar um valor baixo, poderá indicar manutenções ou instalações inadequadas, equipamento de baixa qualidade ou o final da vida útil do equipamento [13].

Como o TMEF apresenta seu valor em unidade de tempo, tem-se uma estimativa de quanto em quanto tempo ocorre uma falha, assim, é possível que medidas sejam tomadas para que a disponibilidade e os níveis de segurança sejam mantidos [22].

Pode ser calculado de acordo com a Equação 1 [13]:

$$TMEF = \frac{\sum \text{tempo em funcionamento}}{\text{Número de intervalos observados}} \quad (1)$$

Onde:

- Tempo em funcionamento é dado por: (número de dias desde a data do seu cadastro até a data que está sendo analisada) – Σ (data de fechamento do PSM – data de abertura do PSM);
- Número de intervalos observados é a quantidade de PSMs que está sendo analisada.

Na BioEngenharia, o TMEF é calculado de acordo com a Equação 2:

$$TMEF = \frac{\text{Dias de Funcionamento}}{\text{Número de PSM}} \quad (2)$$

Onde:

- Dias de Funcionamento: é o número de dias desde a data do seu cadastro até a data que está sendo analisada;
- Número de PSM: é o número de PSMs registrados para o equipamento no período que está sendo analisado.

Segundo Calil e Teixeira, citado por [18], os equipamentos que exibem TMEF menor que 30 meses devem participar de um programa de manutenção preventiva, enquanto nos casos em que o TMEF é maior que 30 meses são os que não apresentaram eventos no histórico de manutenção ao longo do período que foram analisados. Nessa análise, entre os equipamentos considerados em [18], a Máquina de Hemodiálise apresenta um TMEF de dois meses e meio.

2.1.8.2 Tempo Médio de Reparo (TMR)

Do inglês, *Mean Time To Repair (MTTR)*, ou Tempo Médio de Reparo (TMR) no Brasil, configura a manutenibilidade, também medido em unidade de tempo e pode englobar os seguintes tempos [13]:

T_t : tempo de chegada do técnico ao local para iniciar a manutenção;

T_d : tempo de diagnóstico da falha, este pode influenciar no custo da manutenção e na disponibilidade;

T_a : tempo de chegada de uma peça, caso seja necessária sua reposição;

T_g : tempo de acesso para abrir o equipamento e chegar ao item que apresenta a falha;

T_r : tempo para remover e trocar um componente com defeito;

T_s : tempo para restaurar o sistema e colocar o equipamento na sua configuração operacional;

T_c : tempo para verificação final, referente a realização de todos os procedimentos a fim de certificar a funcionalidade do aparelho;

T_u : tempo necessário para limpeza e organização do local.

A eficiência e habilidade do técnico, assim como problemas com a gestão de reposição das peças de uma máquina serão retratadas nesse indicador.

Onde Σ tempo de reparo é o somatório de tempo em que o equipamento ficou na manutenção, e o Número de intervenções observadas é a quantidade de vezes em que o equipamento foi mandado para a manutenção.

A Equação 3 representa como pode ser calculado o TMR [13]:

$$TMR = \frac{\Sigma \text{tempo de reparo}}{\text{Número de intervalos observados}} \quad (3)$$

No setor de BioEngenharia, O TMR é calculado como representa a Equação 4:

$$TMR = \sum (\text{Data fechamento do PSM} - \text{Data de abertura do PSM}) \quad (4)$$

2.1.8.3 Disponibilidade (DISP)

A disponibilidade depende do TMEF e TMR, expressa um valor adimensional, no qual especifica um percentual em que a máquina se manteve disponível para utilização.

A capacidade de um item estar em condições de executar certa função em determinado intervalo de tempo levando-se em conta aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, caracterizam o indicador Disponibilidade [11].

A DISP de um equipamento pode ser calculada como mostra a Equação 5 [13]:

$$DISP = \frac{TMEF}{TMEF + TMR} \times 100 \quad (5)$$

Na BioEngenharia a DISP de um equipamento é calculado como mostra a Equação 6:

$$DISP = \frac{\text{Dias de Funcionamento} - TMR}{\text{Dias de Funcionamento}} \times 100 \quad (6)$$

2.2 Materiais e Métodos

Este estudo foi desenvolvido a partir de fases. A primeira delas foi o levantamento bibliográfico, consistindo em buscar fontes relacionadas ao tema proposto, a fim de fundamentar e apoiar todas as etapas da pesquisa. Em seguida, foi feita a aquisição de dados das Máquinas de Hemodiálise por meio do *software* SisBiE, plataforma utilizada pela Bioengenharia para gerenciar o parque tecnológico do HCU-UFU, essa coleta foi feita no dia 13 de abril de 2018, englobando dados no período de Janeiro de 2014 à Abril de 2018. A última etapa do trabalho deu-se pela realização dos cálculos e análise dos indicadores de manutenção.

