



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



**LORENA FLORES DIONISIO**

**ANÁLISE DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO DOS APARELHOS  
DE ANESTESIA DO HOSPITAL DE CLÍNICAS DE UBERLÂNDIA DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Uberlândia  
2018

**LORENA FLORES DIONISIO**

**ANÁLISE DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO DOS APARELHOS  
DE ANESTESIA 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.

Orientadora: Selma Terezinha Milagre

---

Assinatura da Orientadora

Uberlândia  
2018

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

## **AGRADECIMENTOS**

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

À BioEngenharia por disponibilizar os dados e promover auxílio nas questões necessárias.

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

Aos meus pais, irmãos e namorado, pelo apoio, incentivo e compreensão.

Ao curso de Engenharia Biomédica da Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) pela oportunidade de aprendizados.

À CONSELT Empresa Junior de Consultoria em Engenharia Elétrica, pela oportunidade de crescimento, desenvolvimento e experiências proporcionadas.

## RESUMO

Para atender a demanda de Uberlândia e região e cumprir sua missão institucional, o Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU) utiliza indicadores para atingir seus objetivos estratégicos. Todos os setores do hospital possuem indicadores gerenciais, e uma das áreas sensíveis é o setor de BioEngenharia do HCU-UFU. Dentre as várias atribuições do setor, manter a disponibilidade dos aparelhos de anestesia é fundamental para atender a demanda diante do grande volume de cirurgias. Este trabalho consistiu na análise de indicadores de manutenção para as marcas de aparelhos de anestesia do HCU-UFU, com o objetivo de verificar qual delas possui maior disponibilidade, possibilitando que o hospital cumpra com sua missão estratégica.

A metodologia aplicada foi de comparação entre as marcas utilizando média aritmética e percentual. Os resultados mostraram que a marca A fica menos tempo em manutenção comparado com a marca B, porém a frequência de manutenções corretivas é maior e possui mais pedidos de serviço de manutenção. Concluiu-se que as marcas possuem desempenho similar no quesito disponibilidade e sugere-se como estudo futuro que se faça a análise de custos com relação à manutenção corretiva para ambas as marcas, a fim de verificar se há diferenças no quesito contábil. Dessa forma, a gestão de tecnologia ficaria mais completa, possibilitando confirmar se ambas as marcas são estratégicas para o hospital, e auxiliando na escolha.

## **ABSTRACT**

In order to meet the demand of Uberlândia and region and fulfill its institutional mission, the Uberlândia Clinical Hospital of the Federal University of Uberlândia (HCU-UFU) uses indicators to achieve its strategic goals. All sectors of the hospital have management indicators, and one of the sensitive areas is the HCU-UFU BioEngenharia sector. Among the various duties of the sector, maintaining the availability of anesthesia devices is fundamental to meet the demand due to the large amount of surgeries. This study consisted of the analysis of maintenance indicators for HCU-UFU anesthesia device brands, in order to verify which one has greater availability, allowing the hospital to fulfill its strategic mission.

The applied methodology is of comparison between the brands using average arithmetic and percentage. The results showed that the A brand requires less maintenance time compared to the B brand, but the frequency of corrective maintenance is higher and it has more maintenance service order. It was concluded that the brands have similar performance in the availability question and it is suggested as a future study that the analysis of costs with respect to the corrective maintenance for both brands, in order to verify if there are differences in accounting. In this way the management of technology becomes more complete allowing to confirm if both brands are strategic for the hospital, helping in the choice.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sistemas Mapleson .....	16
Figura 2: Sistema Valvular .....	17
Figura 3 - Exemplos de Aparelhos de Anestesia.....	18
Quadro 1 - Relação de aparelhos de anestesia existente no HCU-UFU.....	25
Quadro 2 - Resultados obtidos para cada equipamento da marca A referente aos indicadores, segundo cálculo da literatura. ....	27
Quadro 3 - Resultados obtidos para cada equipamento da marca B referente aos indicadores, segundo cálculo da literatura. ....	28
Quadro 4- Resultados obtidos para cada equipamento da marca A referente aos indicadores, segundo cálculo da BioEngenharia .....	29
Quadro 5– Resultados obtidos para cada equipamento da marca B referente aos indicadores, segundo cálculo da BioEngenharia .....	29
Gráfico 1– Percentual do N° PSM por equipamento do modelo A1. ....	30
Gráfico 2– Percentual do MTBF por equipamento do modelo A1 .....	30
Gráfico 3– Percentual do MTTR por equipamento do modelo A1 .....	30
Gráfico 4– Percentual da DISP por equipamento do modelo A1.....	31
Gráfico 5 – Percentual do N° PSM por equipamento do modelo A2 .....	32
Gráfico 6 – Percentual do MTBF por equipamento do modelo A2 .....	32
Gráfico 7 – Percentual do MTTR por equipamento do modelo A2 .....	32
Gráfico 8 – Percentual da DISP por equipamento do modelo A2.....	33
Gráfico 9 – Percentual da média para N° PSM da marca A .....	34
Gráfico 10 – Percentual da média para MTBF da marca A.....	34
Gráfico 11 – Percentual da média para MTTR da marca A.....	35
Gráfico 12 – Percentual da média para DISP da marca A .....	35
Gráfico 13 – Percentual do N° PSM por equipamento do modelo B1 .....	36
Gráfico 14 – Percentual do MTBF por equipamento do modelo B1 .....	36
Gráfico 15 – Percentual do MTTR por equipamento do modelo B1 .....	36
Gráfico 16 – Percentual da DISP por equipamento do modelo B1.....	37
Gráfico 17 – Percentual do N° PSM por equipamento do modelo B3 .....	37
Gráfico 18 – Percentual do MTBF por equipamento do modelo B3 .....	38
Gráfico 19 – Percentual do MTTR por equipamento do modelo B3 .....	38
Gráfico 20 – Percentual da DISP por equipamento do modelo B3.....	38
Gráfico 21 – Percentual da média para N° PSM da marca B .....	39

Gráfico 22 – Percentual da média para MTBF da marca B.....	40
Gráfico 23 – Percentual da média para MTTR da marca B.....	40
Gráfico 24 – Percentual da média para DISP da marca B .....	40
Gráfico 25 – Percentual da média para N° PSM da marca A e B.....	41
Gráfico 26 – Percentual da média para MTBF da marca A e B.....	42
Gráfico 27 – Percentual da média para MTTR da marca A e B .....	42
Gráfico 28 – Percentual da média para DISP da marca A e B.....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HCU-UFU – Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

FEELT – Faculdade de Engenharia Elétrica

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

MEC – Ministério da Educação

SUS – Sistema Único de Saúde

EMA – Equipamento Médico-Assistencial

EAS – Estabelecimento Assistencial de Saúde

APL – Válvula Ajustável Limitadora de Pressão

RB – Bolsa Reservatória

FGF – Fluxo de Gás Fresco

PSM – Pedido de Serviço de Manutenção

MTBF – *Mean Time Between Failures* (Tempo Médio Entre Falhas)

MTTR – *Mean Time To Repair* (Tempo Médio de Reparo)

DISP – Disponibilidade

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.1 Hospital de Clínicas de Uberlândia – Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU)</b>	<b>13</b>
<b>2.1.2 Aparelho de Anestesia</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1.3 Manutenção</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1.3 Indicadores</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1.3.1 Número de PSM</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.3.2 Tempo Médio Entre Falhas</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.3.3 Tempo Médio de Reparo</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1.3.4 Disponibilidade</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2 METODOLOGIA</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>25</b>
<b>3 CONCLUSÕES</b> .....	<b>43</b>
<b>4 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A estratégia é essencial para qualquer organização que busque crescimento e alcance de suas finalidades. Todos os micro objetivos existentes dentro da organização estão intimamente relacionados com os objetivos estratégicos, que por sua vez estão conectados com sua missão e visão, pautados em seus valores.

No Hospital de Clínicas de Uberlândia (HCU-UFU) existe a preocupação em cumprir com sua missão estratégica, tal que todos os setores do hospital possuem indicadores que visam mensurar e gerenciar as atividades (micro objetivos) para que estejam alinhados com seus objetivos estratégicos.

O HCU-UFU é um hospital de grande porte e alta complexidade com 520 leitos e que realizou 16280 cirurgias em 2017. Para dar suporte às cirurgias utilizam-se os aparelhos de anestesia que são essenciais na garantia de qualidade e segurança ao tratamento do cliente.

No passado, as cirurgias eram realizadas somente quando extremamente necessárias e muitas vezes sem nenhum tipo de droga anestésica resultando em muitos doentes que morriam pelo choque da dor ou devido às infecções (URMAN; DESAI, 2012).

Thomas Green Morton inventou o primeiro equipamento de anestesia que se tem história. Foi em Massachussettes – Estados Unidos, no ano de 1846 utilizando um recipiente de vidro com um bocal de madeira pelo qual se inalava o éter como substância anestésica (“Thomas Green Morton, inventor da anestesia”, 2009).

Com o passar dos anos a preocupação com os doentes foi aumentando, principalmente ao fato de monitorar o oxigênio no sangue, o coração, a pressão arterial etc. Portanto, a tecnologia precisou ser aprimorada. Novos gases anestésicos utilizados, equipamento mais tecnológicos e que podem medir mais de uma função, para o gerenciamento da saúde do cliente. A gestão de tecnologia se tornou indispensável, e hoje não há o que temer nos atos cirúrgicos ao que se remete à anestesia, desde que, claro, depende das competências e responsabilidades dos profissionais envolvidos (URMAN; DESAI, 2012).

Dessa maneira, é importante fazer o acompanhamento e gerenciamento ao que se referem os aparelhos de anestesia do hospital, para que eles possam sempre estar disponíveis para uso e de forma confiável.

Esse gerenciamento é feito por meio de análises de indicadores como, por exemplo, o Pedido de Serviço de Manutenção (PSM), Tempo Médio Entre Falhas (MTBF), Tempo Médio de Reparo (MTTR) e Disponibilidade (DISP). Utilizando esses indicadores é possível fazer análises estratégicas, tais como comparações entre marcas, modelos, acompanhamento de ocorrências não planejadas nos setores do hospital, necessidade de treinamentos etc. Tudo visando manter os aparelhos de anestesia com ótima disponibilidade para serem utilizados em cirurgias e conseqüentemente o hospital poderá cumprir com suas funções sociais.

Nesse contexto, este estudo teve o intuito de analisar os indicadores de manutenção dos aparelhos de anestesia, visando explicitar qual a melhor marca utilizada no hospital para que se possam realizar análises estratégicas acerca desses equipamentos.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Revisão Bibliográfica**

#### **2.1.1 Hospital de Clínicas de Uberlândia – Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU)**

O Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU) é o terceiro maior hospital escola no ranking do Ministério da Educação (MEC). É o maior prestador de serviços de saúde pelo Sistema Único de Saúde (SUS) em Minas Gerais e referência em atendimento de média e alta complexidade para 86 municípios da região, com 520 leitos e 50 mil m<sup>2</sup> de construção (HCU, [s.d.] a).

A missão do HCU-UFU é: “Prestar à sociedade serviços de assistência à saúde com responsabilidade social pautada na excelência da formação de recursos humanos e na geração de conhecimento científico com desenvolvimento pleno na cidadania” (HCU, [s.d.] b).

O HCU-UFU conta com quatro unidades de atendimento sendo elas urgência e emergência, ambulatorial, cirúrgico e internação. A unidade cirúrgica conta com 16 salas, sendo 11 delas no centro cirúrgico e cinco outras no centro obstétrico (HCU, [s.d.] c).

