



Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Elétrica
Graduação em Engenharia Biomédica

YULLE RIBEIRO MOURA

**ANÁLISE DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO DOS
DEFIBRILADORES/CARDIOVERSOR DO HOSPITAL DE
CLÍNICAS DE UBERLÂNDIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA**

Uberlândia

2019

YULLE RIBEIRO MOURA

**ANÁLISE DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO DOS
DEFIBRILADORES/CARDIOVERSOR 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 de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia.

Orientador: Profa. Dra. Selma Terezinha Milagre

Assinatura do Orientador

Uberlândia

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Luiz e Rose, minha irmã Emanuelle, e meu namorado Humberto, por sempre estarem ao meu lado, me dando todo apoio e incentivo.

As meus amigos de curso, em especial Rosane e Giovanna por estarem sempre junto comigo, e ter tornado essa jornada mais leve e com momentos inesquecíveis.

À minha orientadora Prof. Selma, por desde o início ter sido um grande incentivo, e ter me proposto um tema de trabalho na área que mais me identifico, e durante toda a realização ter sido tão atenciosa e paciente.

Aos meus professores da graduação que tenho enorme admiração, sempre foram atenciosos e dedicados com a turma.

Aos técnicos da Bioengenharia, por disponibilizarem os dados para a realização do trabalho, e por sempre se mostrarem disposto em ajudar quando surgia alguma dúvida ou precisava confirmar alguns dados.

RESUMO

A fibrilação arterial afeta 2,5% da população mundial, com prevalência maior entre os idosos, e esse valor equivale a cerca de 175 milhões de pessoas, sendo um dos maiores motivos para as mortes súbitas registradas nos hospitais. Com isso, a desfibrilação, usando o desfibrilador/cardioversor, é a intervenção externa que utiliza choques elétricos aplicados ao paciente com o objetivo de fazer com que o coração volte a funcionar adequadamente. É normatizado que todo local com alta circulação de pessoas deve estar equipado com o desfibrilador e estabelecer a manutenção periódica do equipamento. Assim, o presente trabalho utilizou metodologia exploratória e apresenta uma análise dos indicadores de manutenção corretiva dos desfibriladores/cardioversores do Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia. O hospital conta com o setor de BioEngenharia que é responsável por todo o parque tecnológico de equipamentos médico-assistenciais, a pesquisa foi realizada no setor, baseado na coleta de dados do sistema de gerenciamento de manutenção existente no setor, o SisBiE, no período de janeiro de 2014 a maio de 2019. Foram encontrados 53 equipamentos ativos, de 4 marcas distintas. Os indicadores usados foram, Tempo Médio de Reparo (MTTR), Tempo Médio Entre Falhas (MTBF) e Disponibilidade (DISP), e calculados pela forma determinada pela BioEngenharia e também pela forma encontrada na literatura, e feita a comparação dos resultados obtidos. Os resultados mostraram que o equipamento da marca B foi o que obteve os melhores indicadores, porém não é possível apresentar um resultado conclusivo entre as marcas somente pelo estudo dos indicadores, pois existem outros fatores a serem analisados que não fizeram parte do contexto deste trabalho.

ABSTRACT

Arterial fibrillation affects 2.5% of the world population, with a higher prevalence among the elderly, and this figure is equivalent to about 175 million people and is one of the biggest reasons for sudden deaths in hospitals. Therefore, defibrillation, using the defibrillator / cardioverter, is the external intervention that uses electric shocks applied to the patient with the purpose of making the heart function properly again. It is standardized that all premises with a high circulation of persons must be equipped with the defibrillator and establish periodic maintenance of the equipment. Thus, the present study used an exploratory methodology and presents an analysis of the indicators of corrective maintenance of defibrillators / cardioverters of Hospital de Clínicas de Uberlândia, Federal University of Uberlândia. The hospital has the BioEngineering sector, which is responsible for all the technological park of medical-assistance equipment, the research was carried out in the sector, based on the data collection of the existing maintenance management system in the sector, the SisBiE, in the period of January 2014 to May 2019. We found 53 active equipments, of 4 different brands. The indicators used were: Mean Time of Repair (MTTR), Mean Time Between Failures (MTBF) and Availability (DISP), and calculated by the form determined by BioEngiería and also by the form found in the literature, and a comparison was made of the results obtained. The results showed that the equipment of the B mark was the one that obtained the best indicators, but it is not possible to present a conclusive result between the marks only by the study of the indicators, because there are other factors to be analyzed that were not part of the context of this work.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Família de Equipamentos	18
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Desfibriladores/Cardioversores ativos cadastrados no SisBiE	25
Quadro 2 - Relação dos equipamentos ativos com registro de PSM.	25
Quadro 3 - Relação de equipamentos com os resultados dos cálculos dos Indicadores	26
Quadro 4 - Equipamentos que apresentaram maiores diferenças no N° de PSM, MTTR, MTBF, DISP	30
Quadro 5 - Desfibriladores/Cardioversores Marca A.....	31
Quadro 6 - Desfibriladores/Cardioversores Marca B.....	32
Quadro 7 - Desfibriladores/Cardioversores Marca C.....	32
Quadro 8 - Desfibriladores/Cardioversores Marca D.....	33
Quadro 9 - Desempenho dos equipamentos A1.10, B2,1 e C1.5	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Média de PSM por marca.....	34
Gráfico 2 - Média do MTTR por marca	35
Gráfico 3 - Média do MTBF por marca.....	36
Gráfico 4 - Média da DISP por marca	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
DEA – Desfibrilador Externo Automático
DISP – Disponibilidade
ECG – Eletrocardiograma
EMA – Equipamentos Médico-Assistencial
HCU - Hospital de Clínicas de Uberlândia
MEC – Ministério da Educação
MTBF – Tempo Médio Entre Falhas
MTTTR – Tempo Médio de Reparo
PSM – Pedido de Serviço de Manutenção
SGE – Sistema de Gerenciamento de Equipamentos
SisBiE – Sistema de BioEngenharia
SUS – Sistema Único de Saúde
UFU – Universidade Federal de Uberlândia

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO GERAL	12
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	12
2. DESENVOLVIMENTO	13
2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1.1 <i>Hospital de Clínicas de Uberlândia</i>	13
2.1.1.1 Bioengenharia	13
2.1.2 <i>Equipamentos Médicos Assistenciais</i>	14
2.1.3 <i>Manutenções</i>	15
2.1.4 <i>Desfibrilador/Cardioversor</i>	17
2.1.5 <i>Família dos Equipamentos</i>	18
2.1.6 <i>Indicadores</i>	18
2.1.6.1 Tempo médio de Parada (MTTR)	19
2.1.6.1.1 Tempo médio de Parada (MTTR) na literatura	20
2.1.6.1.2 Tempo médio de Parada (MTTR) para a bioengenharia	20
2.1.6.2 Tempo médio entre falhas (MTBF)	21
2.1.6.2.1 Tempo médio entre falhas (MTBF) na literatura	21
2.1.6.2.2 Tempo médio entre falhas (MTBF) para a bioengenharia	21
2.1.6.3 Disponibilidade (DISP)	22
2.1.6.3.1 Disponibilidade (DISP) na literatura	22
2.1.6.3.2 Disponibilidade (DISP) para a bioengenharia	23
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS	23
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3. CONCLUSÃO	37
4. REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

O coração é o órgão responsável por bombear o sangue em um ritmo constante para que o mesmo flua por todo o corpo levando os nutrientes necessários, como oxigênio [1]. Porém existem algumas doenças caracterizadas como arritmias cardíacas, por exemplo a fibrilação atrial ou ventricular e a taquicardia, que fazem com o que o coração bata em ritmo diferente, isso tem influência direta no bombeamento de sangue pelo corpo interferindo na distribuição dos nutrientes, podendo ocasionar danos à pessoa, pois a falta de oxigênio no cérebro pode causar sequelas permanentes ou até mesmo levar a óbito [1,2].

A fibrilação arterial afeta 2,5% da população mundial, com prevalência maior entre os idosos, e esse valor equivale a cerca de 175 milhões de pessoas, sendo um dos maiores motivos para as mortes súbitas registradas nos hospitais [3]. Com isso, a desfibrilação, usando o desfibrilador/cardioversor, é a intervenção externa que utiliza choques elétricos aplicados ao paciente com o objetivo de fazer com que o coração volte a funcionar adequadamente [2].

Os estudos de desfibrilação tiveram início em 1900, porém apenas em 1947 que o método foi utilizado pela primeira vez em humanos, quando o cirurgião Claude Beck, realizava uma cirurgia em um garoto de 14 anos e seu coração parou, então o cirurgião utilizou seu equipamento de laboratório, que a princípio era apenas um protótipo, e aplicou uma corrente alternada no paciente e seu coração voltou a bater normalmente. Mais tarde em 1956, Paul Zoll, um cardiologista americano, criou a teoria para a utilização da desfibrilação externa sem ser necessário o paciente estar de peito aberto, afirmando que um choque acima de 750 volts diretamente no peito é o suficiente para desfibrilar o coração. [1].