Para esse trabalho foi feita uma análise da base de dados obtidos, utilizando apenas PSMs de manutenções corretivas, e observando se continham todas as informações necessárias para a concretização do estudo, tais como: data de abertura, fechamento e descrição do PSM, data de aquisição do equipamento, para o cálculo dos indicadores, marca e modelo, a fim de identificar o mesmo.

Os indicadores calculados para as máquinas de hemodiálise do HCU-UFU, foram tanto os presentes na literatura (Equações 1, 3, e 5), como os utilizados na Bioengenharia do HCU-UFU (Equações 2, 4 e 6). Dessa forma, foi possível comparar e analisar melhor os resultados obtidos.

Os cálculos, tabelas e gráficos foram efetuados com o auxílio do editor de planilhas Microsoft Excel.

2.3 Resultados e Discussões

De acordo com a análise dos 319 PSMs de manutenções corretivas registrados no SisBiE, 12 foram retirados da análise por falta de dados. Em seguida, identificou-se 27 máquinas de hemodiálise, divididas em duas marcas, nomeadas de A, com modelos A1 e A2 e a marca B, com apenas o modelo B1. Essa denominação foi utilizada para preservar marcas e modelos, assim, a letra refere-se à marca e o número ao modelo.

A Tabela 1 apresenta os resultados dos cálculos obtidos utilizando-se as Equações de 1 a 6.

Tabela 1 – Resultados obtidos dos indicadores da Máquina de Hemodiálise.

N° EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC	N° PSM	BIOENGENHARIA			LITERATURA		
				TMEF (DIAS)	TMR (DIAS)	DISP (%)	TMEF (DIAS)	TMR (DIAS)	DISP (%)
1	A1	3752	28	134	1567	58,23	78,03	55,96	58,23
2	A1	3753	10	375,3	814	78,31	293,9	81,4	78,31
3	A1	3186	14	227,57	1092	65,72	149,57	78	65,72
4	A1	3186	11	289,63	220	93,09	269,63	20	93,09
5	A1	3444	13	264,92	1162	66,26	175,53	89,38	66,26
6	A1	3014	8	376,75	1061	64,79	244,12	132,62	64,79
7	A1	3014	5	602,8	742	75,38	454,4	148,4	75,38
8	A1	2314	14	165,28	868	62,48	103,28	62	62,48
9	A1	2307	10	230,7	569	75,33	173,8	56,9	75,33
10	A1	2307	15	153,8	212	90,81	139,66	14,13	90,81
11	A1	2314	9	257,11	621	73,16	188,11	69	73,16
12	A1	2307	12	192,25	222	90,37	173,75	18,5	90,37
13	A1	2314	5	462,8	476	79,42	367,6	95,2	79,42
14	A1	2307	15	153,8	677	70,65	108,66	45,13	70,65
15	A1	2307	11	209,72	91	96,05	201,45	8,27	96,05
16	A1	2314	15	154,26	465	79,9	123,26	31	79,9
17	A1	2314	8	289,25	502	78,3	226,5	62,75	78,3
18	A1	2314	13	178	646	72,08	128,30	49,69	72,08
19	A1	2953	14	210,92	721	75,58	159,42	51,5	75,58
20	A1	3013	14	215,21	1160	61,5	132,35	82,85	61,5
21	A1	3013	6	502,16	270	91,03	457,16	45	91,03
22	A2	1421	18	78,94	266	81,28	64,16	14,77	81,28
23	A2	1420	13	109,23	250	82,39	90	19,23	82,39
24	A2	1420	13	109,23	859	39,5	43,15	66,07	39,5
25	A2	1420	10	142	167	88,23	125,3	16,7	88,23
26	A2	273	2	136,5	58	78,75	107,5	29	78,75
27	B1	1902	1	1902	147	92,27	1755	147	92,27

A primeira observação a ser feita é que a marca B, de modelo B1, representa apenas 3,70% do total de equipamentos, já a marca A com 26 equipamentos divididos entre modelo A1 e A2 representam 77,77% e 18,53%, respectivamente.