Em 2017 o HCU-UFU realizou 16280 cirurgias contando todas as especialidades, sendo em média 1357 cirurgias por mês e média de 44,6 cirurgias por dia. No mesmo período, houve 332 profissionais responsáveis pela cirurgia contando todas as especialidades. De janeiro de 2018 até abril de 2018 foram realizadas 5211 cirurgias contando todas as especialidades, sendo em média 1303 cirurgias por mês e média de 43,4 cirurgias por dia. No mesmo período, houve 255 profissionais responsáveis pela cirurgia contando todas as especialidades (HOSPITALARES, [s.d.]). Portanto, percebe-se a importância que o HCU-UFU possui no contexto regional nos serviços de saúde. Para atender a demanda da sociedade com qualidade é fundamental que os serviços de gerenciamento de equipamentos médicos assistenciais, incluindo as manutenções, funcionem apropriadamente e de forma estratégica. Por exemplo, os aparelhos de anestesia que são fundamentais para a realização de cirurgias devem estar em pleno funcionamento e disponíveis para atender as demandas do hospital.

Atualmente o HCU-UFU conta com 35 aparelhos de anestesia cadastrados no Sistema de BioEngenharia (SisBie) (“Sistema de BioEngenharia (SisBiE)”, 2018) destinados a auxiliar os profissionais durante as cirurgias realizadas.

### **2.1.2 Equipamento Médico-Assistencial (EMA)**

A BioEngenharia é o setor de Engenharia Clínica do HCU-UFU, responsável pela gestão e manutenção dos Equipamentos Médico-Assistenciais (EMAs).

A Resolução RDC n° 2 de 2010 (BRASIL, 2010) define o EMA e gerenciamento de tecnologia como:

VIII – equipamento médico-assistencial: equipamento ou sistema, inclusive seus acessórios e partes, de uso ou aplicação médica, odontológica ou laboratorial, utilizando direta ou indiretamente para o 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.

XI – gerenciamento de tecnologia em saúde: conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais, com o objetivo de garantir a rastreabilidade, qualidade, eficácia, efetividade, segurança e em alguns casos o desempenho das tecnologias de saúde utilizadas na prestação de serviços de saúde. Abrange cada etapa do gerenciamento, desde o planejamento e entrada no estabelecimento de saúde pública e do meio ambiente e a segurança do paciente.

Sendo assim, a manutenção dos EMAs está inclusa no gerenciamento de tecnologia em saúde sendo fundamental para o Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS).

A BioEngenharia é o setor do HCU-UFU responsável por fazer este gerenciamento e promover qualidade nos atendimentos, garantindo a disponibilidade e confiabilidade dos EMAs, incluindo os aparelhos de anestesia que são amplamente utilizados durante o ano por ser essencial para a realização das cirurgias no HCU-UFU.

Alguns exemplos de EMAs são: monitor multiparamétrico, bomba de infusão, ventilador pulmonar, aparelho de anestesia etc.

O aparelho de anestesia foi o EMA do HCU-UFU escolhido para ser analisado no presente estudo.

### 2.1.3 Aparelho de Anestesia

O aparelho de anestesia é um Equipamento Médico-Assistencial (EMA) essencial e amplamente utilizado pelos profissionais da saúde quando há a necessidade de sedar o cliente por meio de anestésias. Sua função básica é de administrar os gases na anestesia inalatória. O aparelho de anestesia é composto por três seções básicas: fluxo contínuo, sistema respiratório e ventilador (FORNAZIER et al., 2012; RIBEIRO, [s.d.]).

A seção fluxo contínuo tem como função administrar os gases e vapores que serão fornecidos ao cliente do hospital. É composto por Bloco de Fluxômetros e Vaporizadores, segundo a norma ABNT NBR 13730/2010 (ABNT, 2010).

O bloco de fluxômetros é um conjunto de fluxômetros que são utilizados para a mistura dos gases. O fluxo de oxigênio deve ser fisicamente separado dos demais, e todos os fluxômetros devem obedecer às normas e regulamentos (FORNAZIER et al., 2012).

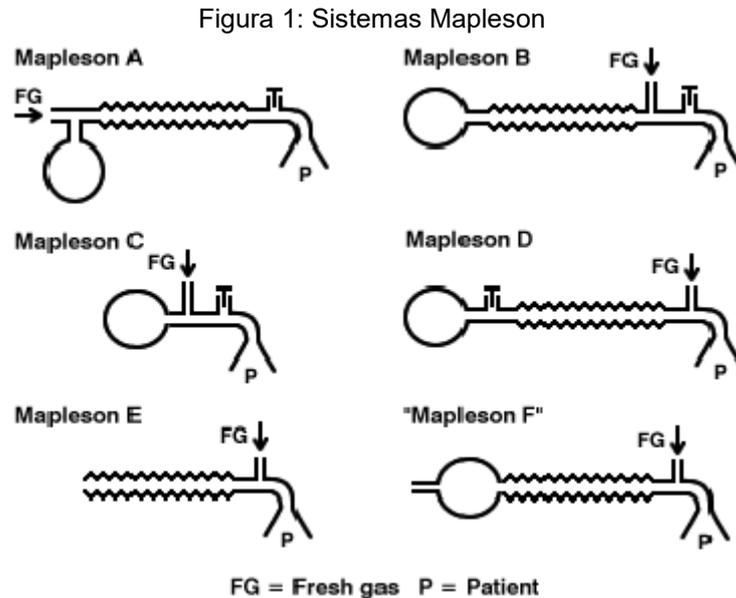
Os vaporizadores têm como objetivo transformar o estado líquido das substâncias utilizadas como anestésico (halotano, isoflurano, enflurano, sevoflurano e desflurano) para que seja administrado ao cliente de forma inalatória. Deve-se seguir as normas técnicas e observar as variáveis que influenciam a transformação de estado físico, como: temperatura, pressão, calor específico, condutividade térmica etc. A etapa de vaporização consiste, também, em umidificar os gases medicinais e o oxigênio que será inalado pelo cliente (FORNAZIER et al., 2012).

A seção sistema respiratório é um conjunto de válvulas, tubos e balão de anestesia que tem por objetivo fornecer uma mistura dos gases do equipamento para o cliente. O sistema respiratório serve de interface entre o cliente e o sistema de fluxo contínuo (RIBEIRO, [s.d.]).

Podem ser classificados com ou sem absorção de CO<sub>2</sub>, valvulares ou avalvulares.

Os sistemas avalvulares são caracterizados por não possuírem válvulas que direcionam o fluxo de ar para dentro e fora do cliente. Esses sistemas são constituídos de reservatório, tubos corrugados, entrada para fluxo de gases frescos, tubo para conexão com o cliente e escape (FORNAZIER et al., 2012).

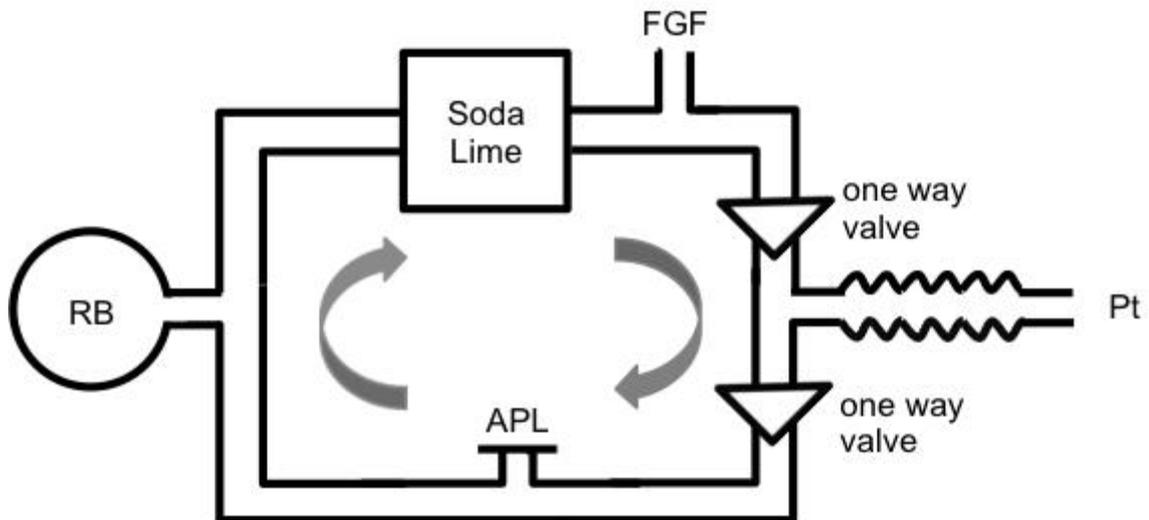
O professor Mapleson descreveu seis tipos de sistemas de respiração avalvulares, que são classificados de A a F, conforme mostra a Figura 1 (TSIM; HOWATSON; KONSTANTATOS, 2016).



Fonte: (WELCH, 2017).

Nos sistemas valvulares não há mistura dos gases inalados e exalados após a máscara facial (FORNAZIER et al., 2012). Esse sistema melhora a distribuição de gases anestésicos, reduzindo a necessidade de fluxo de gás fresco (FGF). As válvulas são de via única e quando o ar é expirado pelo cliente, passa pela válvula ajustável limitadora de pressão (APL), chegando à Bolsa Reservatória (RB). Antes que o ar seja expirado para fora do circuito, é passado pela cal sodada (mais utilizado no Brasil) para a absorção do  $\text{CO}_2$  (TSIM; HOWATSON; KONSTANTATOS, 2016). A Figura 2 mostra o sistema valvular.

Figura 2: Sistema Valvular



Fonte: (TSIM; HOWATSON; KONSTANTATOS, 2016).

Nos sistemas sem absorção de  $\text{CO}_2$ , não há o componente químico capaz de interagir com o  $\text{CO}_2$  e retirá-lo do sistema (FORNAZIER et al., 2012). Por outro lado, no sistema com absorção de  $\text{CO}_2$ , há um componente básico para interagir com o  $\text{CO}_2$ , neutralizando-o. Esse componente químico pode ser a cal sodada ou cal baritada. A reação química entre a cal sodada e o  $\text{CO}_2$  resulta em umidade e calor, melhorando a qualidade do ar respirada pelo cliente (FORNAZIER et al., 2012).

O ventilador é a última seção do equipamento de anestesia que está conectado ao sistema respiratório para prover ventilação ao cliente (RIBEIRO, [s.d.]). Existem alguns tipos de ventilação, descritos por (FORNAZIER et al., 2012), como:

Ventilação controlada – infla os pulmões do cliente independente do esforço respiratório dele;

Ventilação assistida – aumenta a inspiração do cliente acompanhando seu esforço inspiratório;

Ventilação controlada intermitente sincronizada – os ciclos controlados são iniciados conforme uma característica específica do cliente;

Volume minuto predeterminado – ventilação predeterminada que, se apenas uma parte da ventilação natural do cliente for alcançada, o ventilador termina o ciclo.

Essa seção é a que fará a ligação entre os gases anestésicos providos pelo aparelho de anestesia e o cliente que será sedado.

A Figura 3 traz exemplo de aparelhos de anestesia.