Desde então o equipamento vem sendo aprimorado para que desempenhe suas funções de maneira mais rápida e eficiente, pois nos casos em que o acesso aos desfibriladores ocorreu no período entre cinco a sete minutos após a parada cardíaca, a chance de sobrevivência é maior que 49% [3]. O que faz ressaltar a Lei nº 3.585 [4], que determina que todo local com alta

circulação de pessoas deve estar equipado com o desfibrilador e estabelecer a manutenção periódica do equipamento.

A manutenção é um fator importante, pois garante confiabilidade e segurança no funcionamento do equipamento, não se resume apenas a reparos quando o mesmo apresenta alguma falha, mas também em atividades que são desenvolvidas a fim de evitar possíveis falhas, como é o caso das manutenções preventivas e preditivas [5].

Ao se tratar de Equipamentos Médico-Assistenciais (EMAs) e manutenções, indicadores de manutenção podem ser usados para obter um melhor gerenciamento, afim de analisar a qualidade das manutenções que estão sendo executadas e avaliar marcas e modelos desses EMAs. Dentre os indicadores de manutenções que são utilizados, temos, Disponibilidade (DISP), Tempo Médio Entre Falhas (MTBF), e Tempo Médio de Reparo (MTTR), que serão considerados para a análise desse trabalho.

1.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo realizar uma análise de indicadores de manutenção, do Equipamento Médico Assistencial Desfibrilador/Cardioversor, do Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia, no período de Janeiro de 2014 a maio de 2019.

1.2 Objetivos Específicos

- Conhecer os dados fornecidos pelo software de gerenciamento de manutenção (SisBiE);
- Estudar indicadores de manutenção;

- Calcular indicadores de manutenção para os desfibriladores/cardioversor do HCU-UFU;
- Entender os indicadores para as diversas marcas e modelos desses EMAs;
- Obter uma visão geral das manutenções dos desfibriladores/cardioversor para possíveis melhoras de gerenciamento.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Fundamentação Teórica

2.1.1 Hospital de Clínicas de Uberlândia

De acordo com o site institucional do Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU) [6], o hospital foi inaugurado em 26 de agosto de 1970, com o intuito de ser uma unidade clínica de ensino para o curso de medicina da Escola de Medicina e Cirurgia de Uberlândia, com apenas 27 leitos.

Hoje possui 520 leitos e mais de 50 mil m² de área construída, sendo o maior prestador de serviços pelo Sistema Único de Saúde (SUS), em Minas Gerais. Se tornou referência em média e alta complexidade atendendo 86 municípios da região do Triângulo Norte, e ocupa o terceiro lugar no ranking dos maiores hospitais universitários da rede de ensino do Ministério da Educação (MEC).

2.1.1.1 Bioengenharia

O HCU-UFU conta com o setor de Bioengenharia, que é responsável pela manutenção de todo o parque tecnológico de equipamentos médico-

assistenciais, manutenção do sistema de gases do hospital, pequenas reformas estruturais, entre outras funções.

Foi fundada no ano de 2000 pelo Engenheiro Eletricista Marcos Ferreira de Rezende, contém uma equipe com 63 membros, dentre eles engenheiros mecânicos, eletricitas, civil, biomédicos, equipe de técnicos nessas mesmas áreas, uma equipe de arquitetura hospitalar, e de manutenção predial, e também possui o almoxarifado, caldeira, e o laboratório de qualidade.

As manutenções que são realizadas pela Bioengenharia são administradas por meio do Sistema de Bioengenharia (SisBiE), implantado em 2014. Assim quando necessária a manutenção de algum equipamento é realizada a abertura de um Pedido de Serviço de Manutenção (PSM) que é arquivado pelo sistema e o assim que o serviço é realizado o PSM é encerrado. Portanto, com o software é possível o gerenciamento das manutenções de todo o parque tecnológico do hospital, sendo tanto corretiva quanto preventiva, e também fazer o acompanhamento dos indicadores de manutenção de cada equipamento.

2.1.2 Equipamentos Médicos Assistenciais

No Brasil a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), criada pela Lei nº 9.782 de 26 de janeiro de 1999 [7], é o órgão que está vinculado ao Ministério da Saúde e tem como objetivo promover a proteção da saúde da população por meio do controle sanitário da produção e consumo de produtos e serviços no país, logo possui o controle de todas as tecnologias utilizadas no campo da saúde [8].

A ANVISA por meio da RDC Nº 2, de 25 de Janeiro de 2010 que “Dispõe sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde”, em seu item VIII da Seção III, define Equipamentos Médico-Assistenciais (EMAs) como [9]:

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

Os equipamentos médicos assistenciais podem ser caracterizados como produtos médicos ativos, sendo eles implantáveis ou não implantáveis, e produtos não-ativos, como as cadeiras de rodas, macas, mesas cirúrgicas, entre outros [10].

Será feita a análise de equipamentos médicos assistências ativos, que é definido pela RDC nº 185/01 que “Aprova o Regulamento Técnico que consta no anexo desta Resolução, que trata do registro, alteração, revalidação e cancelamento do registro de produtos médicos na Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA”, item 13.1 Anexo 1 [11], como produtos médicos que necessitam de uma fonte de energia externa para o seu funcionamento.

É também determinado pela Lei nº 6.360 de 23 de setembro de 1976 [12] que “Dispõe sobre a Vigilância Sanitária a que ficam sujeitos os Medicamentos, as Drogas, os Insumos Farmacêuticos e Correlatos, Cosméticos, Saneantes e Outros Produtos, e dá outras Providências”, que todos os equipamentos médicos assistenciais devem ser registrados no Ministério da Saúde antes de sua industrialização, com o objetivo de garantir que o produto seja disponibilizado para a sociedade para ser utilizado e/ou consumido apenas depois da execução das exigências sanitárias legais [13].

2.1.3 Manutenções

De acordo com a norma NBR 5462 [14] de Confiabilidade e Manutenabilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no item 2.8.1 define-se o termo Manutenção como:

A combinação de todas as ações técnicas e administrativa, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”

Na abordagem desse tema, é importante ter em mente os conceitos de confiabilidade e manutenabilidade, que são respectivamente, o equipamento

desempenhar sua função para qual foi desenvolvido nas condições determinadas durante um período de tempo, e a capacidade do mesmo de ser mantido ou recolocado em condições para realizar suas funções [14].

Diante desses conceitos, pode-se aplicá-los ao cenário dos EMAs (Equipamentos Médico-Assistenciais), e que podem possuir três tipos principais de manutenções: preditivas, preventivas e corretivas.

Entende-se por manutenção preditiva a manutenção que tem como finalidade a confiabilidade do equipamento, irá garantir a qualidade de serviço através de técnicas de análise que poderá encontrar possíveis falhas iniciais acompanhando os parâmetros e permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. É uma manutenção que possibilita intervenções com o equipamento em funcionamento no setor e reduz assim quantidade de manutenções preventivas e corretivas [14,15].

Já as manutenções preventivas são manutenções realizadas em um período de tempo determinado, com o objetivo de evitar com que o equipamento apresente alguma falha durante o uso, ou que haja a degradação do funcionamento de algum componente [14]. A periodicidade com que essas manutenções serão realizadas devem ser definidas de acordo com cada tipo de equipamento. Ao determinar o intervalo que irão ocorrer é levado em consideração a simplicidade na reposição de peças, custo que irá gerar caso apresente falhas, alto índice de defeito e/ou quando estiver apresentando erros que implique na segurança pessoal ou operacional [15].

Por fim as manutenções corretivas são as manutenções executadas quando o equipamento apresenta algum problema, possui o objetivo de reparar e colocar o item apto novamente em condições de desempenhar suas funções [14]. Uma manutenção corretiva nem sempre é caracterizada como uma manutenção de urgência. Existem dois tipos de casos que levam à manutenção corretiva, que são quando as variáveis operacionais estão apontando valores diferentes do esperado, e a ocorrência de fato de uma falha [15].

Para a realização de qualquer tipo de manutenção o responsável pela atividade tem que ter em mãos os dados iniciais para o gerenciamento do serviço como, identificação do equipamento, dados do setor solicitante, o tipo de serviço que está sendo solicitado, e outros [16]. Em seguida a manutenção será

executada e encerrada, e posteriormente por meio dos indicadores adotados pelo sistema será feito um gerenciamento dessa manutenção.

É importante ressaltar que atualmente as manutenções no HCU-UFU são feitas pela equipe técnica da Bioengenharia e são realizadas apenas as manutenções preventivas e corretivas.

2.1.4 Desfibrilador/Cardioversor

O desfibrilador é um equipamento que tem a função de descarregar cargas elétricas no paciente que se encontra em quadro de arritmia cardíaca, assim seu objetivo é reverter o estado do paciente em tempo hábil, para que não haja perda ou algum dano nas funções cardíacas e até mesmo cerebrais [2]. O equipamento possui duas pás, que devem ser posicionadas adequadamente no tórax de forma que a descarga atinge apenas o coração [17].