Em seguida, verificam-se diferenças nos resultados obtidos a partir dos cálculos realizados, visto que a BioEngenharia calcula os indicadores de uma forma diferente que a encontrada na literatura.

Assim, analisando o indicador TMEF, observa-se que existe uma diferença não muito significativa, entre a Bioengenharia e a literatura, de forma que na literatura o cálculo feito é mais fidedigno, pois desconsidera os dias que o equipamento não está disponível. Já na BioEngenharia utiliza o tempo total que o equipamento está no HCU-UFU, incluindo os dias que o mesmo esteve em manutenção.

Por outro lado, o indicador TMR apresenta uma discrepância, visto que na Bioengenharia calcula-se realmente o tempo de reparo, já que nenhuma média é efetuada nos cálculos. Porém, na disponibilidade como resultado final, é possível observar que não apresentam diferenças entre os cálculos feitos no setor de Bioengenharia e na literatura.

Para discussão de alguns casos que chamam mais a atenção, para não se tornar repetitivo foram utilizados somente os resultados calculados para a Bioengenharia.

Os equipamentos 1 e 2 são os mais antigos, com tempo de vida de aproximadamente 10,2 anos, sendo o que EMA 1 possui o maior número de PSMs, devido a operações inadequadas, ocasionando problemas tais como, conserto de rodas, fios desconectados, plugue da tomada com defeito, além de solicitações reposição de peças que foram os maiores responsáveis pelo tempo elevado de TMR, correspondente a 4,2 anos. Consequentemente, ocasionando uma DISP baixa.

O alto TMR do equipamento 5 também chamou atenção, 3,1 anos, devido a solicitações que necessitam reposição de peças como mangueira, bomba de heparina desligada, vazamento, visto que a aquisição das mesmas é demorada, elevando o Tempo Médio de Reparo e deixando a DISP mais baixa.

Já, o equipamento 15 com tempo de vida de 6,3 anos, apresentou a maior Disponibilidade, referente a 96,05%, de forma que os PSMs foram mais simples,

como manutenção, bomba solta, entre outras, que foram resolvidas em poucos dias, comparados os problemas citados anteriormente.

O Tempo Médio Entre Falhas, como o próprio nome já induz a pensar, quanto menor esse número pior para o setor que utiliza o equipamento, pois, indica mais defeitos em curto período de tempo. Assim, o equipamento 22 foi o que apontou 78 dias entre uma falha e outra, sendo o valor mais baixo dentre todos os equipamentos. Porém, esse TMEF baixo comparado aos outros EMAs, não afetou tanto a sua DISP, pois, foram solicitações como suporte solto, falha do detector de ar, que não necessitaram da reposição de peças, assim, solucionadas em menor tempo.

Por outro lado, o equipamento 24 apresentou a menor Disponibilidade, com um valor de 39,5 %. Esse EMA possui 3,8 anos de vida, sendo que desse total passou 2,3 anos em reparo, que corresponde a 60,5%. Mais uma vez, após analisar os PSMs, encontra-se pedidos de reposição de peças, como pipeta quebrada, que por não ter a peça disponível e demora na aquisição da mesma, resultou em um PSM que demorou 556 dias para ser resolvido, contribuindo consideravelmente para que o indicador DISP fosse baixo.

O equipamento 26 é o mais novo, com menos de um ano de uso, e, como deveria ser no geral para equipamentos mais novos, com valores menores de PSM e TMR, comparado com o equipamento 2. Porém, comparado ao equipamento 27, por exemplo, apresenta piores indicadores, visto que o mesmo possui 5,2 anos de uso e tem apenas um PSM, fazendo com que a DISP dele fique acima do valor considerado satisfatório pela BioEngenharia, que é de 90% .

Todas essas observações estão representadas na Tabela 2, que corresponde aos equipamentos que tiveram maiores diferenças com relação aos outros em cada caso, número de PSMs, TMEF, TMR e DISP.

Após essa análise geral, foi feito um estudo dos equipamentos de cada modelo, como mostra na Tabela 1, a marca A, possui modelos A1 e A2, que correspondem aos equipamentos de 1 a 21 e de 22 a 26, respectivamente.

Como a marca B possui apenas o modelo B1 com um equipamento, que corresponde ao equipamento 27, não será feita discussão individual sobre esse modelo.