Figura 3 - Exemplos de Aparelhos de Anestesia



Fonte: Imagens retiradas da Internet

O aparelho de anestesia é de muita utilidade no HCU-UFU, por ser amplamente utilizado durante todo o ano, com o elevado número de cirurgias anuais realizadas. É um EMA que auxilia os profissionais responsáveis por cirurgia a garantir qualidade de atendimento aos clientes e segurança na administração dos gases anestésicos. Por tal motivo, devem ser garantidos pelo hospital o bom funcionamento, a disponibilidade e confiabilidade dos aparelhos de anestesia, por meio de manutenção e gerenciamento adequados.

#### **2.1.4 Manutenção**

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (ABNT, 1994) define que manutenção é “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, que são destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”. A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT também define confiabilidade como “capacidade um item desempenhar uma função requerida sob condições específicas, durante um dado intervalo de tempo”. E define disponibilidade como:

Capacidade de um item estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.

A manutenção também pode ser entendida por meio de seu objetivo que é garantir a disponibilidade dos equipamentos, de forma que atenda a demanda de serviços, com confiabilidade, segurança, preservando o meio ambiente e com custos adequados (KARDEC; NASCIF, 2001).

A manutenção deve ser vista como função estratégica da organização (KARDEC; NASCIF, 2001). Essa afirmativa faz sentido quando voltamos a ler a missão do HCU-UFU “Prestar à sociedade serviços de assistência à saúde com responsabilidade social pautada na excelência da formação de recursos humanos e na geração de conhecimento científico com desenvolvimento pleno na cidadania” (HCU, [s.d.]

Percebe-se que os EMAs devem estar funcionando adequadamente para poder promover os serviços de saúde e cumprir a missão do hospital. Assim a estratégia da organização vem no sentido de poder cumprir sua missão e alcançar sua visão. A BioEngenharia tem um papel fundamental, então, em poder garantir que os EMAs estejam com maior disponibilidade e confiabilidade possível, evitando custos altos ou desnecessários, possibilitando o alcance da missão do HCU-UFU.

Existem vários tipos de manutenção, dentre os quais estão a manutenção corretiva, a manutenção preventiva, a manutenção preditiva, a manutenção detectiva e a engenharia de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2001). Neste trabalho serão abordadas as manutenções corretivas e preventivas que são as que ocorrem com maior frequência no setor de BioEngenharia.

A manutenção corretiva é necessária quando ocorre desempenho deficiente ou ocorrência de falha do EMA (KARDEC; NASCIF, 2001). Consiste em uma manutenção que não foi previamente planejada ou agendada. Ocorre para reparos e consertos dos EMAs, sendo normalmente mais onerosas e o tempo de indisponibilidade do EMA é maior (GODOI, 2014).

A manutenção preventiva tem como objetivo prevenir falhas e quedas no desempenho, obedecendo a um cronograma previamente elaborado com um intervalo de tempo definido para a sua realização (KARDEC; NASCIF, 2001). Acontece periodicamente por meio de revisões, troca de peças, calibração e limpezas agendadas (GODOI, 2014). Os aparelhos de anestesia sofrem

manutenção preventiva em um intervalo de tempo de 180 dias, programadas e adicionadas no SisBiE (“Sistema de BioEngenharia (SisBiE)”, 2018).

Para poder controlar e gerenciar os EMAs a BioEngenharia faz uso de indicadores que são calculados através dos dados obtidos no SisBiE. O SisBiE fornece dados importantes como a data de abertura e fechamento do Pedido de Serviço e Manutenção (PSM), descrição do PSM (inclusive se é manutenção programada, ou seja, preventiva, ou a falha que o EMA apresenta), numero de patrimônio, setor em que o EMA se encontra, marca, modelo, data de cadastro do equipamento e custos (“Sistema de BioEngenharia (SisBiE)”, 2018).

### **2.1.5 Indicadores**

Os indicadores, sejam eles de qualquer área, estão totalmente relacionados à estratégia da organização. A preocupação com a estratégia surgiu com Sun Tzu, no IV a.c., um general chinês. Sun Tzu escreveu A Arte da Guerra, um texto que descreve como vencer uma guerra. Dentre os pontos principais do texto A Arte da Guerra (SUN; CASSAL (TRADUÇÃO), 2006), encontram-se o planejamento, metodologias, liderança e análises estratégicas.

Na atualidade a estratégia está muito relacionada ao mundo corporativo. Segundo (AGUIAR, 2002), não há uma única definição para estratégia, mas uma definição que pode se encaixar muito bem é que estratégia é um plano que guia as ações de toda a organização para um objetivo.

Cabe ao gestor ter o conhecimento sobre estratégia e guiar as ações da organização para o caminho correto. Segundo Henry Fayol (FAYOL; STORRS (TRANSLATED), 1949), considerado pai da administração, existem quatro funções administrativas:

- Planejar: definir os objetivos e resultados desejados de forma estratégica;
- Organizar: utilizar de maneira adequada os recursos necessários;
- Dirigir: relacionado à liderança e motivação;
- Controlar: analisar, por meio de indicadores, os resultados obtidos e compará-los com os planejados.

Por sua vez, os indicadores são ferramentas de gestão que auxiliam no controle e tomada de decisão (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO ORÇAMENTO E GESTÃO, 2012). São de extrema importância para o gestor alinhar a situação atual da organização com o que foi planejado estrategicamente.

Importante ressaltar que os indicadores devem seguir o objetivo *SMART* que é um acrônimo em inglês para *Specific* (específico), *Measurable* (mensurável) *Attainable* (atingível), *Relevant* (relevante) e *Time Bound* (temporal). O indicador deve ser específico para que não haja duplas interpretações. Deve ser mensurável, pois para um gerenciamento eficaz, deve-se poder traduzir em números o indicador desejado. Deve ser atingível para que não gere desmotivação da equipe e que as metas estejam de comum acordo, mesmo que sejam ousadas. Deve ser relevante com relação à estratégia organizacional, portanto deve ser um indicador condizente com os ideais do hospital. Deve ser temporal, pois é essencial definir intervalos de tempo específicos para serem realizados para evitar procrastinação e promover senso de urgência (TOLEDO, [s.d.]).

No setor da BioEngenharia do HCU-UFU, têm-se indicadores para controle dos EMAs. As informações necessárias para a análise dos indicadores são retiradas do Sistema de BioEngenharia (SisBiE).

Os indicadores analisados neste trabalho foram: número de pedidos de serviço de manutenção, tempo médio entre falhas, tempo médio de reparo e disponibilidade.

#### **2.1.5.1 Número de Pedidos de Serviço de Manutenção (Nº PSM)**

O número de PSMs é o indicador que mensura a quantidade de Pedidos de Serviço de Manutenção existente para o equipamento. Podendo, então, avaliar a qualidade do equipamento e das manutenções que estão sendo realizadas.

#### **2.1.5.2 Tempo Médio Entre Falhas**

*Mean Time Between Failure* (MTBF), em português Tempo Médio Entre Falhas, é um indicador que mensura o tempo médio que o equipamento funciona adequadamente. Representa a confiabilidade do EMA e quanto maior for o número do indicador, melhor avaliado é o equipamento (SOUZA et al., 2010). Este indicador

representa a confiabilidade do EMA (KARDEC; NASCIF, 2001). É calculado segundo a Equação 1 (KARDEC; NASCIF, 2001):

$$MTBF = \frac{\Sigma \text{Tempo em funcionamento}}{N^{\circ} \text{ PSM}} \quad (1)$$

Onde:

MTBF – Tempo Médio Entre Falhas;

Tempo em funcionamento – Número de dias que o equipamento está funcionando, excluindo os intervalos de tempo que o equipamento esteve em manutenção;

Nº PSM – Número de Pedidos de Serviço de Manutenção para o equipamento analisado.

Na BioEngenharia este indicador é calculado segundo a Equação 2 (BORGES, 2014):

$$MTBF = \frac{\text{Dias Func.}}{N^{\circ} \text{ PSM}} \quad (2)$$

Onde:

MTBF – Tempo Médio Entre Falhas;

Dias Func – Número de dias que o equipamento está na BioEngenharia até a data da pesquisa;

Nº PSM – Número de Pedidos de Serviço e Manutenção para o equipamento analisado.

### 2.1.5.3 Tempo Médio de Reparo

*Mean Time To Repair* (MTTR) em português Tempo Médio de Reparo é um indicador que mensura o tempo que o equipamento fica em reparo (SOUZA et al., 2010). Este indicador reflete a competência dos técnicos e a dificuldade de se conseguir peças para o equipamento. É calculado pela Equação 3 (KARDEC; NASCIF, 2001):

$$MTTR = \frac{\Sigma(\text{Data Fechamento do PSM} - \text{Data Abertura do PSM})}{N^{\circ} \text{ PSM}} \quad (3)$$

Onde:

MTTR – Tempo Médio de Reparo;

$\sum$  (Data Fechamento PSM – Data Abertura PSM) - Somatório dos dias que o equipamento ficou em manutenção;

Nº PSM – Número de Pedidos de Serviço de Manutenção para o equipamento analisado.

Na BioEngenharia este indicador é calculado segundo a Equação 4 (BORGES, 2014):

$$MTTR = \frac{\sum(\text{Data Fechamento do PSM} - \text{Data Abertura do PSM})}{\text{Nº PSM}} \quad (4)$$

Onde:

MTTR – Tempo Médio de Reparo;

$\sum$  Data Fechamento PSM – Data Abertura PSM - Somatório dos dias que o equipamento ficou em manutenção.

#### 2.1.5.4 Disponibilidade

A Disponibilidade (DISP) representa tempo, em percentual, que o equipamento ficou disponível no setor para uso com bom desempenho de suas funções (SOUZA et al., 2010). A disponibilidade está em função da confiabilidade e manutenibilidade do EMA (KARDEC; NASCIF, 2001). A disponibilidade pode ser calculada pela Equação 5 (KARDEC; NASCIF, 2001; SOUZA et al., 2010):

$$DISP = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} * 100\% \quad (5)$$

Onde:

DISP – Disponibilidade;

MTBF – Tempo Médio Entre Falhas;

MTTR – Tempo Médio de Reparo.

Na BioEngenharia este indicador é calculado segundo a Equação 6 (BORGES, 2014):

$$DISP = \frac{\text{Dias Func.} - MTTR}{\text{Dias Func.}} * 100\% \quad (6)$$

Onde:

DISP – Disponibilidade;

Dias Func – Número de dias que o equipamento está na BioEngenharia até a data da pesquisa;

MTTR – Tempo Médio de Reparo.

Todos os indicadores são importantes para poder tirar conclusões dos EMAs, e com os Aparelhos de Anestesia não é diferente. Principalmente considerando que são EMAs de muito uso e importância dentro do HCU-UFU que realiza tantas cirurgias por ano.

Sendo assim, foi feita a análise dos indicadores de manutenção dos aparelhos de anestesia a fim de comparar as marcas disponíveis no HCU-UFU e verificar qual delas possui maior disponibilidade para que o hospital possa cumprir com sua Missão estratégica com excelência.

## **2.2 Materiais e Métodos**

O presente estudo consistiu em etapas. Primeiramente no levantamento de referências e estudos bibliográficos para melhor embasamento do conteúdo. A segunda etapa, foi de coleta de dados referente aos aparelhos de anestesia do HCU-UFU com o setor BioEngenharia pelo sistema SisBie no dia 13/04/2018. Os dados correspondem desde janeiro de 2014, portanto a análise foi feita no período de janeiro de 2014 até abril de 2018, totalizando quatro anos e três meses de análise.