Pode ser usado nas funções de desfibrilador ou cardioversor. A função de desfibrilação acontece quando é aplicada uma carga elétrica contínua e não sincronizada que irá fazer com que o coração volte a bater, é utilizada em casos como taquicardia ventricular e fibrilação ventricular sem pulso. Já a cardioversão é a aplicação de uma carga elétrica contínua e sincronizada, que fará com que o coração bata no ritmo adequado, sendo indicada quando ocorrem casos de arritmia, como fibrilação atrial e taquicardias com complexo largo e com pulso [2].

Os modelos de desfibriladores mais recentes possuem acoplado a eles o modo DEA (Desfibrilador Externo Automático) que por meio das leituras do ECG (que podem ser realizadas tanto pelas pás quanto pelos cabos) analisam qual a parte da curva do batimento cardíaco deverá ser corrigida [1]. E assim, através de um sistema de voz e texto que servirão como guia do passo a passo a ser realizado, avaliará de forma automática se há ou não a necessidade do choque e informará ao operador do equipamento o momento certo para apertar o botão de disparo da carga elétrica [2].

2.1.5 Família dos Equipamentos

Com a implantação do Sistema de Bioengenharia (SisBiE) no hospital em 2014, que substituiu o antigo sistema SGE (Sistema de Gerenciamento de Equipamentos), os equipamentos foram cadastrados e organizados por famílias no sistema, como mostra a Figura 1.

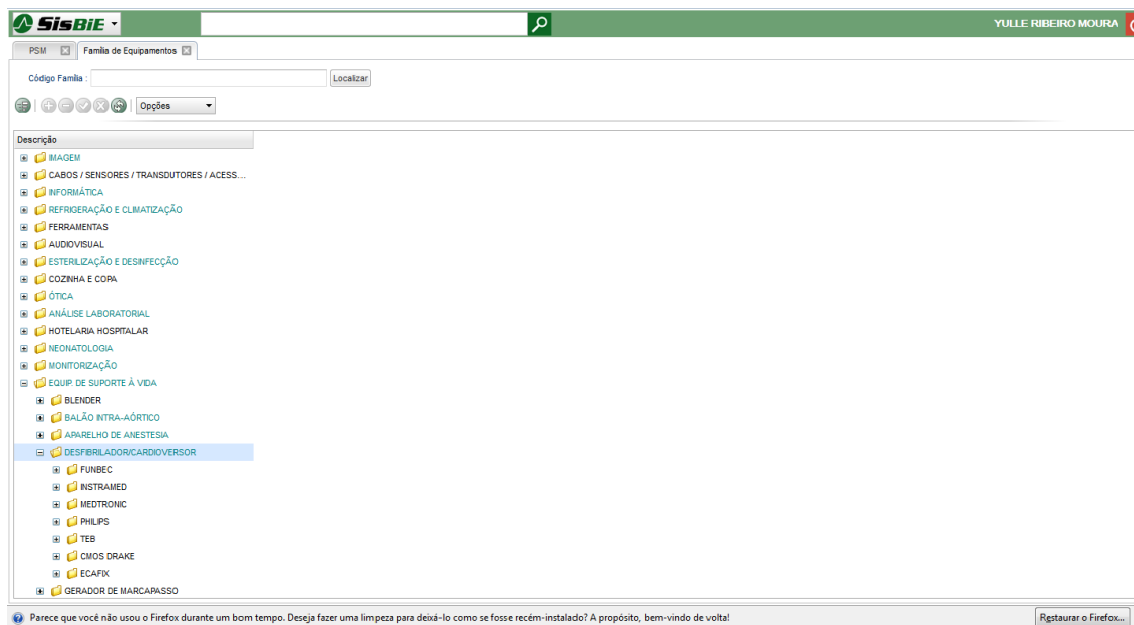


Figura 1 - Família de Equipamentos

O desfibrilador/cardioversor, equipamento em análise neste trabalho, pertence à família EQUIPAMENTOS DE SUPORTE À VIDA, que são equipamentos que monitoram e controlam os sinais vitais.

2.1.6 Indicadores

São usados para descrever uma situação atual, no caso dos indicadores de manutenção hospitalar, para acompanhar o desempenho dos Equipamentos Médicos Assistenciais, servindo para comparações, avaliar a execução das funções planejadas em um determinado período de tempo, verificar mudanças, qualidade e quantidade [18].

Indicam o desempenho, podendo ser positivo ou negativo, das manutenções, gerando valores numéricos que iram medir a efetividade dos trabalhos realizados [19].

2.1.6.1 Tempo médio de Reparo (MTTR)

Avalia a competência do técnico, a logística de reposição de peças, e representa a manutenibilidade do equipamento [20].

Isto é, analisa o tempo que o técnico utilizou para realizar o conserto do equipamento, envolvendo todo o tempo gasto desde a manutenção em banca, o tempo para compra de peças, quando necessário, e análise no laboratório de qualidade [19].

Podendo englobar também os seguintes tempos [20]:

- T_t : *time of travel*, ou tempo de chegada do técnico ao local para iniciar a manutenção.
- T_d : *time for diagnostic* ou tempo de diagnóstico. Tempo necessário para ser feito diagnóstico da falha. A rapidez com que as falhas são diagnosticadas tem grande influência nos custos de manutenção e no tempo de indisponibilidade.
- T_a : *time for delivery*, tempo de chegada de peça, caso seja necessária a troca de alguma.
- T_g : *gain access time*, tempo de acesso. Tempo necessário para abrir o equipamento e chegar até o item defeituoso (quando aplicável).
- T_r : *remove and replace time*, tempo de remover e trocar. Tempo necessário para remover e trocar uma peça defeituosa (quando aplicável).
- T_s : *system restore time*, tempo de restaurar o sistema. Tempo necessário para colocar o equipamento em sua configuração operacional.
- T_c : *Check-out*, tempo de verificação final. Tempo necessário para fazer a verificação funcional do equipamento.

T_u : *Close up*, tempo necessário para limpeza, organização do local etc

2.1.6.1.1 Tempo médio de Reparo (MTTR) na literatura

Esse indicador é medido em unidades de tempo e pode ser calculado como mostra a Equação 1 [20]:

$$MTTR = \frac{\sum \text{tempos de reparo}}{\text{Número de intervenções observadas}} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde,

- Tempos de reparo é o tempo gasto para realizar a manutenção.
- Número de intervenções observadas é a quantidade de vezes que o equipamento foi enviado para a manutenção.

2.1.6.1.2 Tempo médio de Reparo (MTTR) para a Bioengenharia

Esta segunda forma (Equação) refere-se à maneira de como é feito o cálculo do tempo médio de reparo do equipamento pela Bioengenharia, que leva em consideração a data de abertura e encerramento do PSM:

$$MTTR = \sum (Data\ de\ Fechamento\ do\ PSM - Data\ de\ Abertura\ do\ PSM)$$

Equação (2)

Pode-se observar que nesse método não é levado em consideração o número de intervenções realizadas no equipamento, assim, apesar de ser chamado de tempo médio de reparo, resulta somente no tempo de reparo. A unidade de medida obtida no resultado é um valor em dias.

2.1.6.2 Tempo médio entre falhas (MTBF)

Esse indicador está associado a confiabilidade do equipamento. Valores baixos podem indicar uma manutenção inadequada, equipamento de baixa qualidade, instalações inapropriadas ou que o equipamento está chegando no final da vida útil [20]. É medido em unidade de tempo.

2.1.6.2.1 Tempo médio entre falhas (MTBF) na literatura

Equação 3 traz a forma como é calculado pela literatura [20]:

$$MTBF = \frac{\sum \text{tempos em funcionamento}}{\text{Número de intervenções observadas}} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde, o $\sum$ tempos em funcionamento são os dias em que o equipamento ficou em funcionamento no setor, e o tempo gasto com as manutenções não entra no cálculo.

2.1.6.2.2 Tempo médio entre falhas (MTBF) para a Bioengenharia

Como na Seção 2.1.6.1.2, o método usado para o cálculo do tempo médio entre falhas do equipamento é calculado de forma diferente pela Bioengenharia. Assim tem-se a Equação 4:

$$MTBF = \frac{\text{Dias de funcionamento}}{\text{Número de PSM}} \quad \text{Equação (4)}$$

Onde:

- Dias de funcionamento: é o número de dias desde a data do cadastro do equipamento até a data que está sendo analisado o indicador;

- Número de PSM: é a quantidade de PSMs registrados no período em análise.

2.1.6.3 Disponibilidade (DISP)

Pela norma NBR 5462 a disponibilidade pode ser caracterizada como: “capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em determinado intervalo de tempo, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção” [14]. Ou seja, este indicador representa o percentual de tempo em que o equipamento ficou apto para operação e desempenhar suas devidas funções. É um indicador adimensional [20].