Tabela 2 – Máquinas de Hemodiálise que apresentam maiores diferenças: n° PSM, TMEF, TMR e DISP

				BIOENGENHARIA		
N° EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC	N° PSM	TMEF (DIAS)	TMR (DIAS)	DISP (%)
1	A1	3752	28	134	1567	58,23
2	A1	3753	10	375,3	814	78,31
5	A1	3444	13	264,92	1162	66,26
15	A1	2307	11	209,72	91	96,05
22	A2	1421	18	78,94	266	81,28
24	A2	1420	13	109,23	859	39,5
26	A2	273	2	136,5	58	78,75
27	B1	1902	1	1902	147	92,27

A Tabela 3 apresenta os resultados do modelo A1, composto por 21 equipamentos.

Esse modelo apresenta os equipamentos mais antigos, com média de 7,5 anos. Representam também, a maior parte do total de equipamento e o maior número de PSMs, correspondente a 81,43%. Diante disso, fazendo uma análise mais minuciosa desse modelo, o equipamento 1, apresenta maior número de PSMs, e de TMR e menor TMEF e DISP, sendo o equipamento com pior desempenho desse modelo. Importante ressaltar que esse EMA opera em vários setores por ser uma das máquinas móveis do HCU-UFU, podendo ser um dos fatores contribuinte para esse resultado, além da falta de peças em estoque e demora para aquisição das mesmas. Já os equipamentos 7, 13 e 21 destacam-se por apresentarem menores quantidades de PSMs, 5, 5 e 6 respectivamente. Uma observação importante é que mesmo o EMA 21 tendo um PSM a mais que os outros, sua Disponibilidade é significativamente melhor, mostrando que o TMR é fator importantíssimo para esse indicador.

Os equipamentos 5 e 20, apresentam dados aproximados em todos os aspectos, estando entre os que mais ficaram indisponíveis para manutenção, devido à reposição de peças. A maior disponibilidade encontrada nesse modelo foi o

equipamento 15, por serem solicitações que não necessitaram da aquisição de peças, e resolvidas rapidamente, ficando com quase 100% de DISP e com melhor TMR.

Tabela 3 – Máquina de hemodiálise modelo A1.

				BIOENGENHARIA		
Nº EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC	Nº PSM	TMEF (DIAS)	TMR (DIAS)	DISP (%)
1	A1	3752	28	134	1567	58,23
2	A1	3753	10	375,3	814	78,31
3	A1	3186	14	227,57	1092	65,72
4	A1	3186	11	289,63	220	93,09
5	A1	3444	13	264,92	1162	66,26
6	A1	3014	8	376,75	1061	64,79
7	A1	3014	5	602,8	742	75,38
8	A1	2314	14	165,28	868	62,48
9	A1	2307	10	230,7	569	75,33
10	A1	2307	15	153,8	212	90,81
11	A1	2314	9	257,11	621	73,16
12	A1	2307	12	192,25	222	90,37
13	A1	2314	5	462,8	476	79,42
14	A1	2307	15	153,8	677	70,65
15	A1	2307	11	209,72	91	96,05
16	A1	2314	15	154,26	465	79,9
17	A1	2314	8	289,25	502	78,3
18	A1	2314	13	178	646	72,08
19	A1	2953	14	210,92	721	75,58
20	A1	3013	14	215,21	1160	61,5
21	A1	3013	6	502,16	270	91,03

A Tabela 4 apresenta os resultados do modelo A2, correspondente a cinco equipamentos. Nesse modelo destacam-se os EMAs 22 por conter o maior número de PSMs e o menor TMEF, o 24 por ter o Tempo Médio de Reparo mais elevado, devido à substituição de peças, ocasionando a menor DISP, ficando mais da metade

do seu tempo de vida indisponível. O equipamento 25, por ser o com Disponibilidade mais eficiente e por último o 26, com menor número de PSM.

Tabela 4 – Máquina de hemodiálise modelo A2.