Foi feito o cálculo dos indicadores N° PSM, MTBF, MTTR e DISP na forma da BioEngenharia e na forma que a literatura aponta para cada um dos equipamentos encontrados no SisBiE atendendo aos requisitos. Os indicadores foram calculados somente para manutenções corretivas. As manutenções preventivas foram excluídas, pois o intuito era fazer a análise dos indicadores somente para as manutenções não programadas. Também se excluiu os equipamentos que estavam com PSMs em aberto, ou seja, ainda não haviam sido entregues de volta ao setor.

Para auxiliar na análise e comparações entre modelos e marcas, foi feita a média aritmética dos aparelhos de anestesia encontrados. Primeiramente, foi feita a média dos resultados do N° PSM, MTBF, MTTR e DISP por modelo.

Em seguida, foi feito o percentual correspondente de cada equipamento referente à média do modelo. Então, em porcentagem, o quanto o N° PSM, MTBF, MTTR e DISP que cada equipamento contribui para a média do modelo ao qual pertencem.

Posteriormente, calculou-se a média total por marca, calculando também, em percentual, o quanto cada um dos modelos de cada marca contribui para a média final da marca correspondente.

Por fim, foi feito o cálculo da média geral de aparelhos de anestesia e calculado o percentual em que cada uma das duas marcas corresponde para os quatro indicadores.

Todos os cálculos, quadros e gráficos foram realizados em Microsoft Excel 2010.

## 2.3 Resultados e Discussões

Foram encontrados no SisBiE 30 aparelhos de anestesia que se encaixam nos requisitos do estudo e duas marcas distintas nomeadas de A e B, para preservar a identidade das mesmas. Os modelos foram numerados em ordem numérica. O Quadro 1 traz a relação da quantidade de equipamentos por marca e modelo.

Quadro 1 - Relação de aparelhos de anestesia existente no HCU-UFU.

Marca	Modelo	Quantidade de Aparelhos de Anestesia
<b>A</b>	A1	5
	A2	16
	A3	1
	A4	1
<b>Total A</b>	4	23
<b>B</b>	B1	3
	B2	1
	B3	3
<b>Total B</b>	3	7
<b>Total Geral</b>	7	30

Utilizando as Equações 1, 3, e 5 foram calculados, segundo a literatura, para os 30 equipamentos os indicadores MTTR, MTBF e DISP utilizando os dados disponíveis no SisBiE.

Analisando os resultados do Quadro 2, referente à marca A, nota-se que o equipamento número 2 possui elevado número de PSMs em relação aos demais do modelo, mesmo sendo da mesma idade, ou seja, dias em funcionamento iguais.

Percebe-se que o modelo A2, possui grande variação dos indicadores. Cabe ressaltar alguns casos como o equipamento 13 e 20, sendo que o 13 possui 14 PSMs e disponibilidade de 90,86%, enquanto o equipamento 20 possui apenas 1 PSM e disponibilidade de 99,56%. O Engenheiro Clínico deve inspecionar o local que os equipamentos se encontram, pois a grande quantidade de PSMs abertos pode significar mau uso no setor havendo a necessidade de promover treinamentos, ou o equipamento 13 é utilizado com maior frequência, então poderia haver uma rotatividade dos aparelhos de anestesia.

O modelo A3 possui apenas o equipamento 22. Percebe-se que ele é mais novo, ou seja, dias em funcionamento menor, quando comparado com o equipamento 3, que possui a mesma quantidade de PSMs. Percebe-se também, que nesta comparação o MTTR do equipamento 22 é mais elevado, resultando em disponibilidade menor que o equipamento 3.

O modelo A4 possui apenas o equipamento 23. Percebe-se que ele é mais novo, pois o indicador dias em funcionamento é menor quando comparado com o equipamento 22, que possui um PSM a menos. Percebe-se também, que nesta comparação o MTTR do equipamento 23 é significativamente mais baixo, resultando em disponibilidade maior que o equipamento 22. O equipamento 23 se assemelha ao equipamento 21 no quesito disponibilidade, que possui apenas um PSM.

Quadro 2 - Resultados obtidos para cada equipamento da marca A referente aos indicadores, segundo cálculo da literatura.

Marca	Modelo	Nº Equipamento	Nº PSM	Dias Func	Tempo em funcionamento (dias)	MTBF (dias)	MTTR (dias)	DISP (%)
A	A1	1	10	2973	2763	276,3	21	92,93
		2	11	2973	2750	250	20,27	92,49
		3	2	2973	2854	1427	59,5	95,99
		4	5	2973	2782	556,4	38,2	93,57
		5	4	2972	2763	690,75	52,25	92,96
	A2	6	8	2239	2205	275,62	4,25	98,48
		7	6	2239	1710	285	88,16	76,37
		8	4	2239	2176	544	15,75	97,18
		9	5	2239	2188	437,6	10,2	97,72
		10	10	2239	1943	194,3	29,6	86,77
		11	6	2239	2113	352,16	21	94,37
		12	9	2239	1939	215,44	33,33	86,60
		13	14	1949	1771	126,5	12,71	90,86
		14	8	1949	1921	240,125	3,5	98,56
		15	11	1949	1805	164,09	13,09	92,61
		16	4	1367	1245	311,25	30,5	91,07
		17	6	1367	1164	194	33,84	85,14
		18	6	1367	1312	218,67	9,17	95,97
		19	7	1366	1140	162,85	32,28	83,45
		20	1	1366	1360	1360	6	99,56
		21	1	1366	1351	1351	15	98,90
	A3	22	2	2630	2099	1049,5	265,5	79,80
	A4	23	3	1260	1240	413,34	6,67	98,41

Analisando os resultados do Quadro 3, referentes à marca B, percebe-se que o equipamento 25 comparado com outros que tem a mesma quantidade de PSMs, como o 28 e 29, possui um tempo de reparo muito superior. No modelo B3, por exemplo, comparando o equipamento 30 com o 28 e 29, o equipamento 30, apesar de cerca de um ano mais novo, possui um PSM a mais e um tempo médio de reparo (MTTR) muito superior, o que torna sua disponibilidade menor que os demais. O engenheiro técnico deve verificar se essa ocorrência é devido a mau uso que pode ser mitigado promovendo treinamentos ou se é por uso mais frequente no setor, que pode ser mitigado promovendo rotatividade dos equipamentos.

Quadro 3 - Resultados obtidos para cada equipamento da marca B referente aos indicadores, segundo cálculo da literatura.

Marca	Modelo	Nº Equipamento	Nº PSM	Dias Func	Tempo em funcionamento (dias)	MTBF (dias)	MTTR (dias)	DISP (%)
B	B1	24	4	4174	4130	1032,5	11	98,94
		25	3	4175	3822	1274	117,66	91,54
		26	1	4253	4238	4238	15	99,64
	B2	27	2	4359	4342	2171	8,5	99,61
	B3	28	3	3123	3079	1026,33	14,67	98,59
		29	3	3123	3066	1022	19	98,17
		30	4	3123	2450	612,5	168,25	78,45

Utilizando as Equações 2, 4, e 6 foram feitos os cálculos, segundo a BioEngenharia, para os 30 equipamentos dos indicadores MTTR, MTBF e DISP utilizando os dados disponíveis no SisBiE. O Quadro 4 evidencia os resultados obtidos para a marca A e o Quadro 5 os resultados para a marca B.

Nota-se que, a DISP dos cálculos feitos pela literatura e pelo modelo da BioEngenharia são iguais. As diferenças estão nos resultados dos indicadores MTBF e MTTR. No primeiro, a BioEngenharia ao utilizar o Dias Func ao invés de Tempo em Funcionamento, considera no cálculo o tempo em que o equipamento ficou em reparo, aumentando o valor do MTBF. No segundo, pelo cálculo da BioEngenharia, não é feito a média, mas somente a soma do tempo de reparo

Por esses motivos, o restante dos cálculos para médias e comparações foi realizado utilizando os resultados dos indicadores calculados segundo a literatura, somente.

Quadro 4- Resultados obtidos para cada equipamento da marca A referente aos indicadores, segundo cálculo da BioEngenharia.

Marca	Modelo	Nº Equipamento	Nº PSM	Dias Func (dias)	MTBF (dias)	MTTR (dias)	DISP (%)
A	A1	1	10	2973	297,3	210	92,93
		2	11	2973	270,27	223	92,49
		3	2	2973	1486,5	119	95,99
		4	5	2973	594,6	191	93,57
		5	4	2972	743	209	92,96
	A2	6	8	2239	279,87	34	98,48
		7	6	2239	373,16	529	76,37
		8	4	2239	559,75	63	97,18
		9	5	2239	447,8	51	97,72
		10	10	2239	223,9	296	86,77
		11	6	2239	373,16	126	94,372
		12	9	2239	248,77	300	86,60
		13	14	1949	139,21	178	90,86
		14	8	1949	243,62	28	98,56
		15	11	1949	177,18	144	92,61
		16	4	1367	341,75	122	91,07
		17	6	1367	227,83	203	85,14
		18	6	1367	227,83	55	95,97
		19	7	1366	195,14	226	83,45
		20	1	1366	1366	6	99,56
		21	1	1366	1366	15	98,90
	A3	22	2	2630	1315	531	79,80
	A4	23	3	1260	420	20	98,41

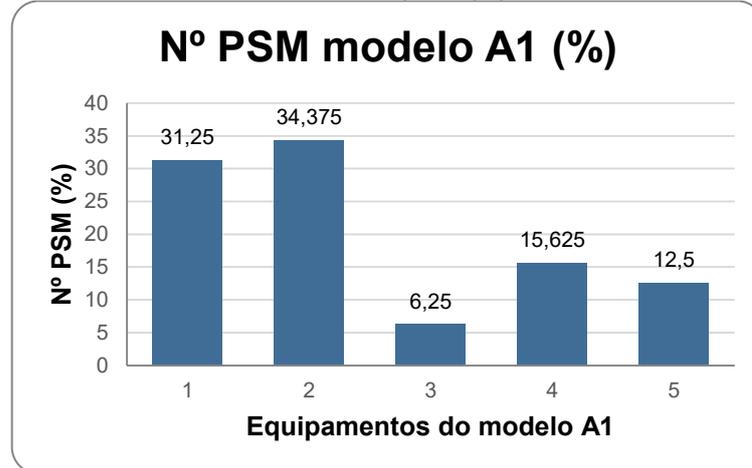
Quadro 5- Resultados obtidos para cada equipamento da marca B referente aos indicadores, segundo cálculo da BioEngenharia.

Marca	Modelo	Aparelho	Nº PSM	Dias Func (dias)	MTBF (dias)	MTTR (dias)	DISP (%)
B	B1	24	4	4174	1043,5	44	98,94
		25	3	4175	1391,66	353	91,54
		26	1	4253	4253	15	99,64
	B2	27	2	4359	2179,5	17	99,61
	B3	28	3	3123	1041	44	98,59
		29	3	3123	1041	57	98,17
30		4	3123	780,75	673	78,45	

Os Gráficos 1, 2, 3 e 4 esboçam os resultados obtidos, em percentual, do Nº de PSM, MTBF, MTTR e DISP, respectivamente, acerca dos equipamentos do modelo A1.