2.1.6.3.1 Disponibilidade (DISP) na literatura

De acordo com a literatura utiliza os indicadores MTBF (Tempo Médio entre Falhas) e MTTR (Tempo Médio de Reparo) [20], como mostra a Equação 5.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100 \quad \text{Equação (5)}$$

2.1.6.3.2 Disponibilidade (DISP) para a Bioengenharia

Assim como as Seções 2.1.6.1.2 e 2.1.6.2.2 referentes a indicadores, o cálculo da disponibilidade do equipamento para a Bioengenharia também é feito de forma diferente, não é levado em consideração o indicador MTBF (Tempo médio Entre Falhas), apenas o MTTR (Tempo médio de Reparo). Desta forma o cálculo é feito por meio da Equação 6:

$$DISP = \frac{\text{Dias de funcionamento} - MTTR}{\text{Dias de funcionamento}} \times 100\% \quad \text{Equação (6)}$$

2.2 Materiais e Métodos

O presente trabalho foi realizado em três etapas. A primeira etapa consistiu em um estudo para efetuar a fundamentação teórica, com o objetivo de fundamentar alguns conceitos e aprofundar sobre o tema apresentado. A segunda etapa foi a aquisição dos dados dos desfibriladores/cardioversor pelo software de gerenciamento da Bioengenharia, o SisBiE, com o auxílio do Técnico Rodrigo Cesar de Oliveira, criador do sistema, no dia 04 de junho de 2019. E por fim, a terceira e última etapa foi a realização dos cálculos dos indicadores de manutenção e análise obtida com eles.

Foram coletados dois tipos de dados, uma relação com todos os equipamentos cadastrados no SisBiE, e outra com os equipamentos que possuíam PSMs registrados de Janeiro de 2014 até Maio de 2019, e todos apenas com referência aos pedidos de manutenção corretiva. Os que não possuíam data de finalização do serviço não entraram na análise, uma vez que para a realização dos cálculos é necessário que tenha tanto a data de abertura quanto a de encerramento da manutenção.

Os dados de equipamentos que estão inativos no sistema também não foram utilizados, visto que os mesmos não são mais usados no hospital, desta forma dos 96 desfibriladores cadastrados no SisBiE, 43 encontra-se inativos e não farão parte da análise.

A base de dados foi analisada para verificar se todos os registros possuíam as informações necessárias:

- código de bioengenharia: para a identificação do equipamento no sistema;
- data de abertura e finalização do PSM;
- marca e modelo – para identificação e diferenciação entre os equipamentos;
- data da aquisição.

Assim, a base de dados para análise foi de 53 equipamentos. Posteriormente com os dados verificados os equipamentos foram divididos de acordo com sua marca/modelo.

A análise dos indicadores foi realizada de duas maneiras, a primeira calculando por meio das equações que são utilizadas pela Bioengenharia e a segunda como é definido pela literatura

Por fim, foram montadas as tabelas com os resultados dos indicadores e gerados gráficos de média de cada indicador para as marcas de desfibriladores/cardioversores.

2.3 Resultados e Discussão

Com os dados coletados foi possível organizá-los em dois quadros. No Quadro 1, tem-se o registro de todos os desfibriladores cadastrados no SisBiE de acordo com sua marca/modelo, e no Quadro 2 a relação da quantidade de equipamentos que possuem PSMs para manutenção corretiva.

Para a preservação das marcas e modelos os equipamentos foram identificados por letras e números. Foram encontradas quatro marcas (nomeadas

aqui de A, B, C e D). A marca A possui três modelos, a marca B dois modelos, e as marcas C e D apenas um modelo, como mostra o Quadro 1

Quadro 1 - Desfibriladores/Cardioversores ativos cadastrados no SisBiE

Marca	Modelo	Quantidade de equipamento por Modelo	Quantidade de Equipamento por Marca
A	A1	17	28
	A2	1	
	A3	10	
B	B1	8	9
	B2	1	
C	C1	13	13
D	D1	3	3
TOTAL		53	53

Como observado no Quadro 1, a marca A representa a maior porcentagem, com 52,83% de equipamentos ativos cadastrados no sistema, e em seguida tem-se a marca C, com 24,52%.

Após a análise dos dados obtidos foram encontrados 45 registros de PSMs de desfibriladores/cardioversor para manutenção corretiva, divididos em 4 marcas diferentes.

Dos equipamentos com registros de PSM (Quadro 2) a marca C é a que possui a maior quantidade, onde dos 13 cadastrados, 12 possuem PSMs, representando 92,3% dos equipamentos dessa marca, seguido da marca B que tem 88,89% dos seus equipamentos com pedidos de manutenção corretiva.

Quadro 2 - Relação dos equipamentos ativos com registro de PSM.

Marca	Modelo	Quantidade de PSMs por Modelo	Quantidade de equipamentos com PSM por Marca
A	A1	16	23
	A2	1	
	A3	6	
B	B1	7	8
	B2	1	
C	C1	12	12
D	D1	2	2
TOTAL		45	45

Para a análise dos indicadores de manutenção foi levado em consideração todos os equipamentos ativos cadastrados no SisBiE. Para identificar os cálculos que fazem referência à forma calculada pela Bioengenharia (Equações 2, 4 e 6) utilizou-se “B” e para a forma determinada pela literatura (Equações 1, 3 e 5) foi utilizado “L” na frente da sigla dos indicadores.

É importante ressaltar que cada setor do hospital possui um desfibrilador, e em alguns setores possui mais de um, como na UTI, Centro Cirúrgico e outros.

O Quadro 3 traz os resultados obtidos, indicando a marca/modelo, a quantidade de dias de funcionamento, a quantidade de PSMs registrados, e os três indicadores calculados: Tempo Médio de Reparo (MTTR) dado em dias; Tempo Médio entre Falhas (MTBF) dado em dias; Disponibilidade (DISP) dado em porcentagem.

Quadro 3 - Relação de equipamentos com os resultados dos cálculos dos Indicadores

Equip.	Marca/Modelo	Dias de Func.	Nº de PSMs	MTTR _B (dias)	MTBF _B (dias)	DISP _B (%)	MTTR _L (dias)	MTBF _L (dias)	DISP _L (%)
A1.1	A1	3878	13	823	298,3	78,77	63,3	235	78,77
A1.2	A1	3699	2	47	1849,5	98,72	23,5	1826	98,72
A1.3	A1	3361	1	167	3361	95,03	167	3194	95,03
A1.4	A1	3361	4	20	840,25	99,4	5	835,25	99,4
A1.5	A1	3361	5	237	672,2	92,95	47,4	624,8	92,95
A1.6	A1	3361	1	6	3361	99,82	6	3355	99,82
A1.7	A1	3361	2	5	1680,5	99,85	2,5	1678	99,85
A1.8	A1	3361	7	714	480,14	78,76	102	378,14	78,76
A1.9	A1	3361	3	93	1120,33	97,24	31	1089,3	97,24
A1.10	A1	3111	1	2	3111	99,93	2	3109	99,93
A1.11	A1	3139	2	29	1569,5	99,08	14,5	1555	99,08
A1.12	A1	3111	1	0	3111	100	0	3111	100
A1.13	A1	2888	1	765	2888	73,51	765	2123	73,51
A1.14	A1	2888	2	3	1444	99,89	1,5	1442,5	99,89
A1.15	A1	2888	2	2	1444	99,93	1	1443	99,93
A1.16	A1	2888	6	23	481,33	99,2	3,83	477,5	99,2
A1.17	A1	3111	0	--	--	100	--	--	100
A2.1	A2	2553	2	45	1276,5	98,23	22,5	1254	98,23
A3.1	A3	745	2	8	372,5	98,92	4	368,5	98,92
A3.2	A3	745	1	5	745	99,33	5	740	99,33
A3.3	A3	745	4	7	186,25	99,06	1,75	184,5	99,06
A3.4	A3	745	2	4	372,5	99,46	2	370,5	99,46
A3.5	A3	745	1	4	745	99,46	4	741	99,46
A3.6	A3	745	1	9	745	98,79	9	736	98,79
A3.7	A3	745	0	--	--	100	--	--	100
A3.8	A3	745	0	--	--	100	--	--	100
A3.9	A3	745	0	--	--	100	--	--	100
A3.10	A3	745	0	--	--	100	--	--	100
B1.1	B1	4444	4	237	1111	94,66	59,25	1051,75	94,66
B1.2	B1	4444	2	28	2222	99,37	14	2208	99,37
B1.3	B1	1876	5	4	375,2	99,78	0,8	374,4	99,78

Quadro 3 - Relação de equipamentos com os resultados dos cálculos dos Indicadores (continuação)

B1.4	B1	1877	1	0	1877	100	0	1877	100
B1.5	B1	1878	10	43	187,8	97,71	4,3	183,5	97,71
B1.6	B1	1877	3	6	625,67	99,68	2	623,66	99,68
B1.7	B1	1876	1	1	1876	99,95	1	1875	99,95
B1.8	B1	1876	0	--	--	100	--	--	100
B2.1	B2	5197	1	74	5197	98,57	74	5123	98,57
C1.1	C1	6797	3	93	2265,67	98,63	31	2234,67	98,63
C1.2	C1	6865	1	2	6865	99,97	2	6863	99,97
C1.3	C1	6865	2	17	3432,5	99,75	8,5	3424	99,75
C1.4	C1	6865	2	154	3432,5	97,75	77	3355,5	97,75
C1.5	C1	7710	1	1	7710	99,98	1	7709	99,98
C1.6	C1	5087	2	183	2543,5	96,4	91,5	2452	96,4
C1.7	C1	4726	6	789	787,67	83,3	131,5	656,17	83,3
C1.8	C1	8677	2	51	4338,5	99,41	25,5	4313	99,41
C1.9	C1	4653	5	989	930,6	78,74	197,8	732,8	78,74
C1.10	C1	4652	13	68	357,85	98,54	5,23	352,6	98,54
C1.11	C1	7290	3	201	2430	97,24	67	2363	97,24
C1.12	C1	6865	3	143	2288,33	97,91	47,67	2240,67	97,91
C1.13	C1	4726	0	--	--	100	--	--	100
D1.1	D1	4407	1	505	4407	88,54	505	3902	88,54
D1.2	D1	--	2	27	--	--	13,5	--	--
D1.3	D1	4500	0	--	--	100	--	--	100

No caso do equipamento D1.2 foi possível apenas o cálculo do indicador MTTR (Tempo Médio de Reparo), pois não está registrada no SisBiE a data de aquisição do equipamento, e para o cálculo dos demais indicadores é usado esse dado como base.