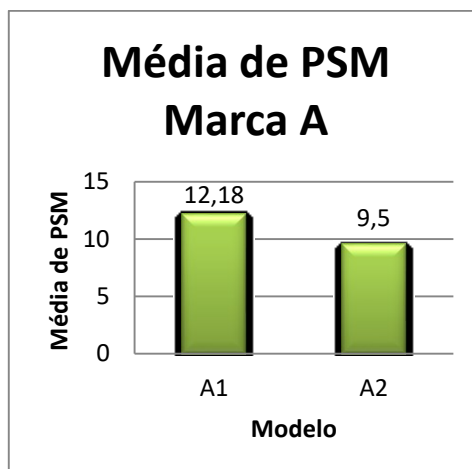
				BIOENGENHARIA		
Nº EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC	Nº PSM	TMEF (DIAS)	TMR (DIAS)	DISP (%)
22	A2	1422	18	78,94	266	81,28
23	A2	1420	13	109,23	250	82,39
24	A2	1420	13	109,23	859	39,5
25	A2	1420	10	142	167	88,23
26	A2	273	2	136,5	58	78,75

Foi calculada também a média aritmética dos indicadores por marca da máquina de hemodiálise e representada por meio de gráficos.

O Gráfico 1 apresenta a média de PSM por modelo da marca A. Como pode ser observada a maior média entre os modelos da marca A é do modelo A1, com média de 12,18 PSMs por equipamento. Conversando com os funcionários do setor de BioEngenharia, apontaram como provável causa estarem em setores que solicitam mais PSMs, como em Unidades de Tratamento Intensivo e Centro Cirúrgico, vida útil das peças por serem mais antigas, operações inadequadas, relacionadas ao manuseio do equipamento, já que as máquinas são móveis. O modelo A2 obteve média de 9,5 PSMs por equipamento, sendo o menor valor entre modelos da marca A.

Para o modelo da marca B, a média não foi analisada, pois possui apenas um equipamento correspondente ao modelo B1.

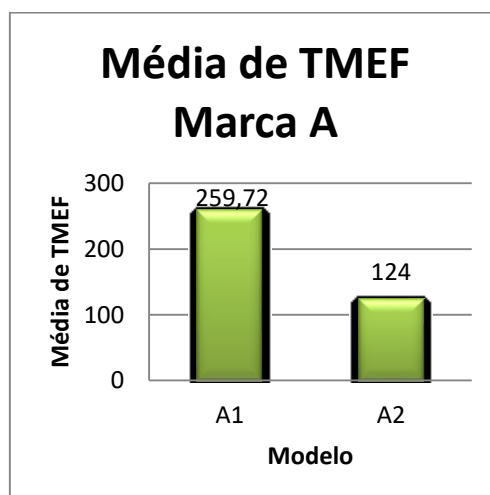
Gráfico 1 – Média de PSMs da Marca A.



O Gráfico 2 apresenta a média do indicador TMEF da marca A. Para esse indicador, a situação mais desejável é que o equipamento apresente um valor mais elevado. Assim, mais uma vez o maior valor encontrado pertence ao modelo A1 com média de 259,72 dias, mostrando melhor desempenho que o modelo A2 que apresentou média de 124 dias.

Já o modelo B1 possui o TMEF de 1902 dias, superando a marca A.

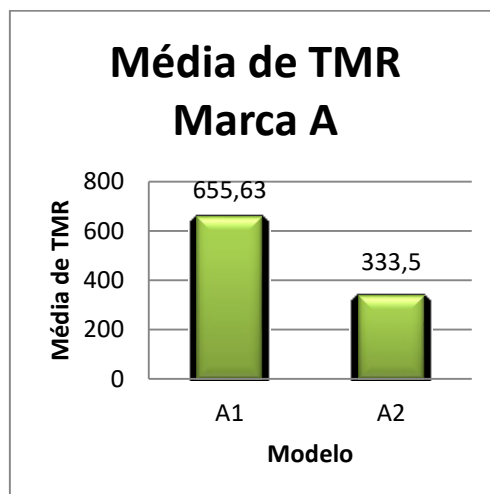
Gráfico 2 – Média de TMEF da Marca A.



Já o Gráfico 3 apresenta a média do indicador MTR da marca A, nesse caso, o menor valor é o mais interessante, pois representa um tempo menor de indisponibilidade do equipamento. Nesse indicador o modelo mais eficiente foi o B1, com apenas 1 PSM, com TMR de 147 dias, visto que os modelos A1 e A2

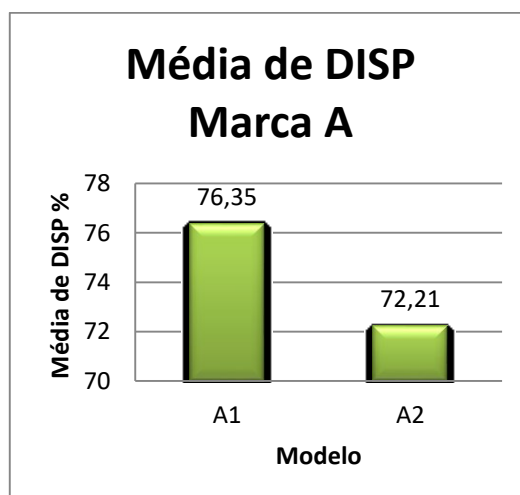
apresentaram médias de 655,63 e 333,5 respectivamente. Esses valores representam o tempo médio que demoram para realizar a manutenção, por isso, quanto menor melhor.