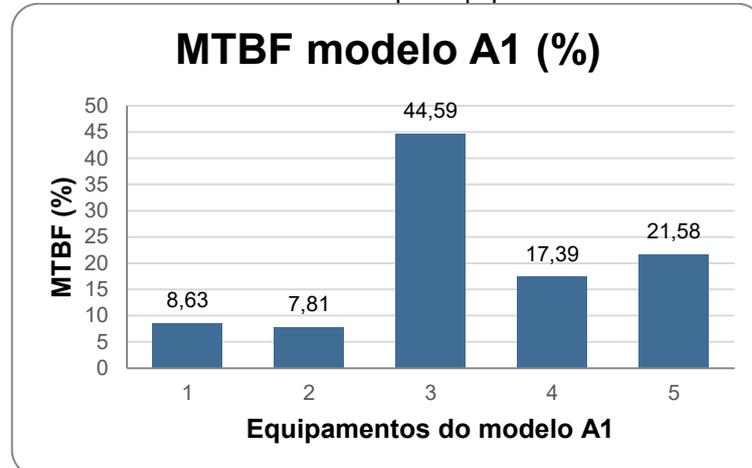
Pode-se observar, que o equipamento 3, comparado com os demais desse modelo, possui a menor quantidade de PSMs (Gráfico 1), e MTBF elevado (Gráfico 2). Em contrapartida, ele é o que fica mais tempo em manutenção, como evidenciado no Gráfico 3, resultando em uma disponibilidade similar aos demais, esboçado no Gráfico 4.

Gráfico 1– Percentual do Nº PSM por equipamento do modelo A1.



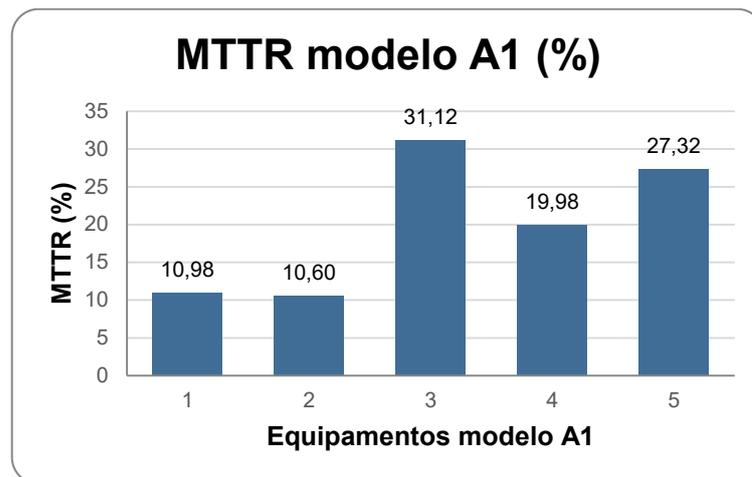
Fonte: Autora.

Gráfico 2– Percentual do MTBF por equipamento do modelo A1



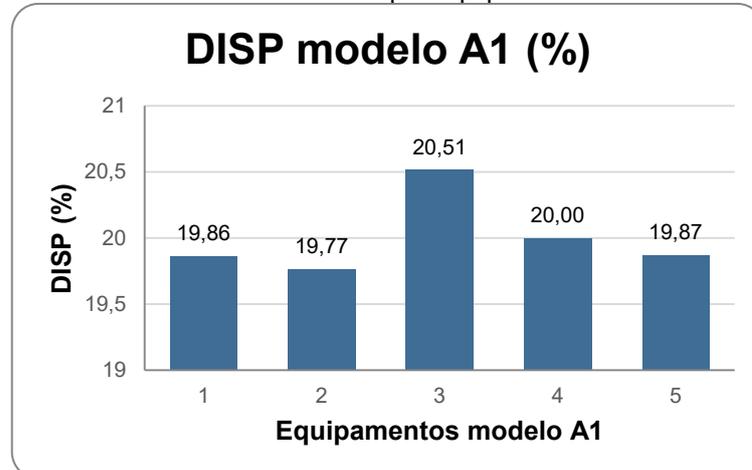
Fonte: Autora.

Gráfico 3– Percentual do MTTR por equipamento do modelo A1



Fonte: Autora.

Gráfico 4– Percentual da DISP por equipamento do modelo A1



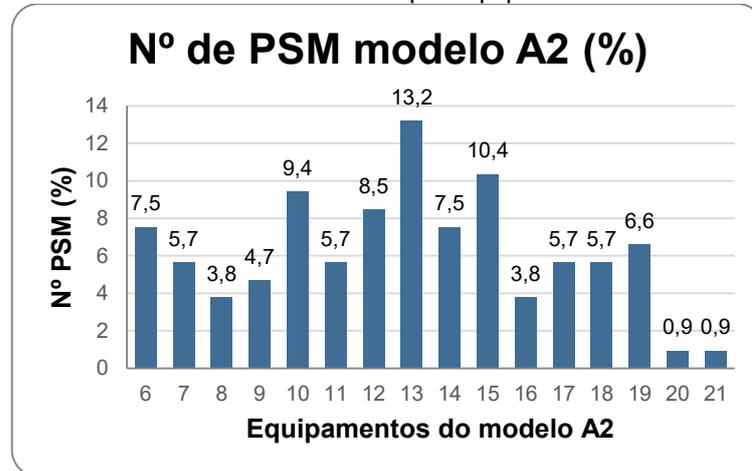
Fonte: Autora.

Os Gráficos 5, 6, 7 e 8 esboçam os resultados obtidos, em percentual, do Nº de PSM, MTBF, MTTR e DISP, respectivamente, acerca dos equipamentos do modelo A2.

Nessa série o equipamento 7 fica muito interessante de ser analisado. Pelo Gráfico 5, percebe-se que este equipamento corresponde a 5,7% do Nº de PSM total do modelo A2, um valor razoável considerando a quantidade de equipamentos. O mesmo equipamento quando avaliado no Gráfico 7, percebe-se ocupa 24% dos dias totais de manutenção dedicadas ao modelo A2, o que é um valor muito alto considerando a quantidade de equipamentos. O engenheiro clínico deve buscar quais as razões para que o equipamento 7 fique tantos dias em manutenção como por exemplo, o equipamento pode ter manutenção mais difícil, ou os técnicos precisam de capacitação ou o tempo de espera de peças é maior etc, para que este indicador seja melhorado.

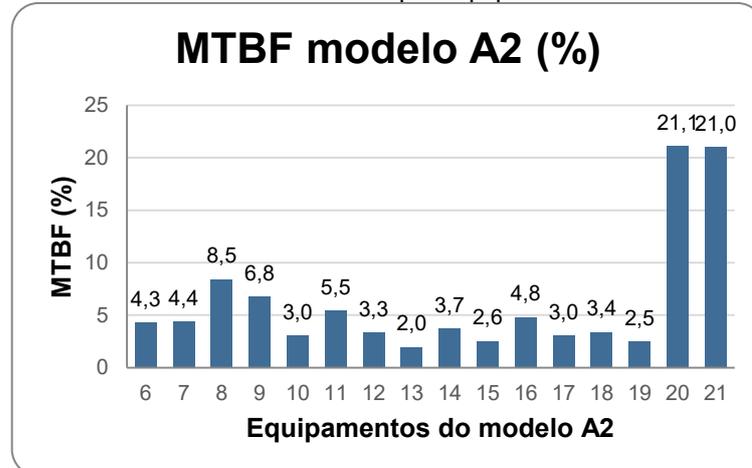
Em relação ao percentual de disponibilidade (Gráfico 8), o modelo A2 não apresenta grandes diferenças entre os equipamentos.

Gráfico 5 – Percentual do N° PSM por equipamento do modelo A2



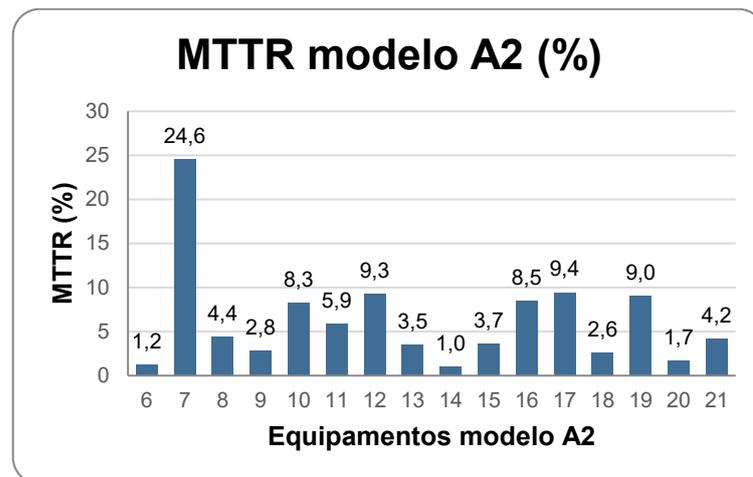
Fonte: Autora.

Gráfico 6 – Percentual do MTBF por equipamento do modelo A2



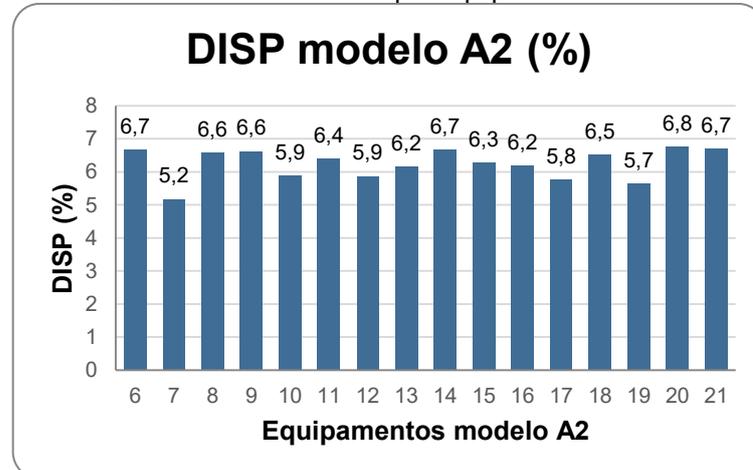
Fonte: Autora.

Gráfico 7 – Percentual do MTTR por equipamento do modelo A2



Fonte: Autora.

Gráfico 8 – Percentual da DISP por equipamento do modelo A2



Fonte: Autora.

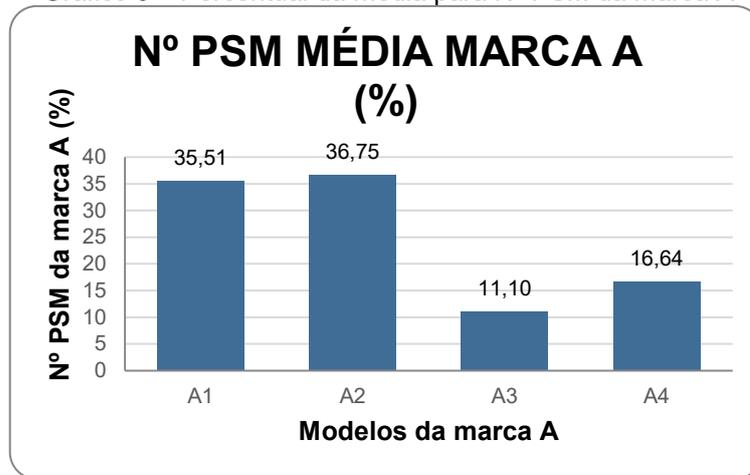
Os modelos A3 e A4 possuem somente um equipamento, portanto não foi feito o gráfico da média e percentual.

Os Gráficos 9, 10, 11 e 12 esboçam os resultados obtidos, em percentual, do N° de PSM, MTBF, MTTR e DISP, respectivamente, acerca da marca A, considerando os modelos A1, A2, A3 e A4.