Com os cálculos efetuados pode-se observar que há diferenças nos resultados obtidos pela forma como a Bioengenharia calcula e como é apresentado na literatura para os indicadores Tempo Médio de Reparo (MTTR) e o Tempo Médio entre Falhas (MTBF).

Com relação ao indicador MTBF a diferença não foi muito relevante, porém a forma como é calculada pela literatura é mais precisa, pois exclui os dias em que o equipamento está indisponível, considerando somente os dias em funcionamento, e, pela equação da Bioengenharia o tempo utilizado no cálculo é o tempo em que o equipamento está no HCU-UFU, desde em que foi cadastrado no sistema até a data de coleta de dados da pesquisa.

Já o indicador MTTR, apesar de ser chamado de tempo médio de reparo na BioEngenharia, na realidade o que é calculado é o tempo de reparo, pois nenhuma média é efetuada nos cálculos. Mas como se pode notar, existe diferença entre os valores calculados pela duas formas.

Em relação ao indicador de Disponibilidade (DISP) apesar da equação ser diferente os resultados são iguais, o que faz todo sentido, pois a disponibilidade do equipamento não irá mudar.

Ressalta-se que as discussões serão feitas em relação aos resultados obtidos utilizando-se as equações da Bioengenharia.

No software SisBiE existem 53 desfibriladores cadastrados que estão ativos, como foi visto anteriormente, e dentre eles 8 não possuem registro de PSMs para manutenção corretiva desde a implantação do sistema, o que faz com o que o indicador de disponibilidade seja de 100%, ou seja, ficou sempre disponível para o uso no HCU-UFU. Os equipamentos A1.12 e B1.4 também obtiveram 100% de disponibilidade, porém possuem registro de PSM, ambos com 1 PSM, analisando o registro foram manutenções corretivas possíveis de serem realizadas em poucas horas e o equipamento foi entregue rapidamente ao setor.

O equipamento C1.8 é o mais antigo entre os que estão ativos com 8677 dias, (aproximadamente 24 anos) e apenas 2 PSMs. O equipamento fica no setor de oncologia, e de acordo com os registros no sistema no primeiro PSM apresentou falha na placa CPU sendo necessário a troca do circuito eletrônico inteiro, e no segundo PSM o equipamento estava com defeito no terminal da bobina de ECG impossibilitando a leitura e com o cabo do sincronismo desconectado.

De todos os equipamentos analisados, o A1.1, B1.5 e C1.10 foram os que apresentaram maior registro de PSMs, com 13, 10 e 13 PSMs e 3878, 1878 e 4652 dias de funcionamento, respectivamente. Nota-se entre esses três equipamentos que o B1.5 é bem mais novo que os demais, porém com um número elevado de PSMs, comparado aos demais de mesma marca e modelo e também aos equipamentos restantes. Ao analisar os registros no sistema, possui 1 PSM para instalação no setor de Unidade Coronariana, 1 para conserto do cabo da fonte de energia, 4 PSMs relatando problemas com as pás do equipamento, e 4 para realizar uma revisão geral. Outro detalhe a observar é o MTTR 823, 43 e 68 dias para reparos em manutenções, desses mesmos equipamentos, vemos entre eles que o equipamento A1.1 foi o que possui os piores indicadores.

Outro resultado bem significativo analisando o número de PSMs é o do equipamento D1.1 que possui apenas 1 registro de PSM e um tempo de reparo igual a 505 dias. Pelo sistema, o equipamento não apresentou nenhuma falha, mas foi preciso realizar a troca de bateria do mesmo, sendo assim a grande quantidade de dias para o reparo foi devido à demora na compra da peça.

Dos valores encontrados do MTTR para a Bioengenharia o equipamento com valor mais alto foi o C1.9 com 989 dias para os reparos, seguido dos equipamentos A1.1 com 823 dias, C1.7 com 789 dias, A1.13 com 765 dias e A1.8 com 714 dias, de acordo com os registros os valores altos para o indicador é devido à demora na compra da peça para conserto do equipamento, todos relatavam compra de uma nova bateria, com exceção do A1.13 que foi compra de novas pás, mesmo o equipamento C1.9 possuindo o maior MTTR, possui apenas 5 PSMs enquanto o equipamento A1.1 possui 13 PSMs.

O Tempo Médio Entre Falhas (MTBF) corresponde ao intervalo médio entre uma manutenção e outra, sendo assim quanto maior o valor do indicador melhor. Os resultados obtidos com os cálculos pela Bioengenharia e pela literatura, apesar de cálculos diferentes, possuem resultados próximos.

Com relação a esse indicador o equipamento C1.5 foi o obteve o maior valor, de 7710 dias, com apenas 1 PSM para manutenção e o tempo de reparo de 1 dia que, pelos registros no sistema, o setor de Traumatologia solicitou apenas a revisão geral do equipamento. Já o que apresentou menor valor do MTBF foi A3.3 com um intervalo médio de 186,25 dias, com 4 registros de PSM, esse resultado é devido aos equipamentos do modelo A3 serem recentes, com apenas 745 dias de funcionamento, em relação aos demais.

Analisando os resultados para o indicador de Disponibilidade (DISP), com exceção dos equipamentos que apresentaram 100% de disponibilidade, o que apresentou maior porcentagem, indicando que ficou menos tempo em manutenção foi o equipamento C1.5, com 99,98%, é o segundo com maior tempo de funcionamento, com 7710 dias, 1 PSM e 1 dia para execução da manutenção, como foi relatado anteriormente, realizou apenas uma revisão geral no mesmo. O equipamento A1.13 foi o que teve a menor porcentagem como resultado, de 73,51%, com 1 PSM e 765 dias para manutenção, pelos registros no SisBiE, a grande quantidade de dias para a realizar a manutenção foi pela demora na compra de novas pás para o conserto do equipamento, mesmo com

apenas 1 registro para atividade corretiva, teve um valor considerável para o tempo de reparo, e também é um dos equipamentos recentes em uso no hospital, com 2888 dias de funcionamento.

Todas essas observações podem ser vistas no Quadro 4, que apresenta separadamente os equipamentos que obtiveram maiores diferenças com relação aos outros em cada caso, número de PSM, MTTR, MTBF, DISP.

Quadro 4 - Equipamentos que apresentaram maiores diferenças no N° de PSM, MTTR, MTBF, DISP

Equip.	Marca/ Modelo	Dias de Func.	N° de PSM	MTTR _B (Dias)	MTBF _B (Dias)	DISP _B (%)
A1.1	A1	3878	13	823	298,3	78,77
A1.8	A1	3361	7	714	480,14	78,76
A1.13	A1	2888	1	765	2888	73,51
A3.3	A3	745	4	7	186,25	99,06
B1.5	B1	1878	10	43	187,8	97,71
C1.5	C1	7710	1	1	7710	99,98
C1.7	C1	4726	6	789	787,67	83,3
C1.8	C1	8677	2	51	4338,5	99,41
C1.9	C1	4653	5	989	930,6	78,74
C1.10	C1	4652	13	68	357,85	98,54
D1.1	D1	4407	1	505	4407	88,54

Após a discussão geral dos indicadores, foi realizada em seguida uma análise mais detalhada para cada marca.

O Quadro 5 apresenta os resultados para marca A, que contém 28 equipamentos, com 3 modelos diferentes. É a marca que possui o modelo (A3) mais recente no hospital, podendo ser observado pelos dias de funcionamento, porém mesmo com poucos dias de funcionamento dos 10 equipamentos do modelo A3, 6 possuem PSMs.

Como foi visto anteriormente, essa marca de equipamento foi a que apresentou a maior quantidade de PSMs (equipamento A1.1, juntamente com o equipamento C1.10), um dos valores mais altos de tempo para manutenção, MTTR (equipamento A1.1), o menor tempo entre uma falha e outra, MTBF (equipamento A3.3), e também possui o equipamento com menor porcentagem de disponibilidade (equipamento A1.13).