Gráfico 3 – Média de TMR da Marca A.



Por último, o Gráfico 4, mostra a média do indicador de Disponibilidade para a marca A. Comparando as médias do modelo A e o modelo B, observa-se que o modelo que ficou mais disponível foi o B1 com 92,27%, seguido pelos modelos A1 e A2, que apresentaram média de DISP de 76,35% e 72,21%, respectivamente.

Gráfico 4 – Média de DISP da Marca A.



3. CONCLUSÕES

Equipamentos Médico-Assistenciais são parte fundamental de um EAS, e para que esse estabelecimento funcione de forma harmoniosa e eficiente, os EMAs existentes nele devem operar de forma confiável. Um dos fatores que contribuem para isso são as manutenções preditivas, preventivas e corretivas.

Para analisar essas manutenções existem diversos recursos, tais como a análise de indicadores dos EMAs, uma ferramenta importante para contribuição do bom funcionamento de um EAS, pois permite ter uma visão do que está ocorrendo de acordo com os índices calculados, descobrindo falhas e otimizando o tempo de trabalho, garantindo assim, maior qualidade e confiabilidade aos equipamentos.

Assim, foram analisados três indicadores de manutenção: Tempo Médio Entre Falhas, Tempo Médio de Reparo e Disponibilidade, levando em consideração apenas as manutenções corretivas. O presente trabalho teve como objetivo calcular esses indicadores para o Equipamento Médico-Assistencial Máquina de Hemodiálise, responsável por auxiliar nas funções desempenhadas pelos rins, promovendo a filtragem do sangue por via extracorpórea através de uma membrana sintética especial.

Foram analisadas 27 máquinas de hemodiálise, dessas, 26 são da marca A, separadas em modelo A1, com 21 equipamentos, e modelo A2 com 5 equipamentos, e a marca B, com o modelo B1, representada por apenas um equipamento. Após analisados os indicadores dos equipamentos, tanto da forma utilizada pela BioEngenharia, quanto pela forma apresentada na literatura observou-se que o equipamento com melhor TMEF pertence à marca B, modelo B1 (equipamento 27), e o pior TMEF encontra-se no modelo A2 (equipamento 22), sendo que na média geral a Marca B apresenta melhor resultado. Para uma melhor conclusão do resultado desse indicador, é importante levar em consideração fatores como, por exemplo, treinamentos operacionais da equipe que manuseia o equipamento, seguir as orientações do fabricante, realizar manutenções preventivas.

Já o indicador TMR, mostrou melhor desempenho no equipamento da marca A, modelo A2 (equipamento 26) e o pior desempenho ficou com o modelo A1 (equipamento 1), porém, na média geral a marca B mostra-se melhor nesse quesito. Para uma análise mais aprofundada desse indicador deve-se observar outros fatores

como quantidade de peças em estoque e tempo aquisição das mesmas, otimização do tempo de trabalho, treinamento da equipe técnica, custos, entre outros. Para o indicador Disponibilidade o melhor desempenho geral também pertence à marca B, mas individualmente o equipamento 15, modelo A1, apresenta a maior DISP e o EMA 24, modelo A2, apresenta uma disponibilidade bem inferior.

Sendo assim, para representar uma análise mais fidedigna, é necessário um estudo mais minucioso, englobando fatores como, procedimento e custos das manutenções, rotina de uso dos equipamentos, justificativas de atraso para o reparo, falta de mão de obra e qualidade da mesma, confiabilidade dos dados inseridos no sistema, ausência de peças para reposição, de forma que os indicadores analisados nesse estudo não abrange toda a realidade das manutenções, porém fornece resultados que podem ser utilizados pelo Engenheiro Clínico como ponto de partida para realização de análises mais detalhadas sobre os diversos contextos que envolvem a utilização e manutenção de EMAs.