Nessa série, percebe-se que o modelo A3, possui o menor percentual referente ao N° PSM (Gráfico 9) que pode estar relacionado à idade do equipamento, mas também pode ser devido ao mau uso dos demais. Este modelo também apresenta o maior percentual de tempo médio entre falhas (Gráfico 10), indicando bom desempenho enquanto ativo. Em contrapartida, este modelo apresenta o maior percentual de tempo médio de manutenção, cerca de 80% da média total da marca A é utilizado no modelo A3 (Gráfico 11). Isso pode ocorrer, por

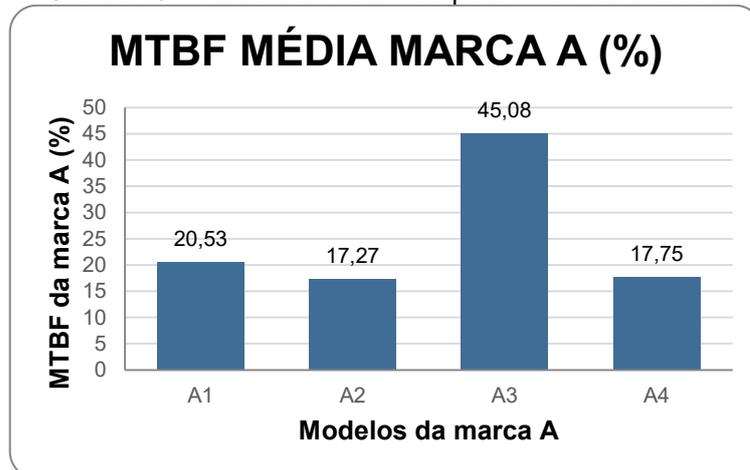
exemplo, por demora na chegada de peças, ou pelo fato de o modelo A3 ter uma manutenção mais trabalhosa do que os demais. Para mitigar essa situação, nas próximas aquisições pode-se tentar adquirir um dos outros modelos da marca A, ou então promover capacitações para os técnicos conseguirem fazer o reparo do modelo com maior eficiência, sem perder a qualidade do serviço e visando o menor custo. A disponibilidade dos modelos é similar, porém o modelo A4 mostra melhor desempenho nesse indicador (Gráfico 12).

Gráfico 9 – Percentual da média para N° PSM da marca A



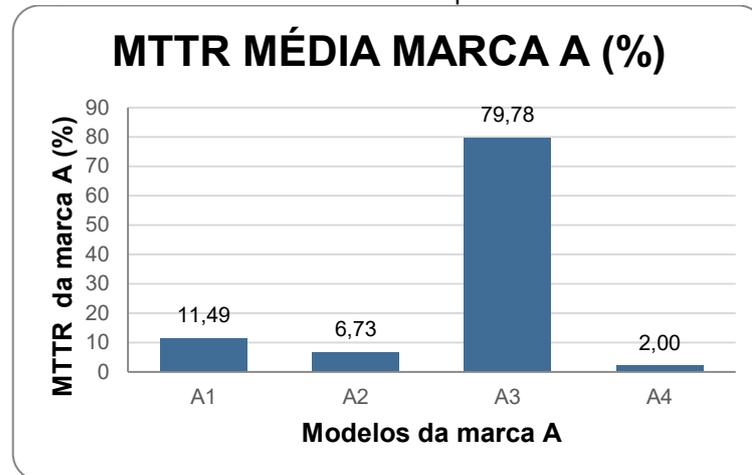
Fonte: Autora.

Gráfico 10 – Percentual da média para MTBF da marca A



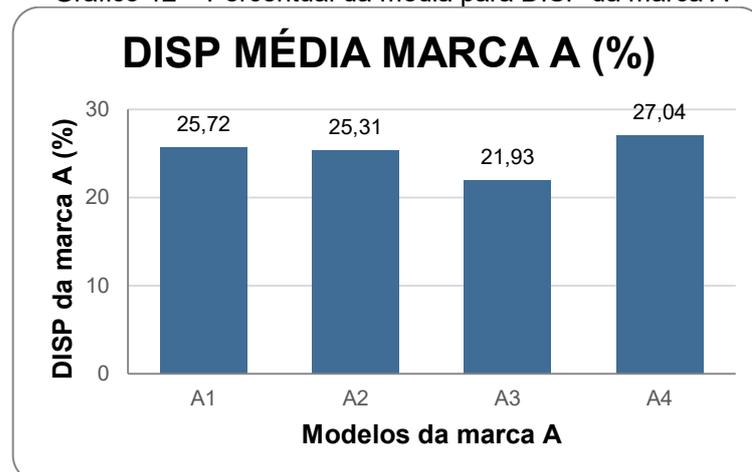
Fonte: Autora.

Gráfico 11 – Percentual da média para MTTR da marca A



Fonte: Autora.

Gráfico 12 – Percentual da média para DISP da marca A

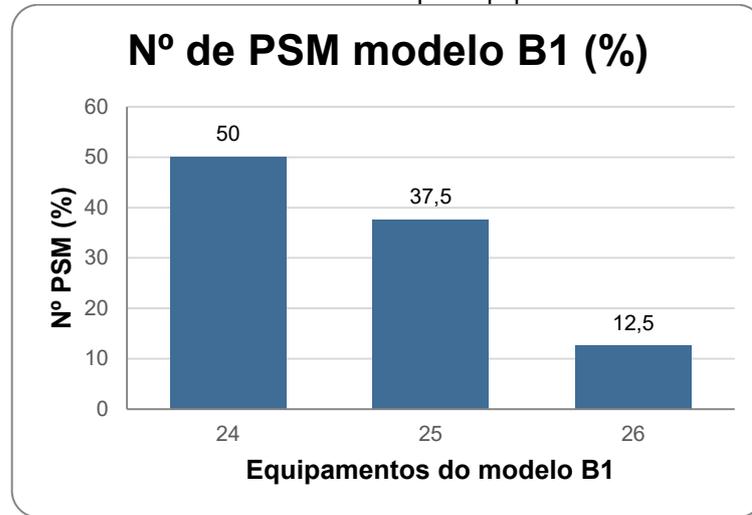


Fonte: Autora.

Os Gráficos 13, 14, 15 e 16 esboçam os resultados obtidos, em percentual, do Nº de PSM, MTBF, MTTR e DISP, respectivamente, acerca dos equipamentos do modelo B1.

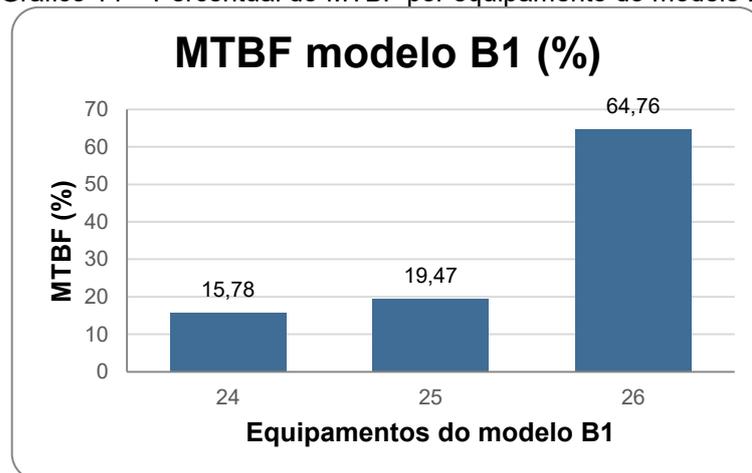
Do modelo B1 da marca B, o equipamento 26 foi o que mostrou melhor desempenho em todos os indicadores. É o equipamento que obteve menor percentual de Nº PSM (Gráfico 13), maior tempo médio entre falhas (Gráfico 14), baixo tempo médio de reparo (Gráfico 15) e conseqüentemente a maior disponibilidade (Gráfico 16).

Gráfico 13 – Percentual do N° PSM por equipamento do modelo B1



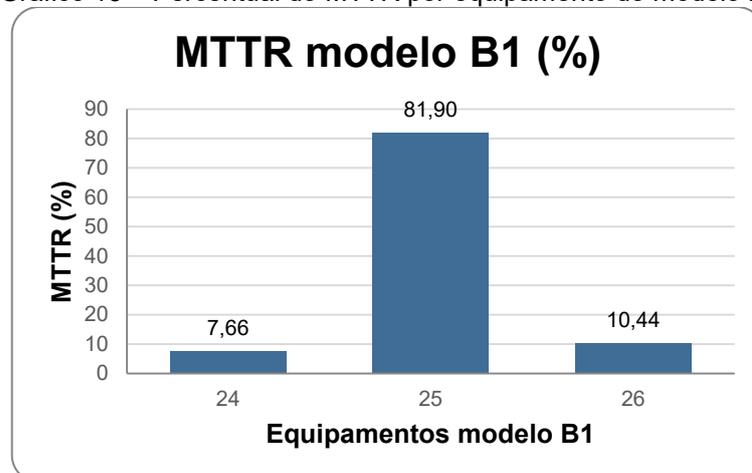
Fonte: Autora.

Gráfico 14 – Percentual do MTBF por equipamento do modelo B1



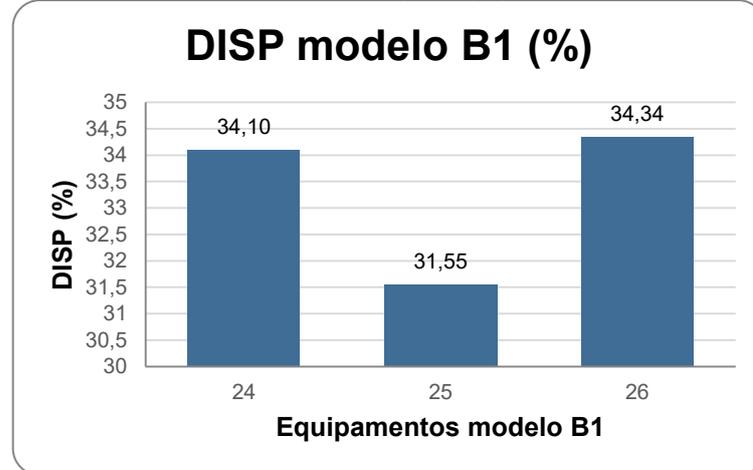
Fonte: Autora.

Gráfico 15 – Percentual do MTTR por equipamento do modelo B1



Fonte: Autora.

Gráfico 16 – Percentual da DISP por equipamento do modelo B1

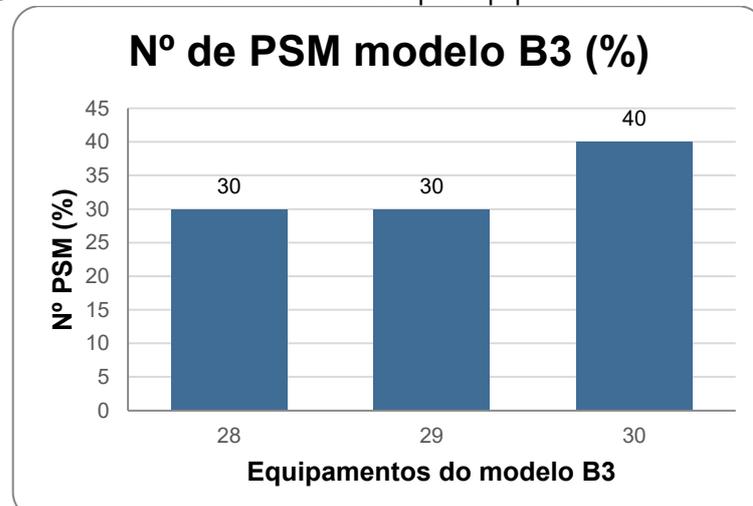


Fonte: Autora.

Os Gráficos 17, 18, 19 e 20 esboçam os resultados obtidos, em percentual, do N° de PSM, MTBF, MTTR e DISP, respectivamente, acerca dos equipamentos do modelo B3.

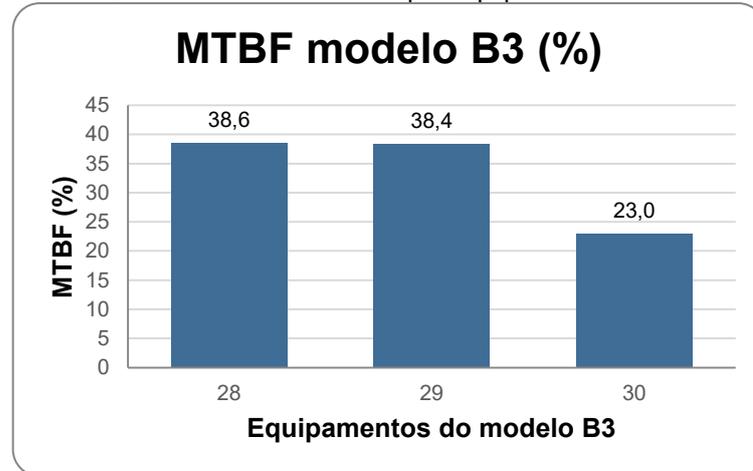
O equipamento 30 do modelo B3 apresenta o maior percentual de N° PSM (Gráfico 17), o menor tempo médio entre falhas (Gráfico 18), elevado tempo médio de reparo (Gráfico 19) e conseqüente menor disponibilidade (Gráfico 20). Cabe ao engenheiro clínico analisar os fatores que levaram a esses indicadores, se é mau uso, maior frequência de uso no setor, demora na chegada de peças ou outro problema que possa reduzir o tempo de reparo e a falta de disponibilidade deste equipamento. Importante lembrar também que a pequena quantidade de PSMs pode indicar que o equipamento tem baixa utilização.

Gráfico 17 – Percentual do N° PSM por equipamento do modelo B3



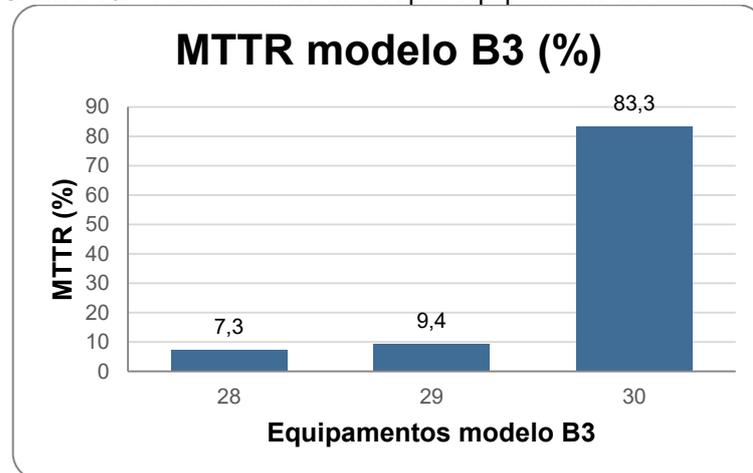
Fonte: Autora.

Gráfico 18 – Percentual do MTBF por equipamento do modelo B3



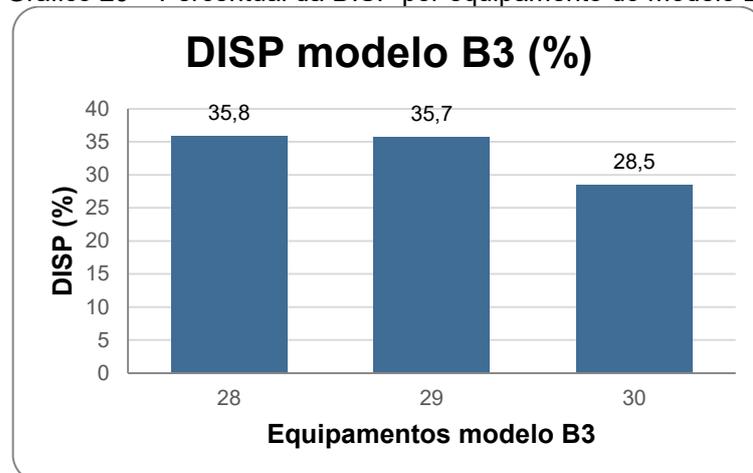
Fonte: Autora.

Gráfico 19 – Percentual do MTTR por equipamento do modelo B3



Fonte: Autora.

Gráfico 20 – Percentual da DISP por equipamento do modelo B3



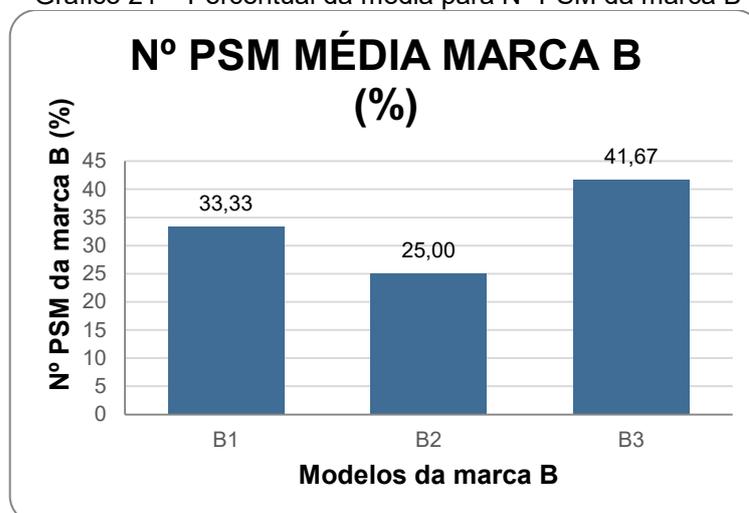
Fonte: Autora.

O modelo B2 possui somente um equipamento, portanto não foi feito o gráfico da média e percentual.

Os Gráficos 21, 22, 23 e 24 esboçam os resultados obtidos, em percentual, do N° de PSM, MTBF, MTTR e DISP, respectivamente, acerca da marca B, considerando os modelos B1, B2 e B3.

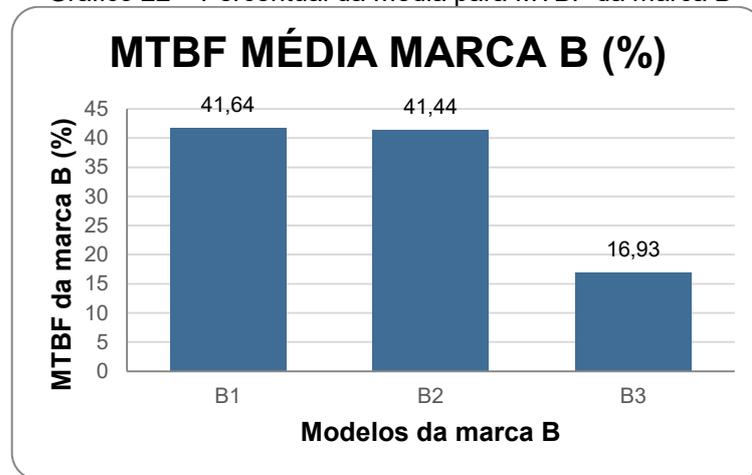
O modelo B2 obteve o melhor desempenho, com menor percentual de N° PSM (Gráfico 21), elevado tempo entre falhas, bem próximo ao do modelo B1 (Gráfico 22), percentual de tempo médio de reparo é oito vezes menor que o modelo B3 (Gráfico 23) e conseqüentemente a disponibilidade é alta (Gráfico 24). Assim, este modelo apresentou os melhores indicadores quando comparado com o modelo B3, por exemplo. Isso pode ocorrer, pois o modelo B3 pode ter uma manutenção mais trabalhosa do que o modelo B2. Assim, como comentado sobre os modelos A, o Engenheiro Clínico precisa buscar os motivos que levam a esses indicadores, por exemplo, o maior número de PSMs pode estar relacionado à idade do equipamento, mas também pode ser devido ao mau uso. O alto tempo de reparo pode significar que o equipamento é de mais difícil manutenção, que os técnicos precisam de capacitação ou o tempo de espera de peças é maior, ou, se for pontual pode ter acontecido algum problema no EAS que tenha levado à mudança na ordem das manutenções para atender alguma emergência. Assim, essas informações servirão para nortear as próximas aquisições, lembrando é claro, das restrições que existem nos processos de licitações dentro de um EAS público.

Gráfico 21 – Percentual da média para N° PSM da marca B



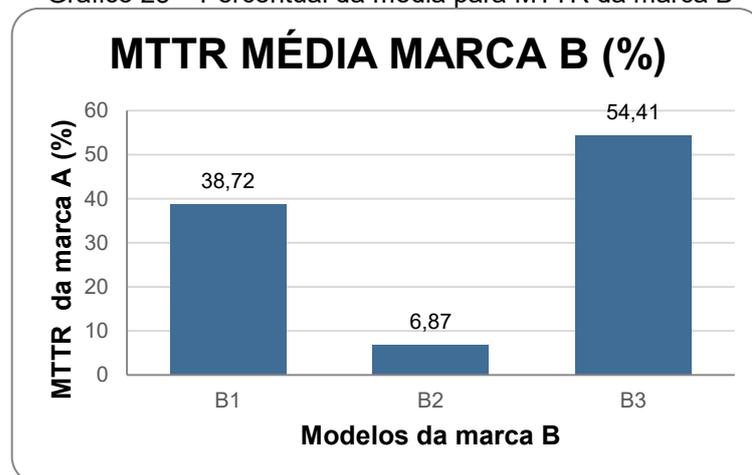
Fonte: Autora.

Gráfico 22 – Percentual da média para MTBF da marca B



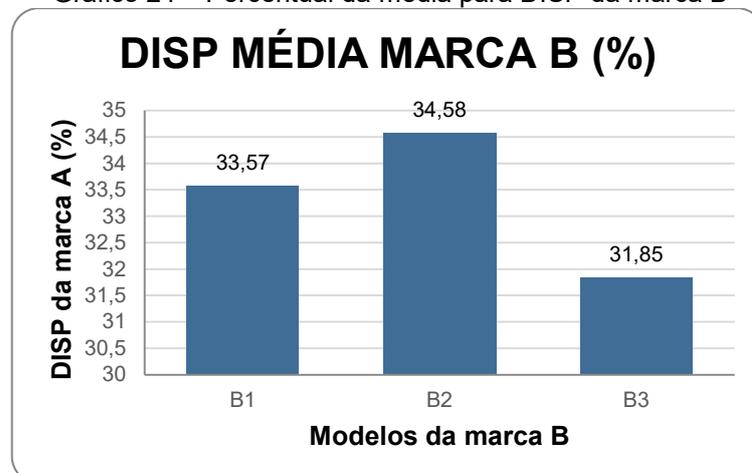
Fonte: Autora.

Gráfico 23 – Percentual da média para MTTR da marca B



Fonte: Autora.

Gráfico 24 – Percentual da média para DISP da marca B



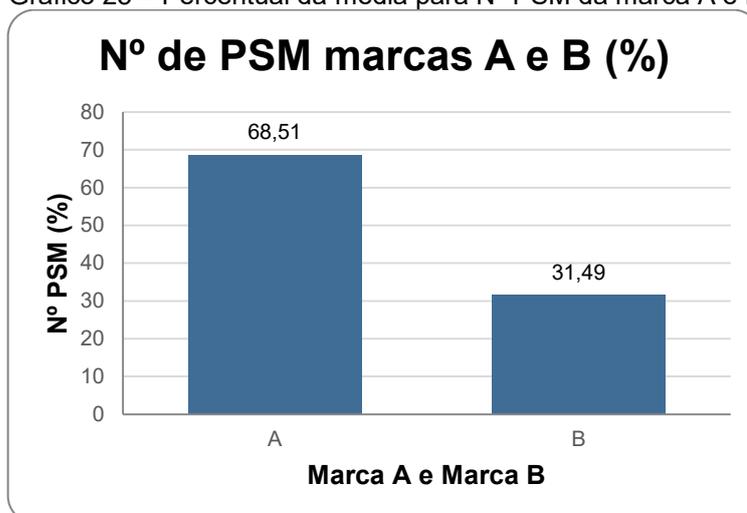
Fonte – Autora.

Os Gráficos 25, 26, 27 e 28 esboçam os resultados obtidos, em percentual, do N° de PSM, MTBF, MTTR e DISP, respectivamente, acerca das marcas A e B como um todo.

Percebe-se que a marca A possui duas vezes mais PSMs que a marca B (Gráfico 25). O tempo médio entre falhas da marca A é 3,4 vezes menor que o da marca B (Gráfico 26). Em contrapartida, o tempo médio de reparo da marca A é 1,4 vezes menor que o da marca B (Gráfico 27). Como consequência, a disponibilidade da marca A é menor, porém não tão diferente da marca B (Gráfico 28).

Essa análise permite que o engenheiro clínico encontre quais os principais fatores que levam os equipamentos da marca A requerer mais reparos, que pode ser por demanda do setor, mau uso, equipamento mais frágil, equipamentos com maior tempo de uso, etc. E quais os fatores que levam a marca B possuir mais tempo de reparo, que pode ser falta de estoque de peças, falta de capacitação dos técnicos, equipamento com manutenção mais difícil etc. Após essa análise crítica, verificar junto com os custos diretos e indiretos nas manutenções corretivas, qual a marca que é mais indicada para o HCU-UFU, levando em conta as questões de tempo médio entre as falhas e o tempo de reparo, pois na questão de disponibilidade as marcas A e B são similares.

Gráfico 25 – Percentual da média para N° PSM da marca A e B



Fonte: Autora.

Gráfico 26 – Percentual da média para MTBF da marca A e B

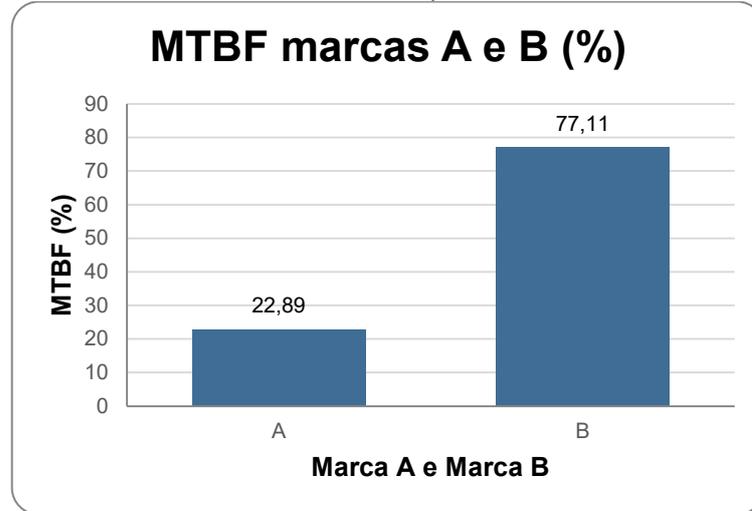


Gráfico 27 – Percentual da média para MTTR da marca A e B

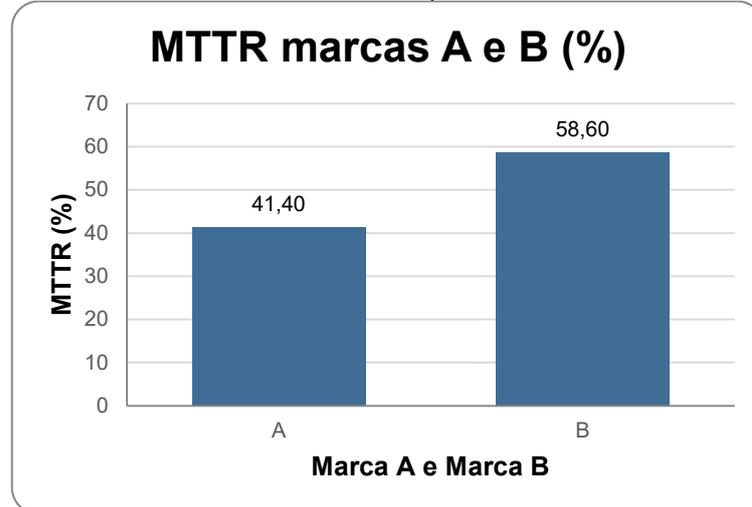
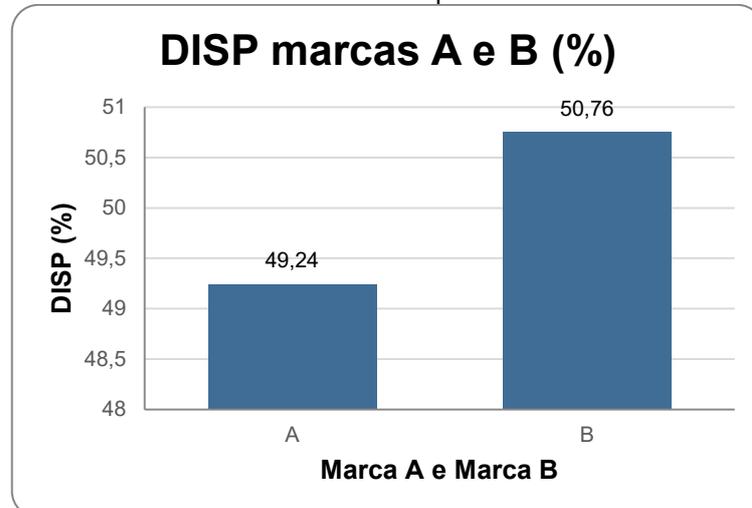


Gráfico 28 – Percentual da média para DISP da marca A e B



### 3 CONCLUSÕES

A marca B possui menor quantidade de PSMs. Com relação ao tempo médio entre falhas, a marca B é superior à marca A. Em contrapartida, com relação ao tempo médio de reparo, a marca A é superior à marca B. E com relação à disponibilidade as duas marcas possuem desempenho similar. Portanto, para disponibilidade conclui-se que não há diferenças entre as marcas então ambas podem ser adquiridas e utilizadas no HCU-UFU.

É preciso que o Engenheiro Clínico faça uma análise detalhada para que sejam estudados os fatores positivos e negativos de cada marca dos aparelhos de anestesia, procurando melhorar o processo de manutenção, bem como toda a gestão dos equipamentos. Nos processos de aquisição tentar adquirir os equipamentos que levem ao menor número de manutenções, maior tempo entre falhas, menor tempo de reparo e se mantenham com alta disponibilidade para atender à grande demanda do HCU-UFU.

Sugere-se também que se faça a análise de custos, por meio do custeio por absorção ou o custeio ABC, para as marcas A e B, em relação à manutenção corretiva. A contabilidade de custos será essencial para determinar se há diferença entre marcas ou não. Essa sugestão se deve ao fato de que independente do desempenho no quesito disponibilidade ser similar, o custo para tal pode ser diferente, em que uma das duas marcas tem a possibilidade de ser mais vantajosa que a outra. Assim, é preciso analisar todos os fatores com relação à tecnologia.

Como pode ser visto, a gestão realizada pelo Engenheiro Clínico é fundamental dentro dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, para aumentar a qualidade, segurança, disponibilidade de tecnologias e reduzir custos, visando a missão institucional do hospital.

## 4 REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. A. D. E. **Implantação de Mudanças Estratégicas**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade ABNT** Brasil, 1994.

BORGES, I. DE P. C. **ANÁLISE DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO DOS VENTILADORES PULMONARES DO HCU-UFU**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

BRASIL. **RESOLUÇÃO - RDC Nº2 DE 25 DE JANEIRO DE 2010**, 2010.

FAYOL, H.; STORRS (TRANSLATED), C. **General and Industrial Management**. London: Sir Isaac Pitman & Sons LTD., 1949.

FORNAZIER, C. et al. **Abordagem de Vigilância Sanitária de Produtos para Saúde Comercializados no Brasil: Sistema de Anestesia**. Boletim Informativo de Tecnovigilância - BIT, v. 1, p. 1–79, 2012.

GODOI, C. **METODOLOGIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES NO HOSPITAL DE CLÍNICAS DE UBERLÂNDIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**. [s.l.] Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

HCU. **Institucional | HCU-UFU**. Disponível em: <<http://www.hc.ufu.br/pagina/institucional>>. Acesso em: 24 maio. 2018a.

HCU. **Missão, Visão e Valores**. Disponível em: <<http://www.hc.ufu.br/pagina/missao-visao-valores>>. Acesso em: 24 maio. 2018b.

HCU. **Estrutura Física | HCU-UFU**. Disponível em: <<http://www.hc.ufu.br/pagina/estrutura-fisica>>. Acesso em: 15 jun. 2018c.

HOSPITALARES, G. DE I. H. S. DE E. E I. **Número mensal de procedimentos cirúrgicos realizados no HCU-UFU quanto às especialidades**, [s.d.].

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção Função estratégica**. 2ª edição ed. [s.l.] Qualitymark, 2001.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO ORÇAMENTO E GESTÃO. **Indicadores Orientações Básicas Aplicadas à Gestão Pública**. p. 1–64, 2012.

RIBEIRO, H. **Modernos Aparelhos de Anestesia : O que você precisa saber ?**, [s.d.].

**Sistema de BioEngenharia (SisBiE)**. Uberlândia, 2018.

SOUZA, A. et al. **Gestão de Manutenção em Serviços de Saúde**. [s.l.] Blucher, 2010.

SUN, T.; CASSAL (TRADUÇÃO), S. **A arte da guerra**. Porto Alegre: L&PM Pocket, 2006.

**Thomas Green Morton, inventor da anestesia**. . Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jbpml/v45n4/a01v45n4.pdf>>.

TOLEDO, M. **Indicadores e metas SMART: saiba tudo sobre o método - Marcelo Toledo**. Disponível em: <<http://marcelotoledo.com/indicadores-metas-smart-conheca-o-metodo/>>. Acesso em: 17 jun. 2018.

TSIM, P.; HOWATSON, A.; KONSTANTATOS, A. **Sistemas de Respiração em Anestesia**. *Anaesthesia Tutorial of the Week*, v. 333, p. 1–6, 2016.

URMAN, R. D.; DESAI, S. P. **History of anesthesia for ambulatory surgery. Current Opinion in Anaesthesiology**, v. 25, n. 6, p. 641–647, 2012.

WELCH, E. **Anaesthesia Breathing systems**. p. 1–10, 2017.