Quadro 5 - Desfibriladores/Cardioversores Marca A

Equip.	Marca/ Modelo	Dias de Func.	Nº de PSM	MTTR _B (Dias)	MTBF _B (Dias)	DISP _B (%)
A1.1	A1	3878	13	823	298,3	78,77
A1.2	A1	3699	2	47	1849,5	98,72
A1.3	A1	3361	1	167	3361	95,03
A1.4	A1	3361	4	20	840,25	99,4
A1.5	A1	3361	5	237	672,2	92,95
A1.6	A1	3361	1	6	3361	99,82
A1.7	A1	3361	2	5	1680,5	99,85
A1.8	A1	3361	7	714	480,14	78,76
A1.9	A1	3361	3	93	1120,33	97,24
A1.10	A1	3111	1	2	3111	99,93
A1.11	A1	3139	2	29	1569,5	99,08
A1.12	A1	3111	1	0	3111	100
A1.13	A1	2888	1	765	2888	73,51
A1.14	A1	2888	2	3	1444	99,89
A1.15	A1	2888	2	2	1444	99,93
A1.16	A1	2888	6	23	481,33	99,2
A1.17	A1	3111	0	0	0	100
A2.1	A2	2553	2	45	1276,5	98,23
A3.1	A3	745	2	8	372,5	98,92
A3.2	A3	745	1	5	745	99,33
A3.3	A3	745	4	7	186,25	99,06
A3.4	A3	745	2	4	372,5	99,46
A3.5	A3	745	1	4	745	99,46
A3.6	A3	745	1	9	745	98,79
A3.7	A3	745	0	0	0	100
A3.8	A3	745	0	0	0	100
A3.9	A3	745	0	0	0	100
A3.10	A3	745	0	0	0	100

Os equipamentos que também chamam atenção são A1.3 e A1.13, por apresentarem apenas 1 PSM para manutenção e possuírem um tempo de reparo alto, com 167 e 765 dias respectivamente, ao analisar os registros ambos relatavam que o equipamento não realizava disparo da carga.

Já o equipamento A1.10 apresentou o registro de 1 PSM, baixíssimo tempo de reparo (2 dias), proporcionando um alto valor para o indicador Tempo Médio entre Falhas e Disponibilidade.

No Quadro 6 mostra-se o resultado para a marca B, que possui 9 equipamentos e 2 modelos distintos.

É uma marca que tem equipamentos que foram adquiridos há bastante tempo pelo hospital, um equipamento (B2.1) com 15 anos e dois com 12 anos de uso (B1.1 e B1.2.), e outros que foram implantados recentemente com apenas 5 anos. Possuem baixos registros de PSM, com exceção do equipamento B1.5,

com 10 pedidos para manutenções, porém apresenta um baixo Tempo Médio de Reparo (MTTR) com apenas 43 dias.

Quadro 6 - Desfibriladores/Cardioversores Marca B

Equip.	Marca/ Modelo	Dias de Func.	Nº de PSM	MTTR _B (Dias)	MTBF _B (Dias)	DISP _B (%)
B1.1	B1	4444	4	237	1111	94,66
B1.2	B1	4444	2	28	2222	99,37
B1.3	B1	1876	5	4	375,2	99,78
B1.4	B1	1877	1	0	1877	100
B1.5	B1	1878	10	43	187,8	97,71
B1.6	B1	1877	3	6	625,67	99,68
B1.7	B1	1876	1	1	1876	99,95
B1.8	B1	1876	0	0	0	100
B2.1	B2	5197	1	74	5197	98,57

Dentre eles o equipamento B1.1 é o que obteve o maior tempo de reparo com 237 dias e apenas 4 PSM. Pelos registros no SisBiE os 3 primeiros PSMs, 2 identificaram problemas nas pás e o outro solicitou apenas uma revisão geral, porém o valor alto para o indicador foi devido a 1 PSM que relatou defeito na bateria do equipamento sendo necessário a compra da peça.

O Quadro 7 mostra os resultados obtidos para a marca C, que possui 13 equipamentos e apenas 1 modelo.

Quadro 7 - Desfibriladores/Cardioversores Marca C

Equip.	Marca/ Modelo	Dias de Func.	Nº de PSM	MTTR _B (Dias)	MTBF _B (Dias)	DISP _B (%)
C1.1	C1	6797	3	93	2265,67	98,63
C1.2	C1	6865	1	2	6865	99,97
C1.3	C1	6865	2	17	3432,5	99,75
C1.4	C1	6865	2	154	3432,5	97,75
C1.5	C1	7710	1	1	7710	99,98
C1.6	C1	5087	2	183	2543,5	96,4
C1.7	C1	4726	6	789	787,67	83,3
C1.8	C1	8677	2	51	4338,5	99,41
C1.9	C1	4653	5	989	930,6	78,74
C1.10	C1	4652	13	68	357,85	98,54
C1.11	C1	7290	3	201	2430	97,24
C1.12	C1	6865	3	143	2288,33	97,91
C1.13	C1	4726	0	0	0	100

Essa marca, como também foi visto anteriormente, teve um dos maiores registros de PSM (equipamento C1.10), o valor mais alto do indicador MTTR (equipamento C1.9), o maior valor do indicador de tempo médio entre falhas,

MTBF (equipamento C1.5) e obteve maior disponibilidade no HCU-UFU (equipamento C1.5).

É a marca mais antiga registrada no SisBiE, com equipamentos entre 12 a 23 anos de uso. Apesar de serem os mais antigos, com exceção do equipamento C1.10, todos os outros possuem pequenas quantidades de PSM para manutenção.

O que chama atenção com relação a essa marca é que os equipamentos mais recentes, são os que apresentam maiores registros de PSM e de tempo para reparo em manutenções, MTTR.

O Quadro 8 apresenta os resultados para a marca D, que possui 3 equipamentos e apenas 1 modelo.

Quadro 8 - Desfibriladores/Cardioversores Marca D

Equip.	Marca/ Modelo	Dias de Func.	Nº de PSM	MTTR _B (Dias)	MTBF _B (Dias)	DISP _B (%)
D1.1	D1	4407	1	505	4407	88,54
D1.2	D1	-	2	27		
D1.3	D1	4500	0	0	0	100

Por mais que não tenha a data de aquisição do equipamento D1.2, observa-se que também são um equipamento antigo no HCU-UFU, com 12 anos de registro.

Com exceção do equipamento D1.3 que nunca obteve registro de PSM, os outros dois apresentaram baixos registros de pedidos para manutenção corretiva, o equipamento D1.2 foi o que apresentou maior quantidade, com 2 PSMs, porém o equipamento D1.1 teve um tempo de reparo (MTTR) muito alto, com 505 dias.

Analisando os resultados apresentados os equipamentos A1.10, B2.1 e C1.5 foram considerados os que apresentaram os melhores resultados (menor número de PSMs, menor MTTR, maior MTBF e maior DISP), como pode ser visto no Quadro 9.

Quadro 9 - Desempenho dos equipamentos A1.10, B2.1 e C1.5

Equip.	Marca/ Modelo	Dias de Func.	Nº de PSM	MTTR _B (Dias)	MTBF _B (Dias)	DISP _B (%)
A1.10	A1	3111	1	2	3111	99,93
B2.1	B2	5197	1	74	5197	98,57
C1.5	C1	7710	1	1	7710	99,98

Eles obtiveram menor registro de manutenções, com apenas 1 PSM, os equipamentos A1.10 e C1.5 com ótimo tempo de reparo, por mais que o equipamento B2.1 teve um valor elevado não interferiu no bom desempenho, e o valor para o indicador de Tempo Médio entre Falhas (MTBF) foi excelente para todos, resultando numa porcentagem de disponibilidade alta.

É importante ressaltar que os equipamentos B2.1 e C1.5 são um dos mais antigos no hospital, com 14 e 21 anos respectivamente.

Por último, foi feita uma análise gráfica das médias dos indicadores para cada marca de desfibriladores/cardioversores, usando apenas os dados calculados pelas equações da Bioengenharia.

No Gráfico 1 apresenta a média de PSM por marca. Nesse caso as médias obtiveram valores muito próximos entre 1 a 3,3 PSMs por marca, a marca D foi a que apresentou a menor média, com 1 PSM, mas é a marca que também possui a menor quantidade de equipamentos cadastrados no sistema. No mais, todas as marcas possuíram um bom desempenho, com uma quantidade média de PSMs baixa.

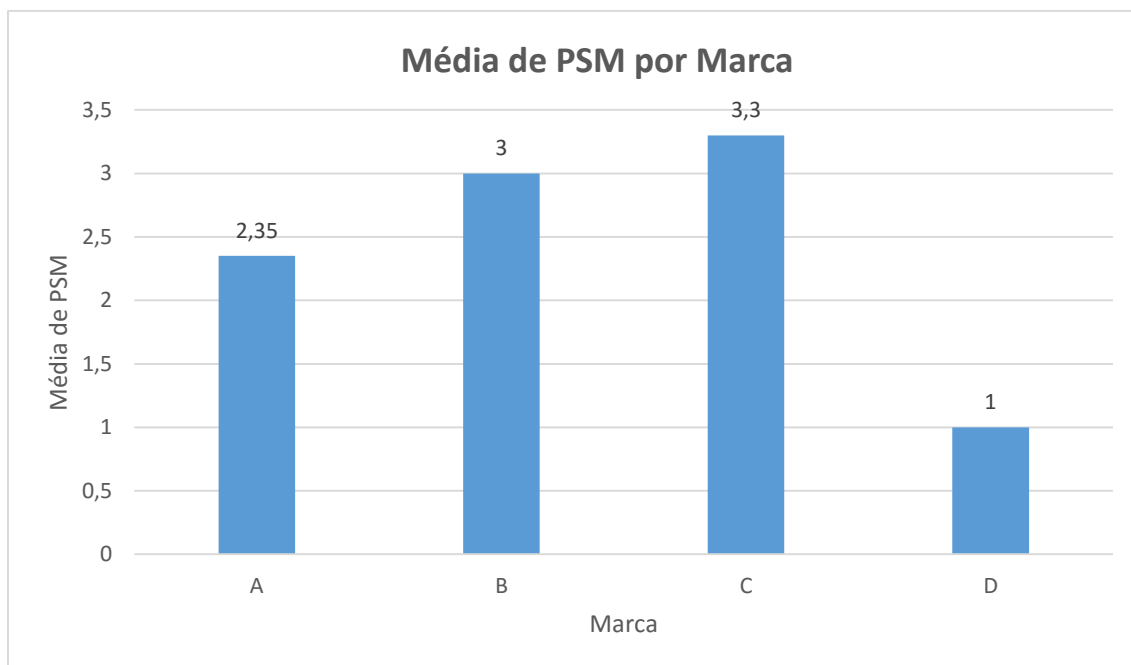


Gráfico 1 - Média de PSM por marca

No Gráfico 2 tem-se a média do indicador MTTR por marca dos desfibriladores. A marca que apresentou melhor desempenho foi a B, com uma média de 43,67 dias para reparo dos equipamentos, é uma marca que apresenta alguns equipamentos com pouco tempo de uso, mas alguns já estão há bastante tempo funcionando, sendo um dos mais antigos cadastrados no sistema.

A marca C foi a que obteve a maior média para o indicador, porém é a marca que possui todos os seus equipamentos com muito tempo de uso, alguns com mais de 20 anos, isto pode levar ao tempo maior na espera de peças ou maior tempo para realizar a manutenção devido a serem mais antigos, por exemplo.

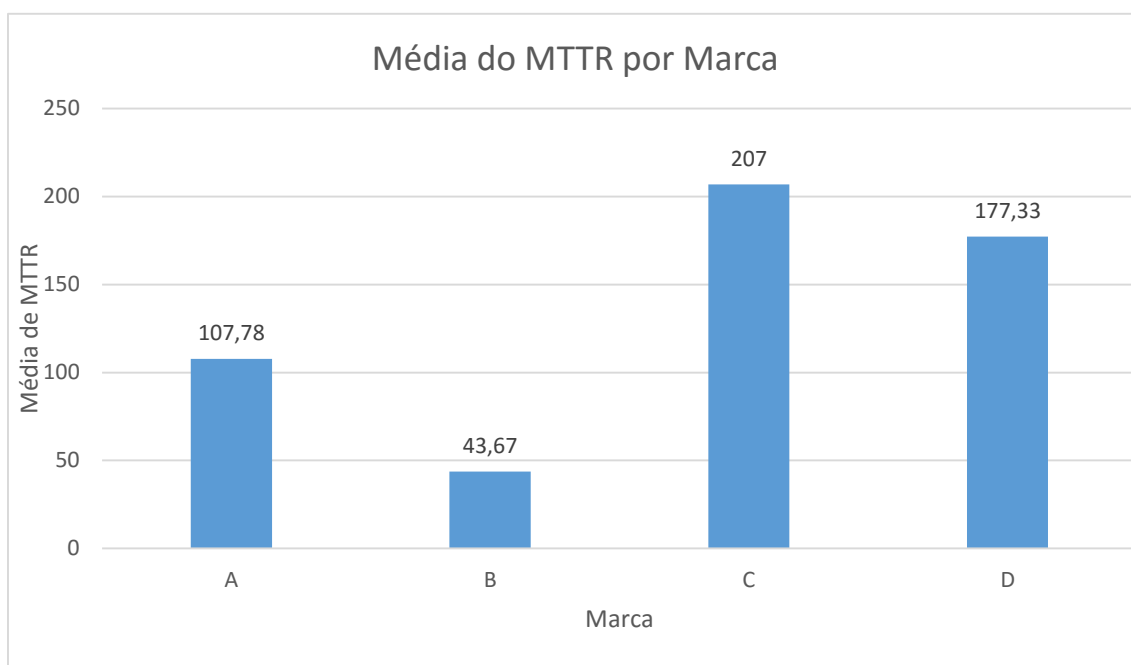


Gráfico 2 - Média do MTTR por marca

No Gráfico 3 exibe-se o resultado para a média do indicador MTBF por marca. Observa-se que os desfibriladores/cardioversores têm elevados MTBFs, devido a serem em sua maioria antigos e com baixa quantidade de PSMs. A marca C foi a que apresentou maior valor para a média desse indicador, isso é justificado por serem equipamentos antigos e, ainda assim, possuírem baixa quantidade de PSMs.

As outras marcas obtiveram um desempenho parecido, apresentando valores próximos, lembrando que a marca D, dos três equipamentos

cadastrados, um deles não possuía o registro da data de aquisição impossibilitando o cálculo desse indicador, desta forma para o cálculo da média o equipamento foi levado em conta, porém foram utilizados apenas os dados dos outros dois equipamentos.

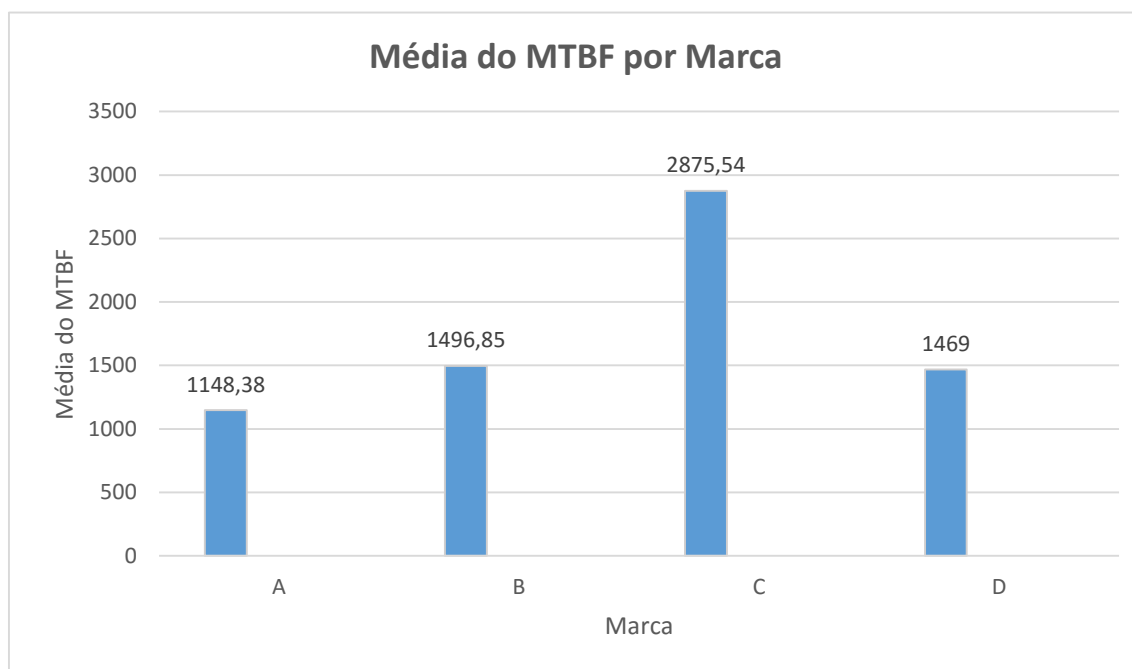


Gráfico 3 - Média do MTBF por marca

O Gráfico 4 mostra a média do indicador disponibilidade por marca. Nesse caso, as marcas A, B e C obtiveram uma média de disponibilidade acima de 95%, com exceção da marca D teve um valor bem inferior, que pode ser explicado pelo fato de não ter conseguido realizar também o cálculo desse indicador de um dos seus equipamentos por não ter o registro da data de aquisição.

A marca B com o valor mais alto entre as marcas, e as marcas A e C logo em seguida com os valores bem próximos e também as marcas que possuíram um dos seus equipamentos com a maior quantidade de registro de PSM.

É importante salientar que alguns equipamentos, em todas as marcas tiveram número de PSMs igual a zero, o que leva à disponibilidade de 100% no período analisado, porém é importante lembrar que a não ocorrência de PSM é devida a baixa utilização dos equipamentos, pois os setores que estão localizados alguns tem baixo fluxo de paciente como é o caso da Cirúrgica 5,

outros são setores de exames e consultas como Ambulatório, Hemodinâmica, e outros estão em setores como UTI neonatal, UTI pediátrica que por mais que o fluxo de paciente seja alto e geralmente em estado grave de saúde a utilização do equipamento é pouca.

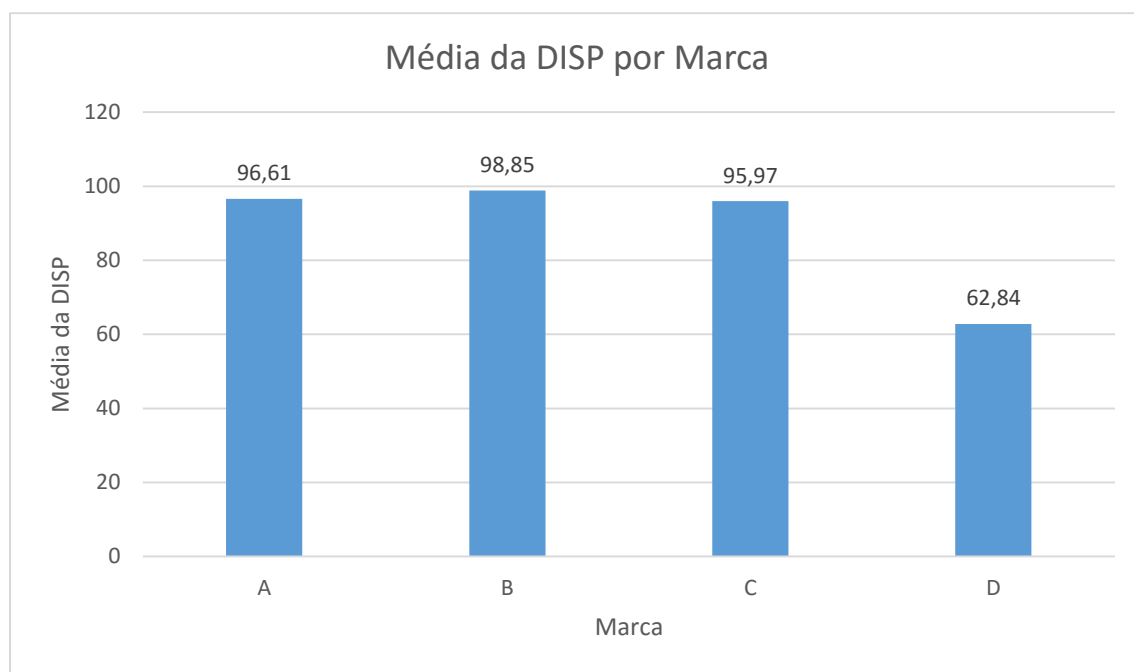


Gráfico 4 - Média da DISP por marca

3. CONCLUSÃO

Foi possível validar ao longo do trabalho importância em utilizar e analisar os indicadores de manutenção, que garante melhor qualidade e confiabilidade aos equipamentos. O equipamento analisado, desfibrilador/cardioversor, é um dos principais EMAs para o suporte a vida, o que torna essencial que o mesmo esteja sempre em bom funcionamento para o desempenho de suas funções.

Os objetivos estabelecidos para o trabalho foram atingidos, que era a análise dos indicadores de manutenção dos desfibriladores cadastrados no SisBiE, verificando o tempo médio de reparo, tempo médio entre as falhas, e a disponibilidade, e realiza a comparação dos resultados obtidos com os dados

pela forma como é calculado na BioEngenharia e como foi encontrado na literatura.

Foram analisados 53 desfibriladores/cardioversores, onde 45 tiveram registros de PSMs para manutenção corretiva. Dentre os que apresentaram solicitação para manutenção os equipamentos da marca A e C foram os que apresentaram a maior quantidade de PSMs e também o maior valor do indicador MTTR, já para o indicador MTBF o equipamento A3.3, da marca A, foi que apresentou o menor valor, e para o indicador disponibilidade também a marca A, equipamento A1.13, foi a que apresentou o menor valor.

Ao analisar os resultados, pode se observa uma superioridade nos resultados para os equipamentos da marca B que no geral tiveram poucos registros de PSMs e disponibilidades acima de 94%, enquanto a marca A foi a que possuiu registros significativos dos seus equipamentos de forma negativa, apresentando, por exemplo elevados tempos de reparo, ainda que apresentando um bom desempenho quando analisamos as médias dos mesmos indicadores pelos gráficos devido a possuir mais equipamentos.

Diante disso, apenas com a análise dos indicadores não é possível relatar de forma exata a ineficiência dos equipamentos ou das manutenções, por não ter levado em consideração informações como o procedimento das manutenções, a falta de recursos para a aquisição de peças, rotina de uso dos equipamentos, setor em que estão alocados, entre outros.

4. REFERÊNCIAS

1. BRASIL, Desfibrilador / Cardioversor. Disponível em:
<<http://www.encyclomedica.com.br/desfibrilador-cardioversor/>> Acesso em: 09 de abril 2019.
2. BRASIL, **Desfibrilador**: o que é e como salvar vidas com o equipamento? Disponível em:
<<http://cmosdrake.com.br/blog/desfibrilador/>>. Acesso em: 09 de abril 2019.
3. BRASIL, **SOBRAC** – Sociedade Brasileira de Arritmias Cardíacas. Disponível em: <<https://sobrac.org/home/arritmias-cardiacas-e-morte-subita/>> Acesso em: 08 de maio de 2019>. Acesso em: 09 de maio de 2019.
4. BRASIL. **Lei 3585, de 12 de Abril de 2005**. Dispõe sobre a obrigatoriedade de equipar com desfibriladores cardíacos semi-automáticos externos, os locais que menciona e dá outras providências. Brasília. 2005. Disponível em:
<http://www.tc.df.gov.br/SINJ/Norma/51518/Lei_3585_12_04_2005.html>. Acesso em: 09 de abril de 2019
5. LUCATELLI, M. V. **Estudo de procedimentos de manutenção preventiva de equipamentos eletromédicos**. 1998. 155 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.
6. BRASIL, Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU). **Institucional**. Disponível em: <<http://www.hc.ufu.br/pagina/institucional>>. Acesso em: 04 de abril de 2019.
7. BRASIL, **Lei 9.782, de 26 de janeiro de 1999**. Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância

Sanitária, e dá outras providências. Brasília, 1999. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9782.htm> Acesso em: 23 de abril de 2019

8. BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).
Institucional. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/institucional>>
Acesso em 23 de abril de 2019.
9. ANVISA. **Resolução RDC Nº 02, 25 de janeiro de 2010.** Dispõe sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde. Brasília, 2010. Disponível em:
<http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_02_2010_COMP.pdf/0a8661c8-9323-4747-b103-6e83c4ff41cd>. Acesso em: 23 de abril de 2019.
10. BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).
Regularização de Produtos – Produtos para Saúde. Disponível em:
<<http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/produtos-para-a-saude/produtos/classificacao-de-equipamentos>> Acesso em: 23 de abril de 2019.
11. ANVISA. **Resolução RDC Nº 185, de 22 de outubro de 2001.** Aprovar o Regulamento Técnico que consta no anexo desta Resolução, que trata do registro, alteração, revalidação e cancelamento do registro de produtos médicos na Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Brasília, 2001. Disponível em:
<http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_185_2001_COMP.pdf/137bc575-8352-4f9a-9afb-e9a5dd1b8eb3> Acesso em: 23 de abril de 2019
12. BRASIL. **Lei 6.360, de 23 de setembro de 1976.** Dispõe sobre a Vigilância Sanitária a que ficam sujeitos os Medicamentos, as Drogas, os Insumos Farmacêuticos e Correlatos, Cosméticos, Saneantes e Outros Produtos, e dá outras Providências. Brasília 1976. Disponível em:

< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6360.htm>. Acesso em: 23 de abril de 2019.

13. BRASIL, Ministério da Saúde. **Manual da Tecnovigilância**: abordagem de vigilância sanitária de produtos para saúde comercializados no Brasil. Brasília, DF, Ministério da Saúde, 2010. 631 p.

14. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Normas Técnicas Printed In Brazil, 1994. 37p.

15. Kardec, A. NASCIF, J. **Manutenção: Função estratégica**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

16. BRASIL, Ministério da Saúde. **Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção**. Brasília, DF, Ministério da Saúde, 2002.

17. BRASIL, **Descubra como funciona um desfibrilador cardíaco** – o aparelho que reanima o coração. Disponível em:
 <<https://fortissima.com.br/2014/05/05/descubra-como-funciona-um-desfibrilador-cardiaco-o-aparelho-que-reanima-o-coracao-53729/>>
 Acesso em: 09 de abril de 2019.

18. VIEIRA, D. K.; DETONI, D. J.; BRAUM, L. M. S. 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: 17 de junho de 2019.

19. BRASIL, ENGEMAN Software de Manutenção. **Indicadores de Manutenção**. Disponível em: <<https://blog.engeman.com.br/indicadores-de-manutencao/>> Acesso em: 17 de junho de 2019.

20. Souza, A. F. **Gestão de Manutenção em Serviços de Saúde**. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.