4 REFERÊNCIAS

- [1] ALEXANDRINO, J. C. **Metodologia para Avaliação do Desempenho Metrológico em Equipamentos Médico-Hospitalares**. 220f. Tese de Doutorado. Escola Politécnica. Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2012.
- [2] MATOS, D. C. **Práticas de Gestão de Qualidade no Centro Hospitalar de Coimbra, EPE** - estudo de manutenção hospitalar e do projeto de acreditação. Relatório de Estágio Curricular; Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2010.
- [3] COSTA, E. A. M.; COSTA, E. A. **Reprocessamento de produtos médicos: da política regulatória à prática operacional**. *Revista Ciência e saúde coletiva*, v. 16, n. 12. Rio de Janeiro, 2011.
- [4] BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Gestão de Investimentos em Saúde. Projeto REFORSUS. Equipamento Médico-Hospitalares e o Gerenciamento de Manutenção: capacitação a distância**. Brasília, DF, 2002.
- [5] Indicadores: **Orientações Básicas Aplicadas à Gestão Pública**. Brasília, DF: Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão, 2012. 64 p.
- [6] HOSPITAL DE CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. **Institucional**. Disponível:< <http://www.hc.ufu.br/pagina/institucional>> acesso em 20 de maio de 2018.
- [7] HOSPITAL DE CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. **Estrutura física**. Disponível: <<http://www.hc.ufu.br/pagina/estrutura-fisical>> acesso em 20 de maio de 2018.
- [8] GODOI, C. M. **Análise da Disponibilidade de Equipamentos Médico-Assistenciais Após Reestruturação da Programação de Manutenção Preventiva em um Hospital Público de Grande Porte e Alta Complexidade**. Uberlândia,

2016. 164 p. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Biomédica) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia.

[9] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Development of medical device policies. (WHO Medical device technical series), 2011.

[10] BRASIL. 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. Disponível em: <www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_consumidor/.../RDC%202-2010.doc>acesso em 18 de maio de 2018.

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 5462: **Define os termos relacionados com a confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

[12] FILHO, G. B. **Dicionário de Termos de manutenção, confiabilidade e qualidade**. Edição MERCOSUL. Português/Espanhol. ABRAMAN. Editora: Ciência Moderna, 2004.

[13] SOUZA, A. F.; HERINGER, C. H. T.; JUNIOR, J. S.; MOLL, J. R. **Gestão de Manutenção em Serviços de Saúde**. São Paulo: Blucher, 2010.

[14] KARMAN, J. **Manutenção e segurança hospitalar preditivas**. São Paulo : Estação Liberdade : IPH, 2011.

[15] CALIL, Saide Jorge et al. **Gerenciamento de manutenção de equipamentos hospitalares**. FSP/USP, 1998.

[16] RAMÍREZ, E. F. F. **Metodologia de Priorização de Equipamentos Médicos para Programas de Manutenção Preventiva em Hospitais**. Campinas, 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas.

[17] GODOI, C. M. **Metodologia para Classificação de Equipamentos Médico-Hospitais no Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia**. Uberlândia, 2014. 53 p. Monografia (Graduação em Engenharia Biomédica) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia.

[18] BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de Tecnovigilância: abordagens de vigilância sanitária de produtos para a saúde comercializados no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. 629p.

[19] RUAS, M. S.; SILVA, H. A. N.; SOUZA, C. R. B. **Sistema de Hemodiálise: variáveis importantes para o funcionamento e segurança do paciente**. VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas, TO. 2012. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/5127/2494>>. Acesso em 23 de maio de 2018

[20] VIEIRA, D. K.; DETONI, D. J.; BRAUM, L. M. S. **Indicadores de Qualidade em uma Unidade Hospitalar**. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, III, 2006, Rezende - RJ. Indicadores de Qualidade em uma Unidade Hospitalar. Rezende - RJ, 2006. 12 p. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/artigos2006.php?pag=11>>. Acesso em: 25 de Julho 2018.

[21] BRASIL, Ministério do Planejamento. **Uso e Construção de Indicadores no PPA**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Brasília – DF, 2007. 12 p.

[22] MORAIS, V. C. **Metodologia de Priorização de Equipamentos Médico-Hospitais em Programas de Manutenção Preventiva**. Campinas, 2004. 106 p. Dissertação de Mestrado (Departamento de Engenharia Biomédica) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas.