



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

NATÁLIA POLICENA DE MELLO

**ANÁLISE DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO DOS MONITORES
MULTIPARÂMETROS DO HOSPITAL DE CLÍNICAS DE
UBERLÂNDIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Uberlândia
2017

NATÁLIA POLICENA DE MELLO

**ANÁLISE DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO DOS MONITORES
MULTIPARÂMETROS 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: Selma Terezinha Milagre

Assinatura do Orientador

Uberlândia
2017

Dedico este trabalho aos meus pais, Clarimundo e LÍlian, ao meu irmão Mateus, ao meu namorado João Vítor, pois me deram a confiança e apoio necessários para que este trabalho se tornasse possível.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, *Clarimundo* e *Lílian*, pelo amor e carinho. Pelo exemplo de honestidade e dignidade. Por sempre terem acreditado em mim.

Ao meu irmão *Mateus* pela amizade, apoio e união.

À Professora Dr^a. Selma Terezinha Milagre, pela honra de tê-la como orientadora, por sua competência, educação, profissionalismo e dedicação. Obrigada pela confiança, compreensão e pelas inúmeras ajudas.

Ao técnico, Rodrigo César de Oliveira, pelo grande auxílio na aquisição dos dados dos Monitores Multiparâmetros na base de dados do Sistema de Gerenciamento no sistema (SGE) do setor de BioEngenharia do HCU–UFU.

Aos professores Dr.: Adriano de Oliveira Andrade e Dr.: Adriano Alves Pereira, por suas contribuições na solenidade de defesa.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise dos indicadores de manutenção de monitores multiparâmetros como objetivo de analisar a confiabilidade, manutenabilidade e disponibilidade desses equipamentos. Para uma gestão mais eficiente, o gestor deve fazer o uso de indicadores de manutenção juntamente com outros fatores qualitativos, como por exemplo, rotina de treinamentos, que lhe auxilie na avaliação estratégica de cada equipamento, proporcionando dados, criando parâmetros e estabelecendo metas de qualidade. A pesquisa foi realizada no setor de Bioengenharia do Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia baseada na coleta de dados do Sistema de BioEngenharia (SisBiE), no período de 2014 a 2017. As marcas dos Monitores Multiparâmetros foram referenciadas como letras, de A à J para não comprometê-las. Neste trabalho foram analisados 1281 PSMs de monitores multiparâmetros e 137 monitores sem nenhum PSM registrado, para que fossem calculados os indicadores Tempo Médio entre Falhas, Tempo Médio de Reparo, a Disponibilidade e o número de Pedidos de Serviço e Manutenção (PSM). Foram encontrados na base de dados 490 Monitores Multiparâmetros, os quais 328 encontravam-se ativos e 162 estão inativos. Os monitores que possuem PSMs em aberto foram segregados das análises dos indicadores, pois não é possível avaliá-los sem a data de fechamento do PSM. Primeiramente foi feita uma comparação dos indicadores entre os modelos de cada marca, para aqueles que tinham mais de um, por meio de média aritmética. Para finalizar foi feita uma comparação geral entre as marcas. Essa comparação também foi feita por meio da média aritmética dos indicadores por marca. Os resultados mostraram que os equipamentos das marcas A, D e F são os que possuem os piores indicadores.

ABSTRACT

This work presents an analysis of the maintenance indicators of multiparameter monitors with order the analyze the reliability, maintenance and availability of these equipments. For a more efficient management, the manager must make use of maintenance indicators along with other qualitative factors, such as routine training, which assists in the strategic evaluation of each equipment, providing data, creating parameters and establishing quality goals . The research was carried out in the Bioengineering sector of the University Hospital of Uberlândia of the Federal University of Uberlândia based on the data collection of the *Sistema de BioEngenharia* (SisBiE), from 2014 to 2017. The marks of the Multiparameter Monitors were referenced as letters, A to J not to compromise them. In this work 1281 PSMs of multiparameter monitors and 137 monitors without PSM were analyzed, so that the indicators Mean Time Between Failures, Mean Time to Repair, the availability and the number of Service Requests and Maintenance (PSM) were calculated. A total of 490 Multiparameter Monitors were found in the database, of which 328 were active and 162 were inactive. The monitors that have open PSMs were segregated from the analysis of the indicators, since it is not possible to evaluate them without the closing date of the PSM. First, a comparison of the indicators between the models of each brand was made, for those who had more than one, by means of arithmetic mean. Finally, a general comparison was made between brands. This comparison was also made by means of the arithmetic mean of the indicators by brand. The results showed that the equipment of brands A, D and F are the ones with the worst indicators.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estados possíveis de um equipamento (Fonte: [24]).	24
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Percentagem de saturação e os respetivos problemas clínicos [14].	16
Tabela 2 - Relação dos monitores multiparâmetros.	46
Tabela 3 - Monitor multiparâmetro da marca A.	47
Tabela 4 - Monitor multiparâmetro da marca A.	48
Tabela 5 - Monitor multiparâmetro da marca A. (continuação)	49
Tabela 6 - Monitor multiparâmetro da marca A. (continuação)	50
Tabela 7 - Monitor multiparâmetro da marca A. (continuação)	51
Tabela 8 - Monitor multiparâmetro da marca A. (continuação)	52
Tabela 9 - Monitor multiparâmetro da marca B.	53
Tabela 10 - Monitor multiparâmetro da marca C.	54
Tabela 11 - Monitor multiparâmetro da marca D.	55
Tabela 12 - Monitor multiparâmetro da marca E.	56
Tabela 13 - Monitor multiparâmetro da marca E. (continuação)	57
Tabela 14 - Monitor multiparâmetro da marca E. (continuação)	58
Tabela 15 - Monitor multiparâmetro da marca E. (continuação)	59
Tabela 16 - Monitor multiparâmetro da marca E. (continuação)	60
Tabela 17 - Monitor multiparâmetro da marca F.	61
Tabela 18 - Monitor multiparâmetro da marca G.	62
Tabela 19 - Monitor multiparâmetro da marca H.	63
Tabela 20 - Monitor multiparâmetro da marca H.	64
Tabela 21 - Monitor multiparâmetro da marca H.	65
Tabela 22 - Monitor multiparâmetro da marca I.	66
Tabela 23 - Monitor multiparâmetro da marca J.	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Média do Número de PSMs da marca A	29
Gráfico 2 - Média do Número de PSMs da marca C	30
Gráfico 3 - Média do Número de PSMs da marca E	30
Gráfico 4 - Média do MTBF da marca A	31
Gráfico 5 - Média do MTBF da marca C	31
Gráfico 6 - Média do MTBF da marca E	32
Gráfico 7 - Média do MTBF da marca G	32
Gráfico 8 - Média do MTR da marca A	33
Gráfico 9 - Média do MTR da marca C	33
Gráfico 10 - Média do MTR da marca E	34
Gráfico 11 - Média de disponibilidade 1 da marca A	35
Gráfico 12 - Média de disponibilidade 1 da marca C	35
Gráfico 13 - Média de disponibilidade 1 da marca E	36
Gráfico 14 - Média de disponibilidade 1 da marca G	36
Gráfico 15 - Média de disponibilidade 2 da marca A	37
Gráfico 16 - Média de disponibilidade 2 da marca C	37
Gráfico 17 - Média de disponibilidade 2 da marca E	38
Gráfico 18 - Média de disponibilidade 2 da marca E	38
Gráfico 19 - Quantidade de PSMs das 10 marcas de Monitores Multiparâmetros	39
Gráfico 20 - MTBF para as 10 marcas de Monitores Multiparâmetros	40
Gráfico 21 - MTR para as 10 marcas de Monitores Multiparâmetros	40
Gráfico 22 - Percentual de disponibilidade 1 para as 10 marcas de Monitores Multiparâmetros	41
Gráfico 23 - Percentual de Disponibilidade 2 para as 10 marcas de Monitores Multiparâmetros	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
DISP – Disponibilidade
EAS – Estabelecimento Assistencial à Saúde
EMA - Equipamento Médico-Assistencial
EOL - *End of Life*
e-mail - *Eletronic mail*
FEELT - Faculdade de Engenharia Elétrica
HCU – Hospital de Clinicas de Uberlândia
MTBF – Tempo médio entre falhas
MTR – Tempo médio para reparar
MS - Ministério da Saúde
PSM - Pedido de Serviço e Manutenção
SisBiE – Sistema de BioEngenharia
UFU - Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	12
1.1OBJETIVO GERAL.....	13
1.2OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2.DESENVOLVIMENTO	14
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1.1 MONITORES MULTIPARÂMETROS	14
2.1.1.1 Eletrocardiograma e frequência respiratória	15
2.1.1.2 Oximetria de pulso	16
2.1.1.3 Pressão não invasiva.....	17
2.1.1.4 Pressão invasiva	17
2.1.1.5 Temperatura corporal	17
2.1.1.6 Capnografia	18
2.1.1.7 Tipos de monitores de sinais vitais	19
2.1.2 MANUTENÇÃO E CALIBRAÇÃO DOS MONITORES MULTIPARÂMETROS	19
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS	21
2.2.1.1 MTBF – MEAN TIME BETWEEN FAILURE	22
2.2.1.2 MTR: MEAN TIME TO REPAIR	22
2.2.1.3 DISP: Disponibilidade	24
2.2.1.3.1 DISP 1: Disponibilidade 1	24
2.2.1.3.2 DISP 2: Disponibilidade 2	25
2.2.1.4 Número de PSM	25
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
3.CONCLUSÕES	42
4.REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE A	46
APÊNDICE B	47
APÊNDICE C	53
APÊNDICE D	54
APÊNDICE E.....	55
APÊNDICE F	56
APÊNDICE G	61
APÊNDICE H	62
APÊNDICE I.....	63
APÊNDICE J	66
APÊNDICE L.....	67

1.INTRODUÇÃO

Alterações das funções corporais geralmente se refletem na temperatura do corpo, na pressão arterial, na frequência cardíaca e na respiração, por isto, são chamados de sinais vitais [1]. Todas estas informações podem ser obtidas simultâneas e contínuas por meio de um equipamento médico assistencial chamado monitor multiparâmetro, o qual fornece informações muito importantes sobre as condições de saúde atual dos pacientes, sendo assim um método eficiente de monitoramento [2]. Monitores multiparâmetros são equipamentos muito utilizados na monitorização dos sinais vitais de pacientes de todas as idades.

A monitorização contínua é uma ferramenta muito valiosa para os clínicos (enfermeiros e médicos), uma vez que permite avaliar de forma completa e contínua as condições fisiológicas do paciente e também permite fazer melhores decisões do seu tratamento e diagnóstico [2].

A certificação de qualidade dos Equipamentos Médicos-Assistenciais (EMAs), produzidos e/ou comercializados no Brasil, é uma das ocorrências mais importantes desta última década no cenário das tecnologias em saúde [3]. Visto que, quem recebe os benefícios de um monitor multiparâmetro (ou sofre com os efeitos de sua baixa qualidade) não é quem decide sua compra, na maioria das vezes são decisões tomadas por setores ciosos por lucros.

A baixa qualidade dos EMAs resulta em prejuízos para os pacientes, diagnósticos equivocados ou inconclusivos, sequelas de tratamento ou até acidentes, fatos raramente investigados e, portanto, dificilmente relacionados com a má qualidade dos equipamentos. Esta realidade só pode ser revertida por meio de ações sistêmicas promovida pelo Ministério da Saúde [4,5,6,7,8].

Com o intuito de preservar esta qualidade dos monitores multiparâmetros certificada pelo Ministério da Saúde (MS), devem ser realizadas ações periódicas que preservem as condições funcionais, de segurança e confiabilidade do equipamento. Dentre essas ações, pode-se destacar os procedimentos de manutenção.

Para uma boa gestão de qualidade, deve haver o armazenamento dos dados sobre as condições dos equipamentos, para que seja possível efetuar cálculos de indicadores de qualidade.

Esses indicadores permitem descrever, classificar, ordenar, comparar ou quantificar de maneira sistemática aspectos de uma realidade e que atendam às necessidades dos tomadores de decisões com base na sua qualidade e produtividade [9]. Indicadores de

Manutenção tais como Tempo Médio Entre Falhas (MTBF), Tempo Médio de Reparo (MTR), Disponibilidade (DISP) e Número de Pedido de Serviço e Manutenção (PSM) são muito úteis na gestão de equipamentos médico assistenciais nos Estabelecimentos Médico-Assistenciais (EMAs) uma vez que ajudam os gestores a tomarem decisões relativas à qualidade da manutenção [10].

Diante do exposto justifica-se o presente trabalho que realizou o estudo de indicadores de manutenção dos monitores multiparâmetros do Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU), o qual conta com 490 monitores multiparâmetros. Ressalta-se que a gestão de todo esse parque tecnológico é feita pela BioEngenharia, que é o setor de Engenharia Clínica do HCU-UFU. O estudo teve como base informações advindas de indicadores obtidos no banco de dados “Sistema de BioEngenharia (SisBiE)” do setor de BioEngenharia do HCU-UFU.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo sobre os indicadores de manutenção dos monitores multiparâmetros do HCU-UFU no período de janeiro de 2014 a outubro de 2017.

1.2 Objetivos Específicos

- Conhecer o parque tecnológico de monitores multiparâmetros do HCU-UFU;
- Calcular indicadores para esses EMAs;
- Entender os indicadores para as diversas marcas de monitores.

2.DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 MONITORES MULTIPARÂMETROS

Os monitores de sinais vitais podem monitorizar múltiplos parâmetros, a depender da marca, modelo e configuração. Os mais comuns são:

- Eletrocardiograma (ECG) de 3 derivações;
- Frequência respiratória;
- Oximetria de pulso (SpO₂);
- Pressão não invasiva.

Além destes parâmetros, em algumas utilizações pode ser necessário a monitorização de outros parâmetros:

- ECG de 5 e 12 derivações;
- Pressão invasiva;
- Temperatura corporal;
- Capnografia (CO₂).

Quanto ao seu princípio de operação, os monitores podem ser de 3 tipos:

- Pré-configurados;
- Modulares;
- Ambos.

Os parâmetros dos monitores pré-configurados, são fixados pelos fabricantes, impossibilitando deste modo efetuar alguma alteração na configuração. Quanto aos modulares, o manipulador do equipamento pode selecionar diversos parâmetros adicionando dispositivos designados por módulos. Existem módulos independentes para cada um dos parâmetros (módulos individuais) e para grupos de parâmetros (módulos multiparâmetros), estes módulos podem ser utilizados em várias combinações e muitos podem ser comutados entre monitores [2]. Nas Seções 2.1.1.1 a 2.1.1.7 são apresentadas descrições dos principais módulos de monitorização de sinais vitais.

2.1.1.1 Eletrocardiograma e frequência respiratória

Os módulos, através de eletrodos que são colocados no corpo do paciente em posições específicas, monitorizam as curvas do ECG, assim como a frequência cardíaca. A frequência respiratória também é monitorizada através da impedância torácica, ou seja, os elétrodos detectam os movimentos da caixa torácica [11].

O ECG regista a atividade elétrica produzida pela ativação do miocárdio, sendo o seu traçado constituído por várias deflexões causadas pela despolarização e repolarização das células cardíacas. Este método é o mais simples e mais importante no diagnóstico de doenças cardiovasculares, uma vez que é um método não invasivo [12].

As ondas de despolarização e repolarização, ao atravessarem o coração são detetados pelos elétrodos, registando-se essa atividade na curva do ECG.

O segmento PR caracteriza o período de tempo imediatamente antes da estimulação do nódulo aurículo-ventricular. O complexo QRS representa a despolarização ventricular, ou seja, à contração dos músculos. O intervalo de tempo entre a despolarização e o relaxamento ventricular (onda T) corresponde ao segmento ST, sendo que uma alteração neste segmento pode indicar situações de isquemia [11].

Os módulos de ECG são capazes de detetar arritmias que são importantes, uma vez que algumas destas, como a fibrilação ventricular faz com que o paciente dependa de uma rápida intervenção médica. A monitorização do segmento ST pode detetar também isquemias silenciosas [11].

Para descrever a atividade cardíaca são utilizadas dois tipos de derivações, as periféricas e as precordiais. As derivações periféricas são obtidas através da colocação dos elétrodos sobre os braços direito e esquerdo e sobre a perna esquerda, formando o triângulo de Einthoven e disponibilizando as derivações I, II e III. Com a soma destas três derivações vai-se obter outras três, as derivações aVR, aVL e aVF. Estas seis derivações formam seis linhas de referência permitindo ver o coração num plano vertical [12].

As derivações precordiais (V1 a V6) são obtidas através da colocação dos elétrodos nas paredes anterior e posterior do tórax. Estas permitem a vista do coração e da onda de despolarização no plano horizontal [12].

Normalmente, em um paciente que sofre de uma patologia cardíaca, são utilizados módulos com doze derivações, que são formados pelas derivações enunciadas acima, que vão permitir avaliar de uma forma mais completa a atividade elétrica do coração [11].

2.1.1.2 Oximetria de pulso

Os módulos de oximetria utilizam métodos não invasivos e destinam-se à medição da saturação de oxigénio no sangue (SpO_2) e da frequência de pulso. Esta avaliação pode ser realizada nos lóbulos das orelhas, mas é habitualmente feita nos dedos da mão. Estes módulos baseiam-se em dois princípios, o da espectrofotometria e da pletismografia. O princípio da espectrofotometria está associado à mensuração da luz vermelha e infravermelha que é transmitida pelos vasos capilares dos pacientes. O da pletismografia relaciona-se com o registo da alteração do volume de sangue arterial durante a pulsação [11].

O funcionamento do oxímetro tem por base a emissão de luz através do LED vermelho e do infravermelho com comprimentos de onda de 660 nm e 910 nm, respectivamente. Esses comprimentos de onda são usados porque a hemoglobina desoxigenada tem uma alta taxa de absorção nos 660 nm e a hemoglobina oxigenada nos 910 nm. Normalmente o dedo é colocado entre as fontes de luz e um fotosensor.

A razão entre a quantidade de luz vermelha e infravermelha que chega ao fotosensor determina o nível de oxigenação no sangue e detecta a frequência de pulso obtendo-se uma curva pletismográfica [13].

Por meio da percentagem de saturação de oxigénio sanguíneo é possível detetar várias doenças. A Tabela 1 mostra os valores de saturação para os diversos problemas que é possível detetar.

Tabela 1 - Percentagem de saturação e os respetivos problemas clínicos [14].

% SpO_2	Problemas clínicos
>95 %	Saturação ideal
90-85 %	Hipoxemia leve/moderada, que pode provocar taquicardia, hipertensão e sudorese.
<85 %	Hipoxemia grave, que pode afetar o cérebro (vertigens, sonolência e dano cerebral irreversível)

Os módulos de oxímetro de pulso são usados nos serviços de internamento, emergência, recobro e intensivos, detectam problemas com a oxigenação, antes que sejam identificados clinicamente. Por vezes também são usados quando se pretende que o paciente deixe de usar ventiladores mecânicos e podem ainda auxiliar a avaliação do resultado da oxigenioterapia. Raramente os oxímetros apresentam erros de leitura e, do mesmo modo que qualquer outro

sistema de monitorização, a leitura dos resultados deve ser interpretada em associação com os dados clínicos do paciente [15].

2.1.1.3 Pressão não invasiva

Estes módulos de pressão destinam-se às medições de pressão arterial sistólica, diastólica e média de modo não invasivo e permite também a medição da frequência de pulso.

Estes módulos funcionam através do método oscilométrico. A diferença prende-se que as medições da pressão são intermitentes, geralmente sendo realizada uma medição a cada poucos minutos [11].

2.1.1.4 Pressão invasiva

Os módulos de pressão invasiva monitorizam a pressão sanguínea em tempo real com um método invasivo, que consiste em introduzir um cateter intra-arterial. Este módulo permite ainda a medição da frequência de pulso do paciente.

A pressão invasiva é normalmente utilizada quando é necessário monitorizar a pressão arterial em tempo real, devido a uma preocupação quanto à possibilidade de mudanças significativas na pressão do paciente, uma vez que este método é mais preciso [11]. A medida não invasiva da pressão arterial pode subestimar em até 40 mmHg o valor real da pressão invasiva em doentes críticos [16].

2.1.1.5 Temperatura corporal

A temperatura é uma grandeza física importante na análise do funcionamento do corpo humano, esta medição é feita através do módulo que utiliza um transdutor de temperatura, normalmente, um termistor [17].

A temperatura corporal é geralmente mantida em torno dos 37°C e não varia mesmo sob situações de calor ou frio devido ao sistema termorregulador do corpo. Existem variações da mesma devido, ao local em que é aferida, por exemplo na axila a faixa é 35,5°C a 37°C enquanto na boca é 36°C a 37,4°C, o horário, no período de 18 horas às 22 horas é o pico mais elevado

enquanto entre 2 horas e 4 horas é o pico mais baixo, ou o nível de atividade. Em momentos de refeição, prática de exercícios, gestação ou ovulação, a temperatura eleva. A monitorização da temperatura é de extrema importância, pois permite denunciar um estado febril caso a temperatura seja acima da considerada normal e em estado de hipotermia, caso a temperatura se localize abaixo. A temperatura é considerada uma emergência médica acima dos 42°C, uma vez que determinadas funções enzimáticas ficam comprometidas. No entanto, quando a temperatura baixa 1°C a 2°C em relação à temperatura de referência, está-se perante uma situação de hipotermia, que provoca um mal-estar geral. Abaixo dos 21°C formam-se cristais devido ao congelamento dos tecidos, o que provoca danos ao nível das membranas celulares, conduzindo à morte [18].

2.1.1.6 Capnografia

Estes módulos destinam-se à medição da concentração de CO₂ no circuito ventilatório do paciente, também conseguem medir a frequência respiratória do paciente. Nesta técnica podem ser utilizadas a espectrofotometria por luz infravermelha, a espectrofotometria de massa ou a espectrofotometria Raman.

A mais utilizada é a espectrofotometria por luz infravermelha. Esta técnica utiliza a mistura de gases respiratórios ao final da expiração, os diversos constituintes deste gás vão absorver a luz infravermelha em comprimentos de onda particulares, ou seja, quando ocorre a passagem do fluxo de gás respiratório pelo adaptador de via aérea, parte do feixe luminoso que é direcionado para o adaptador, é absorvido pela mistura de gases, particularmente o CO₂ que vai absorver o comprimento de onda de 4260nm. A quantidade da luz infravermelha que é absorvida é medida dando o valor da concentração de CO₂ (EtCO₂) [19].

Os dois métodos mais comuns para a medição da capnografia são o *sidestream* (aspirativo) e o *mainstream* (não-aspirativo).

O método *sidestream* aspira continuamente a amostra de gás através de um tubo coletor e é direcionada para o módulo, onde se localiza o sensor. Por outro lado no método *mainstream*, o sensor localiza-se junto das vias aéreas, não sendo necessário remover o gás dessas vias, sendo enviado o sinal elétrico para o módulo. Uma das vantagens deste método é a sua resposta rápida [11,19].

2.1.1.7 Tipos de monitores de sinais vitais

Existem dois tipos de monitores, fixos e de transporte. Os monitores fixos são os que se encontram colocados ou à cabeceira do paciente ou são fixados à parede através de um suporte especial. Estes podem ser classificados como de adulto/pediátrico e neonatal.

Os monitores de transporte podem ser utilizados para monitorizar um paciente que está para ser transportado para outro local, mas dentro do hospital ou utilizados para transportar um paciente para outra instituição de saúde. Estes monitores deverão conter uma bateria com autonomia suficiente para o transporte [2].

2.1.2 MANUTENÇÃO E CALIBRAÇÃO DOS MONITORES MULTIPARÂMETROS

Manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. Ela deve ser encarada como uma função estratégica na obtenção dos resultados da organização e deve estar direcionada ao suporte do gerenciamento e à solução de problemas apresentados na produção, lançando a empresa em patamares competitivos de qualidade e produtividade.

O conceito de manutenção tem evoluído no sentido de aumentar o seu campo e diversificar as estratégias de intervenção, assim, a manutenção dos hospitais segue princípios gerais válidos em qualquer empresa. Porém, sua aplicação deve atender aos objetivos, às necessidades, à organização e à cultura dos regulamentos hospitalares.

As manutenções nos Estabelecimentos Médicos-Assistenciais (EMAs) mais realizadas são as manutenções preventivas e corretivas, porém há outros tipos de manutenção, como a manutenção preditiva que começa a fazer parte da rotina das instituições de saúde.

O termo manutenção preventiva é muito abrangente e consiste na tomada de uma série de cuidados ou providências antes do surgimento de problemas, no sentido de evitá-los, de preveni-los, ou seja, está baseada em intervenções periódicas geralmente programadas segundo a frequência definida pelos fabricantes dos equipamentos ou pelo próprio setor de Engenharia Clínica. Portanto o simples fato de a manutenção preventiva reduzir o risco de paradas não programadas devido a falhas no equipamento já a coloca como

uma opção melhor do que a manutenção corretiva em máquinas ligadas diretamente ao processo.

A manutenção corretiva constitui-se em uma das etapas da manutenção que não é programada; cuida especificamente de reparos, consertos e substituições; atua a reboque dos acontecimentos; são as menos desejáveis pelo fato de serem as mais onerosas e muitas vezes gerar uma indisponibilidade indesejável ao equipamento.

De outro modo, a manutenção preditiva baseia-se na enumeração de variáveis que possam prognosticar uma eventual falha que o equipamento possa vir a ter. Sendo assim, a equipe de manutenção pode programar-se para a intervenção e aquisição de peças, diminuindo assim o Tempo Médio de Reparo, uma vez que o equipamento ficará menos tempo parado e consequentemente aumentando sua disponibilidade.

Tanto a manutenção corretiva quanto a preventiva nas unidades de saúde, a partir da década de 80 vem no caminho do progresso tecnológico dos hospitais. A tecnologia tornou-se cada vez mais confiável e, em muitos casos, menos dependente de intervenções técnicas. Entretanto é importante ressaltar que, apesar da considerável evolução da manutenção desde o início do século passado e dos constantes melhoramentos de produtos, técnicas e processos, por melhores que esses sejam dificilmente serão capazes de eliminar por completo a falha ou a quebra dos equipamentos. Assim, os setores de manutenção terão de conviver com as modernas técnicas, políticas e metodologias da manutenção de emergência e conciliá-las, pois tudo o que é físico falha, algumas vezes numa taxa maior, outras vezes numa taxa menor, além de que sempre existirão operadores inaptos, erros de projeto e fenômenos extraordinários ou inesperados.

No HCU-UFU são realizadas manutenções corretivas e preventivas.

Um aspecto importante a ter com equipamentos médicos que utilizam medições é a calibração, sendo necessária uma revisão frequente dos sistemas de medidas. Existem mecanismos específicos para a garantia das calibrações das unidades avaliadas [25]. Como tal, é necessário ocorrer uma calibração periódica para garantir um bom funcionamento do equipamento médico. No caso dos monitores de sinais vitais o manual indica que é necessário uma calibração da pressão não invasiva pelo menos uma vez a cada dois anos ou de acordo com as leis locais e a calibração da capnografia deve ser feita uma vez por ano.

No manual também é indicado a periodicidade da manutenção dos monitores. A manutenção é fundamental para o aumento da vida útil e aproveitamento integral do equipamento. A manutenção preventiva reduz a necessidade de manutenção corretiva, podendo

antever e evitar danos futuros, pois são observados falhas em estágios iniciais [20]. Portanto a cada dois anos ou conforme a necessidade deverá ser feita:

- Verificações de segurança;
- Verificação da sincronização de ECG;
- Garantia de desempenho de todas as medições.

Também é necessária uma substituição da luz do fundo após 25 000-30 000 horas (cerca de três anos) de uso contínuo.

2.2 Materiais e Métodos

Este estudo consistiu em três etapas. A primeira consistiu no levantamento bibliográfico, para fundamentar o tema proposto, e a segunda fundamentou-se na aquisição de dados dos Monitores Multiparâmetros na base de dados do Sistema de Bioengenharia (SisBiE) do setor de BioEngenharia do HCU-UFU, realizada no dia 05 de Outubro de 2017. Na terceira etapa foram calculados e analisados indicadores de manutenção.

O estudo foi realizado para PSMs registrados no período de 2014 até Outubro de 2017. Dados anteriores a 2014 não fizeram parte do estudo devido a que antes de 2014 o sistema de gerenciamento utilizado era o Sistema de Gerenciamento de Equipamentos (SGE) o qual continha algumas inconsistências. Portanto o período analisado foi de 3 anos e 10 meses, janeiro de 2014 a outubro de 2017.

A escolha dos indicadores foi baseada no trabalho que é desenvolvido no setor de BioEngenharia do HCU-UFU, pois foram calculados os indicadores utilizados no setor.

2.2.1 INDICADORES

Este item tratará dos indicadores, que são o foco deste trabalho. Então deve-se conhecer o que são indicadores, para que servem e os tipos.

Segundo [21], “indicadores são informações que permitem descrever, classificar, ordenar, comparar ou quantificar de maneira sistemática aspectos de uma realidade e que atendam às necessidades dos tomadores de decisões”.

Indicadores servem para que se possa fazer comparação entre processos, com base na sua qualidade e produtividade [22].

Na área de manutenção existe uma infinidade de indicadores e, a cada dia, novos são criados ou adaptados a uma nova área ou sistema técnico. As atividades executadas pela Engenharia Clínica já utilizam os indicadores desde o início da profissão, embora ainda pouco conhecidos pelas equipes clínicas existentes nos EMAs, tais como médicos, enfermeiros e fisioterapeutas [23].

Os indicadores representam a manutenibilidade e confiabilidade do equipamento [24].

2.2.1.1 MTBF – *MEAN TIME BETWEEN FAILURE*

Do inglês MTBF (*Mean Time Between Failure*), ou Tempo Médio Entre Falhas como é conhecido no Brasil, representa a confiabilidade do equipamento, quanto maior melhor. Um valor baixo pode indicar manutenção inadequada, equipamento de baixa qualidade, instalação inadequada ou o final de vida do equipamento (EOL – *End Of Life*). O MTBF é medido em unidade de tempo, ou seja, com o MTBF tem-se uma estimativa de quanto em quanto tempo ocorre uma falha [24].

O MTBF no setor de BioEngenharia do HCU-UFU é dado em dias sendo calculado de acordo com a Equação 1.

$$MTBF = \frac{DIAS\ FUNC}{N^{\circ}\ PSM} \quad (1)$$

Onde:

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

2.2.1.2 MTR: *MEAN TIME TO REPAIR*

Do inglês MTR (*Mean Time To Repair*), ou Tempo Médio de Reparo como é conhecido no Brasil, representa a manutenibilidade, podendo englobar os seguintes tempos [24]:

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

O MTR representa a competência da equipe técnica e a logística de reposição de peças. Os problemas de logística podem ser causados por problemas internos administrativos ou pela dificuldade em conseguir peças (equipamentos EOL ou antigos). O MTR é medido em unidades de tempo [24].

O MTR permite estimar o tempo que o equipamento fica parado. No setor da BioEngenharia esse indicador é calculado pela Equação 2, sendo o resultado dado em dias. Pode-se observar que apesar de se utilizar o termo tempo médio de reparo, na realidade trata-se apenas tempo de reparo, pois não se leva em consideração na equação o número de PSMs para se fazer a média.

$$\text{MTR} = \Sigma (\text{Data Fechamento do PSM} - \text{Data Abertura do PSM}) \quad (2)$$

Onde:

- Σ : corresponde ao somatório dos dias que o equipamento ficou parado para manutenção durante o período analisado.

2.2.1.3 DISP: Disponibilidade

Muitas formas podem ser utilizadas para se medir a disponibilidade, dependendo dos motivos de parado do equipamento e também das características de operação dos mesmos. Em seu trabalho, [25] relata que pode-se incluir ou não os tempos relativos às manutenções corretivas e preventivas. Segundo [26], pode-se utilizar a disponibilidade como indicador do tempo de operação, excluindo-se a consequência da falha.

Para calcular este indicador foram utilizadas duas equações distintas apresentadas nas Seções 2.2.1.3.1 e 2.2.1.3.2. O intuito da utilização destas duas equações, foi para discutir se há grande discrepância nos resultados obtidos.

Este índice representa o percentual de tempo que o equipamento ficou à disposição da operação para desempenhar suas funções, ou seja, o tempo que o equipamento ficou disponível para utilização dos usuários, como mostrado na Figura 1 [24].

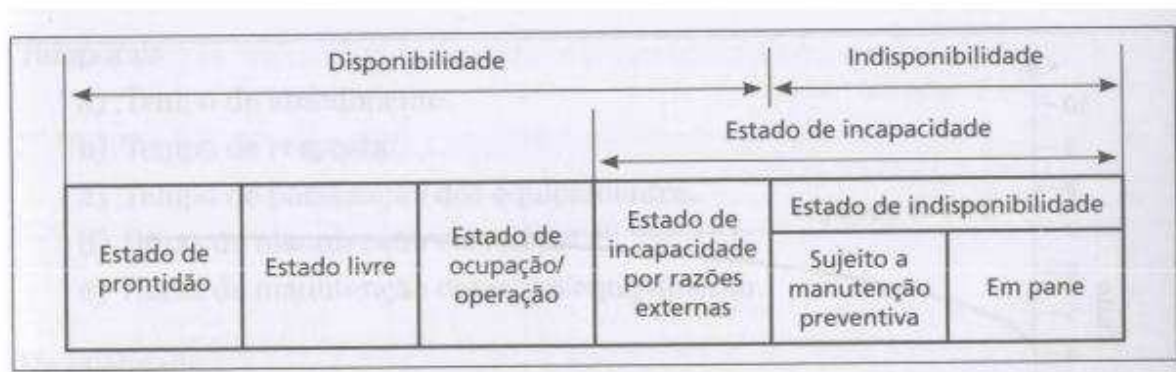


Figura 1 - Estados possíveis de um equipamento (Fonte: [24]).

2.2.1.3.1 DISP 1: Disponibilidade 1

De acordo com a OEE (Efetividade Global do Equipamento) o cálculo da disponibilidade é feita da seguinte forma [27]:

Disponibilidade (%) = $\frac{[(\text{Tempo útil de trabalho} - \text{Tempo de paragens não programadas}) / \text{Tempo útil de trabalho}] \times 100}{1}$

Assim, uma forma de calcular o indicador disponibilidade é dado pela Equação 3:

$$DISP 1 = \frac{DIAS\ FUNC - MTR}{DIAS\ FUNC} * 100\% \quad (3)$$

Onde:

- DISP: Disponibilidade.
- DIAS FUNC: corresponde ao número de dias que o equipamento está funcionando.

MTR: é o Tempo Médio de Reparo. Refere-se ao tempo de indisponibilidade do equipamento dado pela Equação 2.

2.2.1.3.2 DISP 2: Disponibilidade 2

Outra forma de calcular a disponibilidade é por meio da Equação 4 [26]. Percebe-se que, atuando sobre o MTTR, e o MTBF, o Engenheiro Clínico pode aumentar a disponibilidade do equipamento. Assim, deve-se maximizar o MTBF e minimizar o MTTR, o que tornará o numerador e o denominador parecidos e em consequência fazer com que a razão tenda para a unidade.

$$DISP 2 = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF} * 100\% \quad (4)$$

Onde:

- MTBF: é o tempo médio entre falhas do equipamento;
- MTTR: é o tempo médio de reparo, que é o tempo médio necessário para reparar o equipamento (MTR dividido pelo número de PSMs).

2.2.1.4 Número de PSM

Corresponde ao somatório de todos os Pedidos de Serviço e Manutenção (PSMs) para o equipamento analisado. Com o número de PSM têm-se o controle de todas manutenções que o aparelho teve desde sua aquisição até a data do cálculo do indicador. A partir desse dado o gestor consegue estimar a qualidade do equipamento, a qualificação da equipe operacional e até mesmo a qualidade das manutenções.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item serão evidenciados os dados dos monitores multiparâmetros obtidos no banco de dados SisBiE do setor de BioEngenharia do HCU-UFU e o cálculo dos indicadores, feitos a partir das Equações 1, 2, 3 e 4.

Foram encontrados na base de dados 490 Monitores Multiparâmetros, os quais 328 encontravam-se ativos e 160 estão inativos.

Foram encontradas dez marcas distintas de monitores multiparâmetros nomeadas de A à J. Sendo que a variação de seus modelos foi dada pela marca mais a numeração de 1 até o número de modelos. Por exemplo, marca A têm 3 modelos de monitores multiparâmetros, os modelos A1, A2 e A3.

A Tabela 2, presente no APÊNDICE A, mostra a relação de marcas e modelos, o total de equipamentos, o número de equipamentos inativos, e o número de PSMs em aberto.

Os APÊNDICES B ao L trazem as tabelas que mostram os dados de cada marca e os indicadores calculados. Nestas tabelas o expoente “1” no número do PSM indica que o PSM está em aberto e o expoente “2” no número do PSM indica que o equipamento está inativo.

Podem-se observar, de acordo com o APÊNDICE B, que 24 (12,83%) monitores da marca A não possuem nenhum PSM registrado no sistema, 17 (9,09%) monitores estão com o PSMs em aberto e portanto não tiveram os respectivos indicadores calculados e, 13 equipamentos inativos (6,95%), com tempo médio de uso de 1684,93 dias (4,61 anos).

Os equipamentos 1 e 2 possuem o maior número de dias de funcionamento, sendo que o equipamento 1 possui apenas 1 PSM e o equipamento dois não possui nenhum PSM.

O equipamento 87 possui o maior número de PSMs. O equipamento número 105 possui 7 PSMs e MTR de 56 dias e o equipamento 66 que possui a mesma quantidade de PSMs tem um MTR de 544 dias. Assim, o resultado desses indicadores indicam a necessidade de uma pesquisa mais aprofundada a ser realizada pelo Engenheiro Clínico para identificação do que levou a essas elevadas diferenças.

Outro aspecto a ser analisado é sobre os equipamentos inativos. Por exemplo, qual foi o parâmetro utilizado para inativar estes monitores? O equipamento 171 também merece atenção por ter funcionado durante 4,27 anos, não possuir nenhum PSM e ter sido inativado.

A marca B tem 1 modelo de monitor multiparâmetro. A Tabela 3, APÊNDICE C, apresenta os dados, sendo 7 equipamentos da marca B, todos inativos.

Observa-se na Tabela 3, que a média de funcionamento dos equipamentos desta marca foi de 9,5 anos, apresentou poucos PSMs e MTRs baixos. Assim, aparentemente eram bons equipamentos.

A marca C têm 5 modelos de monitor multiparâmetro, o C1, C2, C3, C4 e C5, sendo um total de 15 equipamentos dessa marca como mostra a Tabela 4, APÊNDICE D. Todos equipamentos dos modelos C1, C2, C3 e C4 estão inativos e 1 equipamento do modelo C5 também está. Os equipamentos inativos da marca C resultam 86,66% do total e tempo de funcionamento médio de 7230,84 dias (19,81 anos). Observa-se que são equipamentos com baixo número de PSMs e MTRs.

Nesta marca de monitor pode observar, de acordo com a Tabela 4, que os equipamentos 207 e 209, possuem o tempo de funcionamento mais elevado e não foram inativados. Cabe ao Engenheiro Clínico uma avaliação mais minuciosa para entender se é devido por exemplo a quase não serem utilizados e têm baixa manutenção, ou se realmente são bons equipamentos.

A marca D tem 1 modelo de monitor multiparâmetro, o D1, sendo 9 equipamentos no total dessa marca, deste total 2 (22,22%) estão inativos e 4 (44,44%) estão com PSMs em aberto, conforme apresentado na Tabela 5. Os equipamentos números 215, 217 e 218, que são os monitores ativos da marca D, possuem MTRs muito elevados. Ao equipamento número 218 deve ser dada uma atenção maior para se buscar o(s) motivo(s) que o levaram a possuir apenas dois PSMs e um MTR 614, portanto muito elevado.

A marca E têm 5 modelos de monitores multiparâmetros, E1, E2, E3, E4 e E5. A Tabela 6 (APÊNDICE F) mostra os dados totalizando 182 equipamentos. Deste total, 40 (21,97%) equipamentos estão inativos. O E1 possui 10 equipamentos, destes 8 estão inativos. O modelo E2 possui 73 equipamentos, 14 possui PSMs em aberto. O modelo E3 possui 94 equipamentos, destes 31 estão inativos e 3 possuem PSM's em aberto. O modelo E4 possui 1 equipamento e inativo. O modelo E5 possui 4 equipamentos.

Para a marca E outras questões interessantes podem ser observadas, por exemplo, porque o equipamento número 276 possui quatro PSMs e MTR de 885 dias, enquanto o equipamento número 285 que é do mesmo modelo que o 276, possui 24 PSMs e um MTR de 55 dias.

A marca F tem 3 equipamentos de um único modelo de monitor multiparâmetro, F1, Deste total, 1 equipamento está com PSM em aberto, como mostra a Tabela 7 (APÊNDICE G). Nesta marca de monitor pode-se observar que os equipamentos ativos possuem menos de um ano de funcionamento, 149 dias, apresentando 1 PSM cada, com o valor de MTR alto.

A marca G tem 4 modelos de monitor multiparâmetro, G1, G2, G3 e G4, sendo 9 equipamentos no total e todos eles inativos. A Tabela 8 (APÊNDICE H) mostra os dados. Nesta marca de monitor, pode-se observar que o tempo médio de funcionamento dos monitores foi de 5142,77 dias (14 anos) e nenhum PSM registrado. Assim, visto os ótimos valores de indicadores dessa marca, é importante um aprofundamento do estudo para entender se esses indicadores se devem realmente à qualidade da marca e, assim, fazer o possível, dentro das limitações do processo de licitação para órgãos públicos e caso essa marca ainda seja comercializada, para adquirir novos equipamentos dessa marca. A mesma observação pode ser feita em relação aos equipamentos da marca H, apresentada na Tabela 9.

A marca H tem 1 modelo de monitor multiparâmetro, H1, sendo 77 equipamentos no total, todos estão inativos. A Tabela 9 presente no APÊNDICE I, mostra os dados. Nesta marca de monitor, do mesmo modo que as marcas G, I e J, não tiveram nenhum PSM registrado. O tempo médio de funcionamento dos monitores da marca H foi de 4095,53 dias, que equivale a 11,22 anos.

A marca I tem 1 modelo de monitor multiparâmetro, I1, sendo 1 equipamento no total. A Tabela 10, contida no APÊNDICE J, mostra os dados. O tempo médio de funcionamento desse equipamento foi de 20, 24 anos (7390 dias).

A marca J tem 1 modelo de monitor multiparâmetro, J1, sendo 1 equipamento no total. A Tabela 11, APÊNDICE L, mostra os dados. Nota-se que é o equipamento com menor tempo de funcionamento, apenas 336 dias, ou seja, menos que 1 ano.

Uma questão a ser investigada seria se os monitores das marcas I e J são menos usados que os monitores da marca F, visto que os equipamentos da marca F possuem menos tempo de funcionamento em relação aos da marca I e J e já possui PSM.

Ressalta-se que os monitores que possuem PSMs em aberto foram segregados das análises dos indicadores, pois não é possível avaliá-los sem a data de fechamento do PSM.

Os Gráficos 1 ao 25 mostram os indicadores dos monitores multiparâmetros do HCU-UFU. Primeiramente foi feita uma comparação dos indicadores entre os modelos de cada marca, para aqueles que tinham mais de um, por meio de média aritmética. Para isso foi calculado o somatório do número de PSM para cada modelo da marca, o somatório do MTBF, do MTR e da disponibilidade (1 e 2) e dividido pela quantidade de equipamentos de cada modelo. Isto foi necessário, visto que a quantidade de equipamentos de cada modelo é diferente. Essa estimativa por aparelho deve ser realizada para traduzir um retrato fidedigno dos indicadores de manutenção.

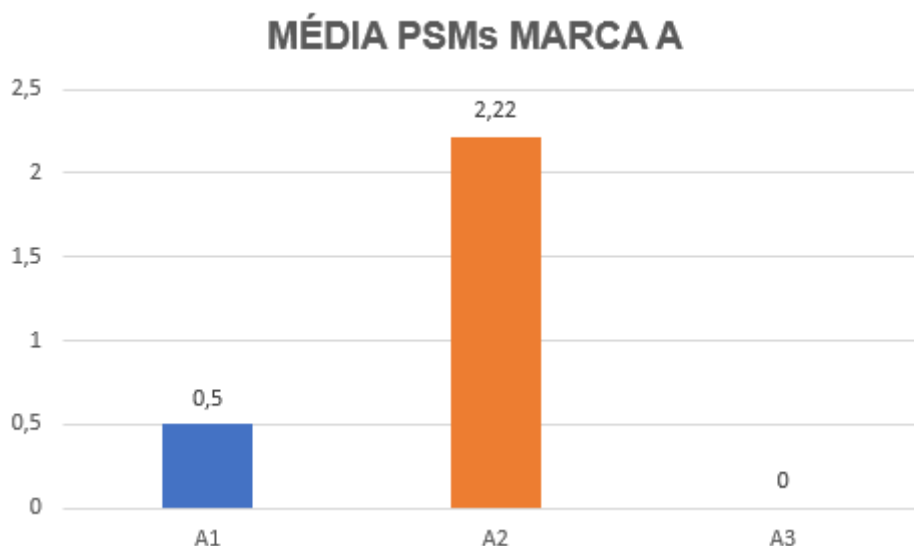
Para finalizar foi feita uma comparação geral entre as marcas. Essa comparação também foi feita por meio da média aritmética dos indicadores por marca.

Foram excluídos dessa discussão, aqueles equipamentos que estavam com PSM em aberto, visto que é necessário o encerramento do PSM para calcular os indicadores em questão.

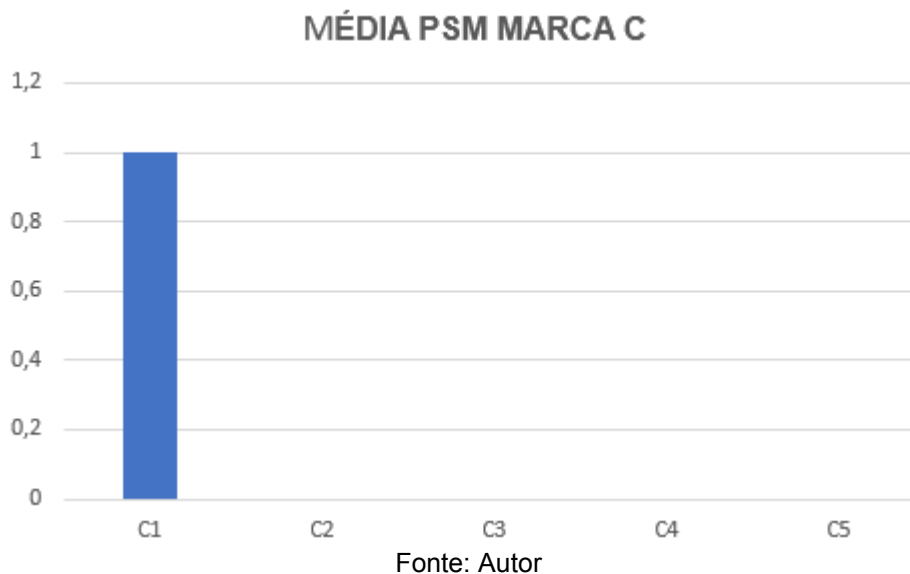
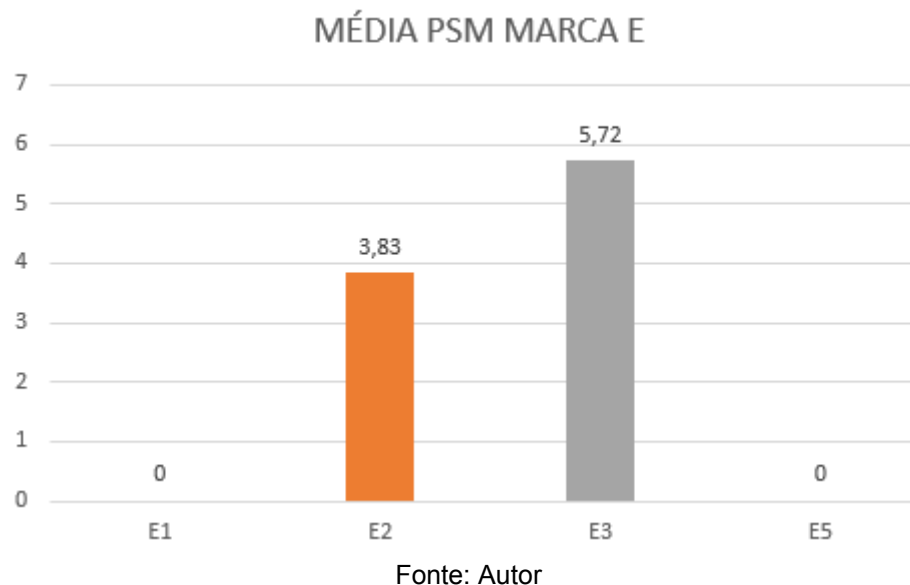
Os Gráficos 1, 2, 3 mostram a média do número de PSMs por modelo da marca A, C e E respectivamente. A marca G apesar de possui mais de um modelo, não possui nenhum PSM. As demais marcas possuem apenas um modelo.

Nota-se que o modelo A2 teve mais PSMs, média de 2,22. A marca C, apenas o modelo C1 possui média de 1 PSM, os demais modelos desta marca, C2, C3, C4 e C5, não possuem PSMs registrados. Para a marca E, observa-se que o modelo E3 teve em média mais PSM's (5,72 PSMs) em compensação o modelo E1 e E5 não tiveram PSMs registrados. Esse indicador, contém as informações necessárias para o gestor analisar e executar um plano de ação, com o intuito de reduzi-lo ao máximo possível, trazendo impactos diretamente nos custos dos serviços. As causas do registro de um PSM, fornece ao gestor dados qualitativos para fazer um estudo de campo, como por exemplo, se o motivo foi por falta de conhecimento do operador do equipamento, ou se o equipamento que teve mais manutenções é mais utilizado. A partir dessa verificação, o gestor terá suporte para tomar uma decisão preventiva como, treinar os operadores do equipamento, ou fazer um rodízio de uso entre os modelos.

Gráfico 1 - Média do Número de PSMs da marca A



Fonte: Autor

Gráfico 2 - Média do Número de PSMs da marca C**Gráfico 3 - Média do Número de PSMs da marca E**

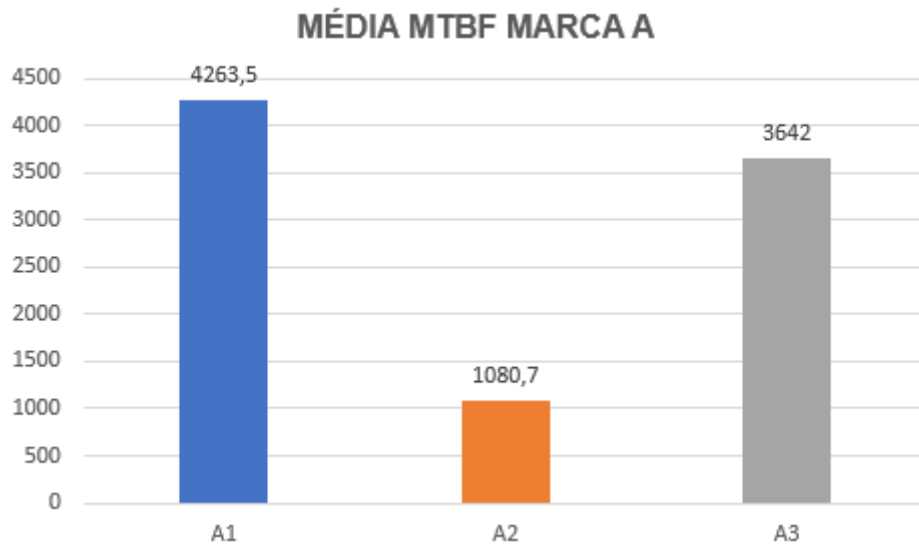
Os Gráficos 4, 5, 6 e 7, mostram a média do Tempo Médio Entre Falhas por modelo da marca A, C, E e G, respectivamente.

A interpretação do indicador MTBF, possibilita o gestor aumentar o faturamento do EAS, reduzir os custos e garante uma maior qualidade no serviço prestado. O MTBF engloba desde o momento em que a falha foi registrada até quando o equipamento volta as atividades. Logo, quanto maior o MTBF, consequentemente, maior a confiabilidade do equipamento. O MTBF elevado pode ser ocasionado, como por exemplo, por manutenção mal executada ou equipamento de baixa qualidade.

No Gráfico 4, nota-se que a média do MTBF para o modelo A1 indica que ele é melhor que os demais, porque possui valores altos, média de 4263,5 dias de MTBF. Entretanto o modelo A2 é o que possui o valor mais baixo, média de 1080,7 dias. O Gráfico 6, representa os modelos da marca C. Percebe-se que de acordo com a média do MTBF, o modelo C5 é o melhor, com média de MTBF de 11615 dias.

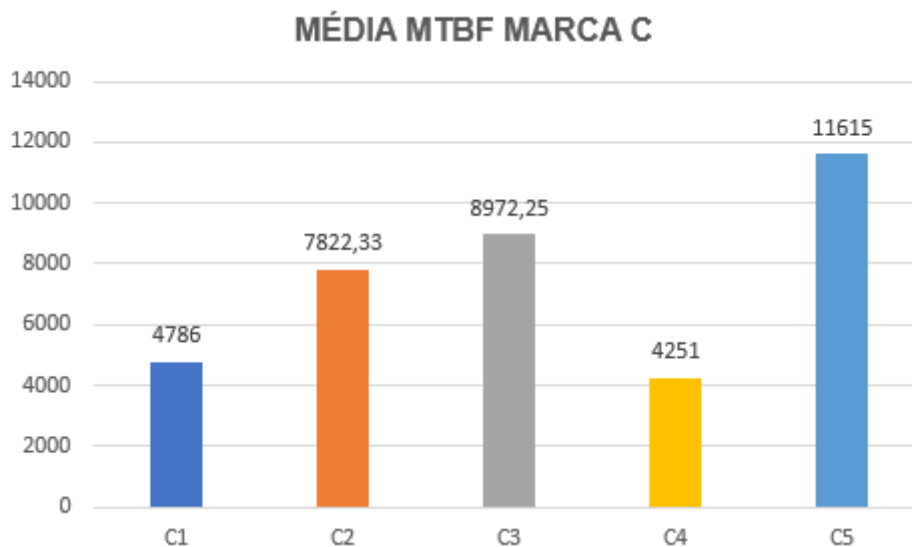
O Gráfico 6, representa os modelos da marca E. Conclui-se que o modelo E5, analisando-se somente a média do MTBF, é pior que os demais porque tem valor médio baixo (MTBF de 155 dias), já o modelo E1 possui percentual maior, portanto é melhor (MTBF de 4321 dias). No Gráfico 7, nota-se que o modelo G1 é melhor que os demais, pois possui média de MTBF de 5086 dias.

Gráfico 4 - Média do MTBF da marca A



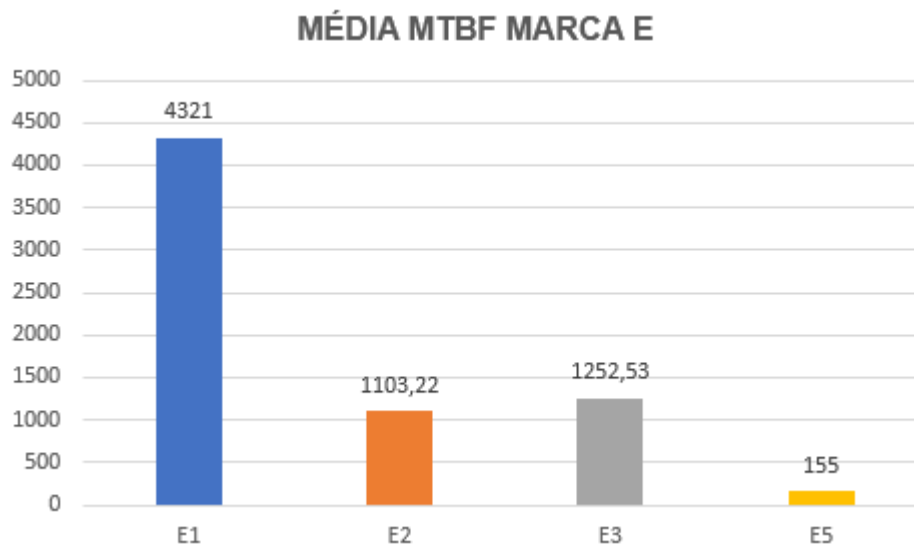
Fonte: Autor

Gráfico 5 - Média do MTBF da marca C



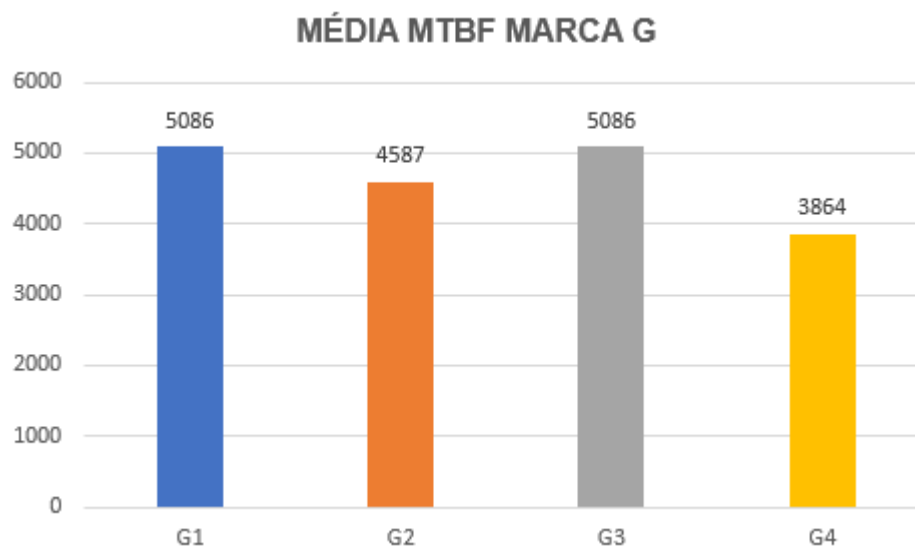
Fonte: Autor

Gráfico 6 - Média do MTBF da marca E



Fonte: Autor

Gráfico 7 - Média do MTBF da marca G

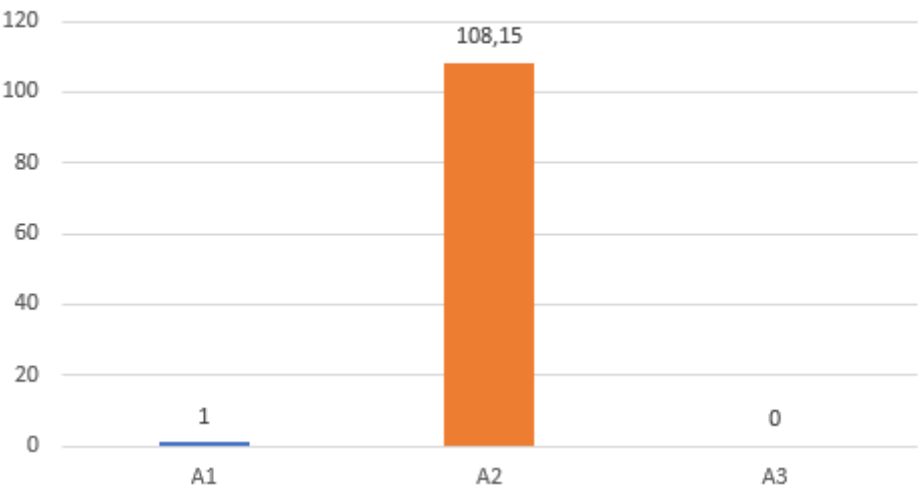


Fonte: Autor

Os Gráficos 8, 9 e 10, mostram a média do Tempo Médio de Reparo por modelo da marca A, C e E, respectivamente. Esse indicador, representa a manutenibilidade, ou seja, a eficiência na ação corretiva.

O MTR mostrado no Gráfico 9, permite concluir que o modelo A2 ficou mais tempo parado que os outros modelos, média de 108,15 dias. No Gráfico 9, observa-se que o modelo C1 apresentou média de MTR de 1 dia e os demais modelos, C2, C3, C4 e C5, não ficaram nenhum dia parados. Já no Gráfico 10, nota-se que o modelo E2 ficou mais tempo parado que os demais, média de 208,17 dias, em contrapartida os modelos E1 e E3 ficaram nenhum dias parados. Ressalta-se que nenhum dos modelos da marca D ficou parado.

Gráfico 8 - Média do MTR da marca A
MÉDIA MTR MARCA A



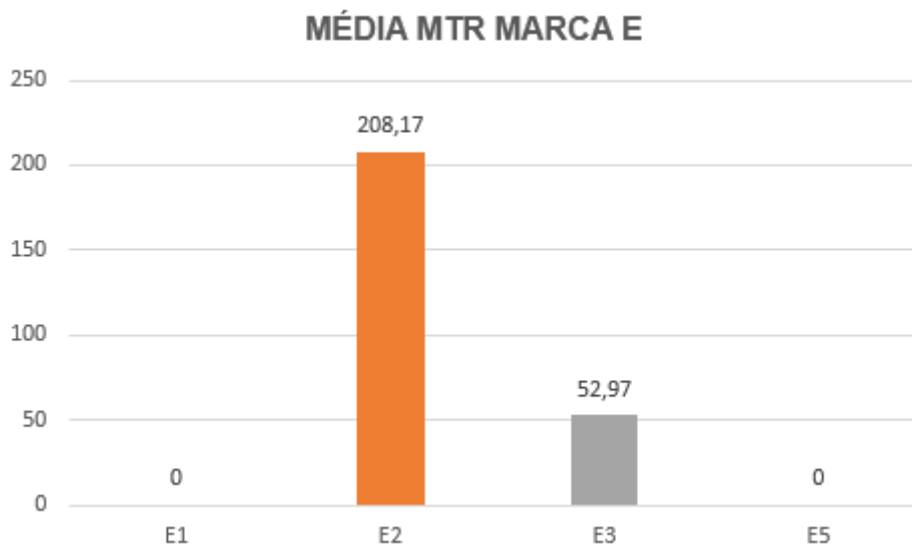
Fonte: Autor

Gráfico 9 - Média do MTR da marca C
MÉDIA MTR MARCA C



Fonte: Autor

Gráfico 10 - Média do MTR da marca E

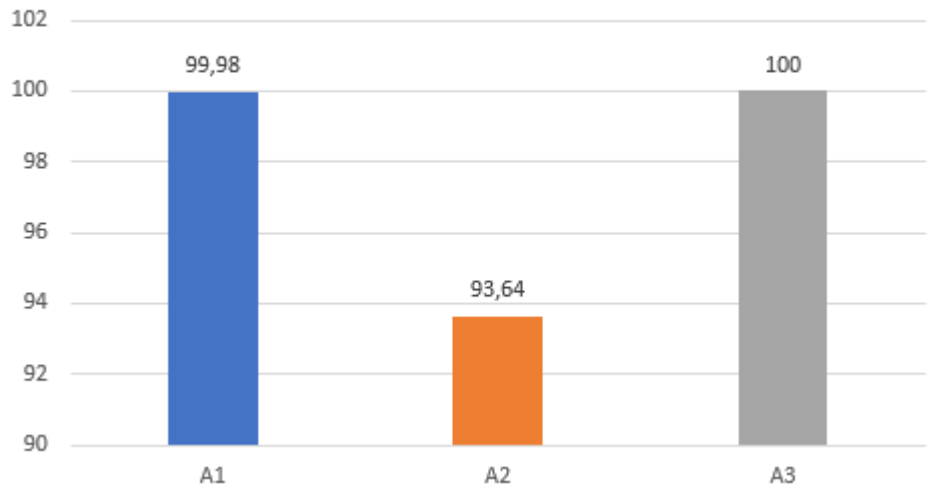


Fonte: Autor

Os Gráficos 11, 12, 13 e 14, mostram o percentual do tempo médio que cada modelo das marcas A, C, E e G, ficaram disponíveis para desempenhar suas funções, ou seja, o tempo que os equipamentos ficaram disponíveis para utilização dos usuários. Para obter os resultados dos gráficos 11 ao 14, foi utilizado o método 1 de análise de disponibilidade, e os resultados dos gráficos 15 ao 18, foram obtidos por meio do método 2 de análise de disponibilidade. Pode-se observar que não houve diferença significativa na disponibilidade para os modelos dentro de cada marca analisada, todos modelos ficaram disponíveis acima de 90% do tempo de funcionamento.

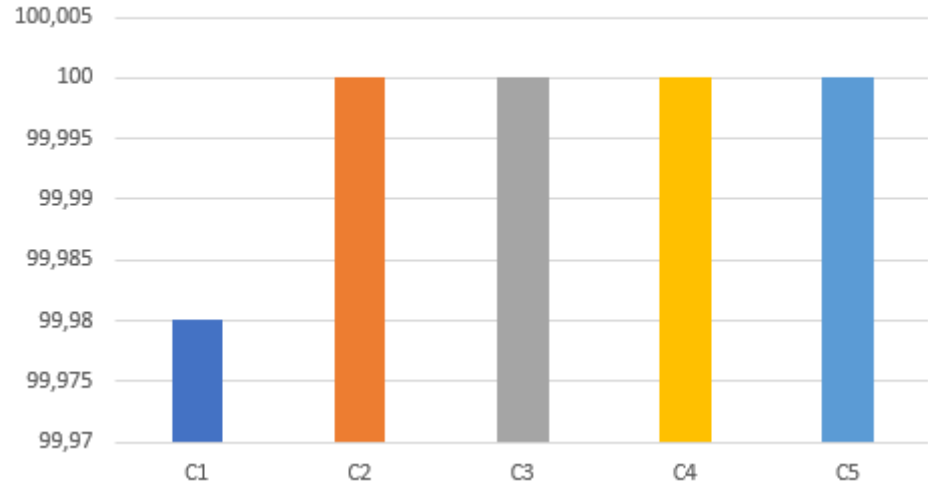
O Gráfico 11, mostra que o modelo A3 apresentou 100% de disponibilidade. No Gráfico 12, observa-se que os modelos C2, C3, C4 e C4 ficaram igualmente disponíveis (DISP 100%). O Gráfico 13, apresenta que os modelos E1 e E5, ficaram 100% disponíveis, enquanto que o modelo E2, ficou em média 91,74% disponível. Embora o E2 tenha apresentado a menor disponibilidade em média dentre todos os modelos da marca E, ainda assim, foi um tempo de disponibilidade bom. No Gráfico 14, mostra a disponibilidade da marca G. Todos os modelos da marca G, ficaram 100 % disponíveis.

Gráfico 11 - Média de disponibilidade 1 da marca A
MÉDIA DISPONIBILIDADE 1 MARCA A



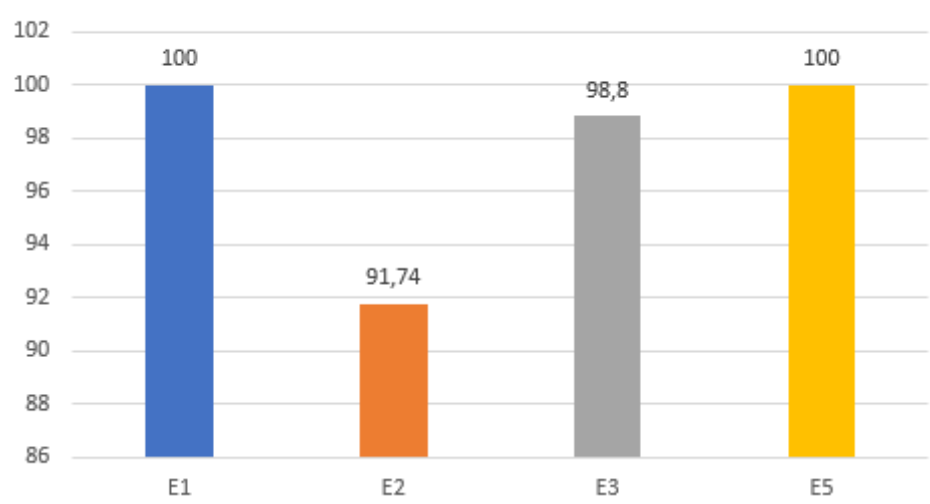
Fonte: Autor

Gráfico 12 - Média de disponibilidade 1 da marca C
MÉDIA DISPONIBILIDADE 1 MARCA C



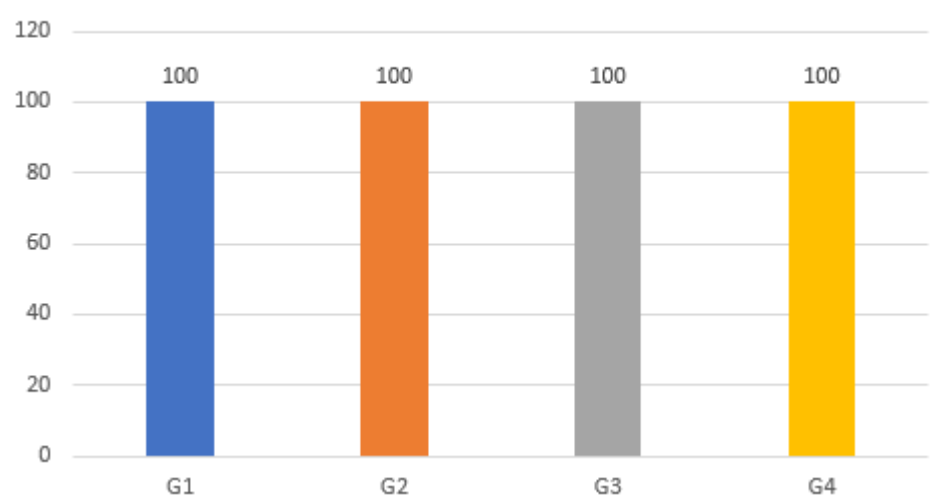
Fonte: Autor

Gráfico 13 - Média de disponibilidade 1 da marca E
MÉDIA DISPONIBILIDADE 1 MARCA E



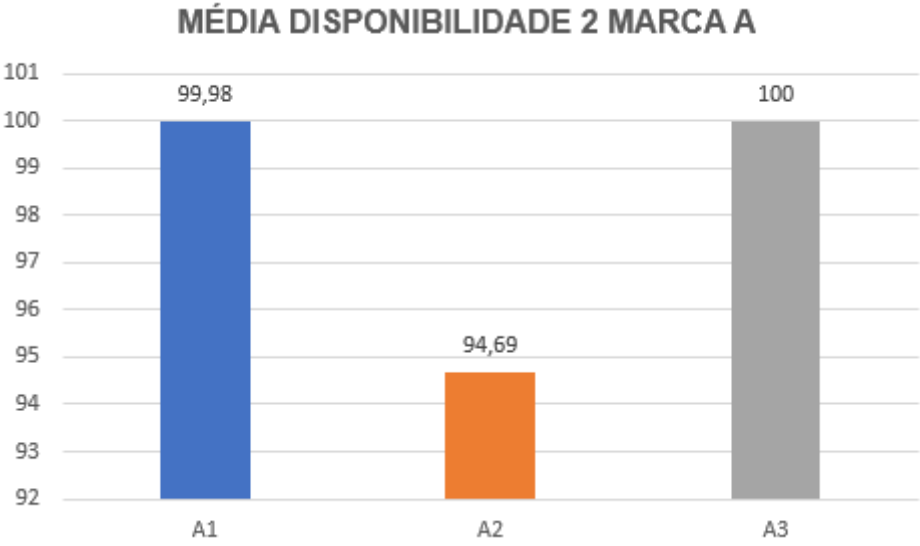
Fonte: Autor

Gráfico 14 - Média de disponibilidade 1 da marca G
MÉDIA DISPONIBILIDADE 1 MARCA G



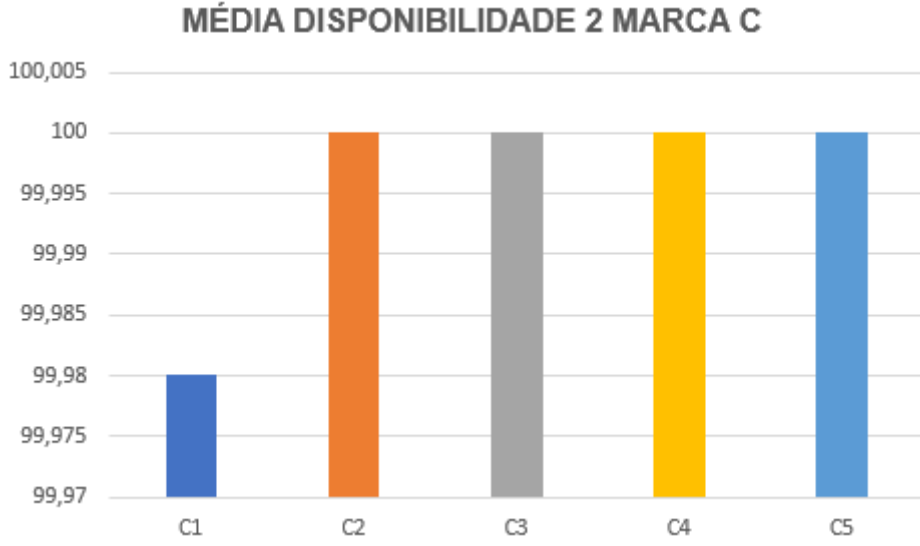
Fonte: Autor

Gráfico 15 - Média de disponibilidade 2 da marca A



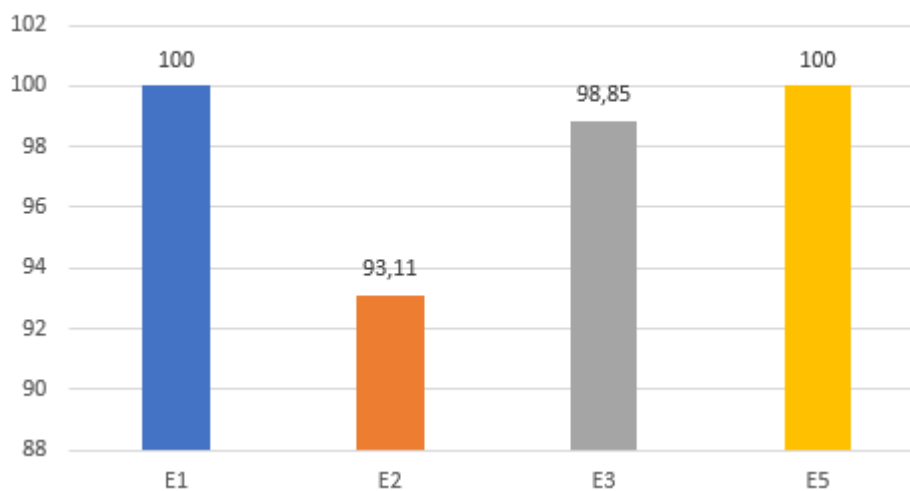
Fonte: Autor

Gráfico 16 - Média de disponibilidade 2 da marca C



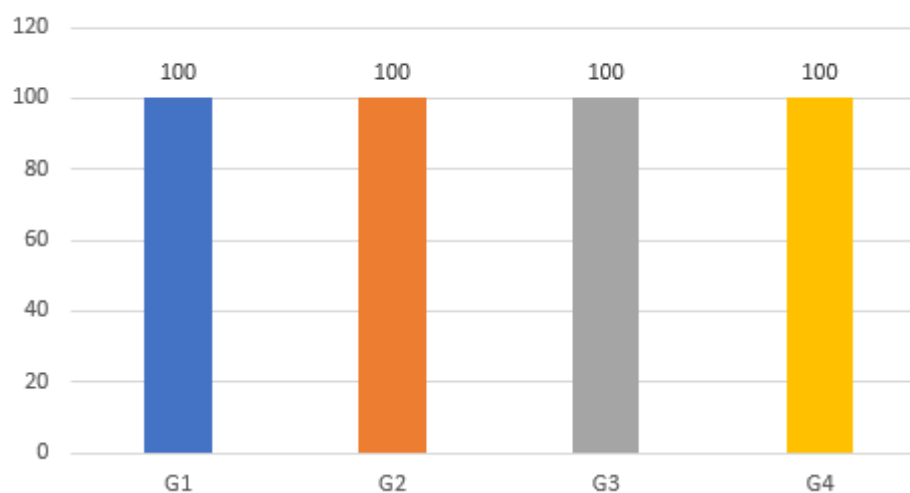
Fonte: Autor

Gráfico 17 - Média de disponibilidade 2 da marca E
MÉDIA DISPONIBILIDADE 2 MARCA E



Fonte: Autor

Gráfico 18 - Média de disponibilidade 2 da marca E
MÉDIA DISPONIBILIDADE 2 MARCA G

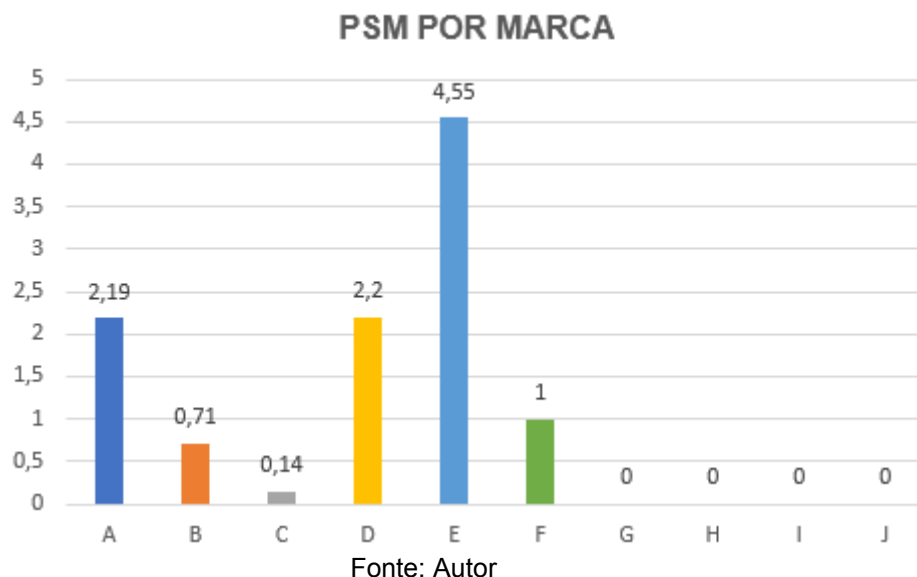


Fonte: Autor

Os Gráficos 19 ao 23, mostram a comparação dos indicadores por marca. O Gráfico 19 apresenta a média de PSMs realizados nos últimos 3 anos para as 10 marcas distintas de monitores multiparâmetros. A marca que mais teve PSMs foi a E representando média 4,55 PSMs. As marcas G, H, I e J, não tiveram nenhum PSM registrado. Sugere-se que o gestor analise esse indicador juntamente com as causas dos registros dos PSMs, observando assim o porque dessa diferença significativa entre as marcas G, H, I e J para a marca E por exemplo. Caso o gestor certifique como por exemplo, que a elevada média de PSMs de um equipamento

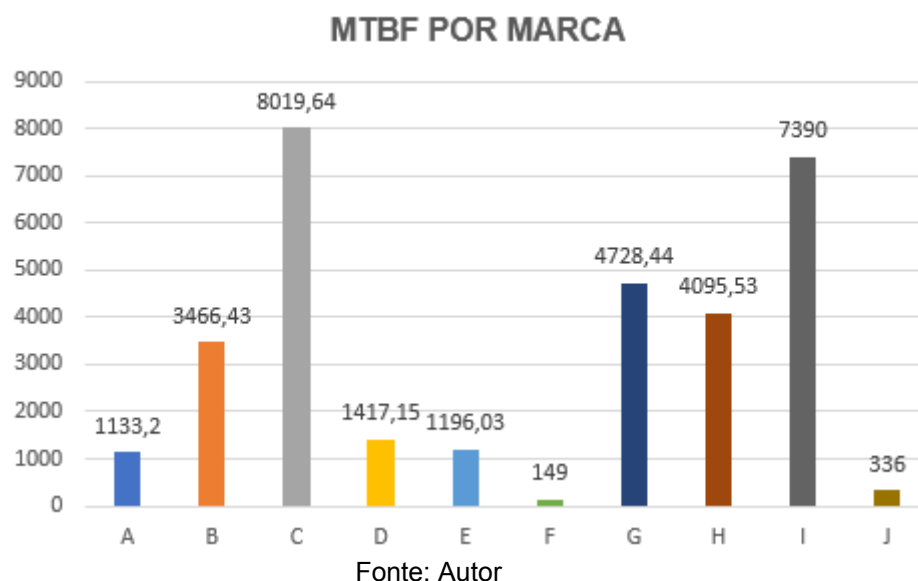
esteja relacionado à baixa qualidade do mesmo, essa análise servirá de parâmetro para não adquirir mais monitores de determinada marca.

Gráfico 19 - Quantidade de PSMs das 10 marcas de Monitores Multiparâmetros

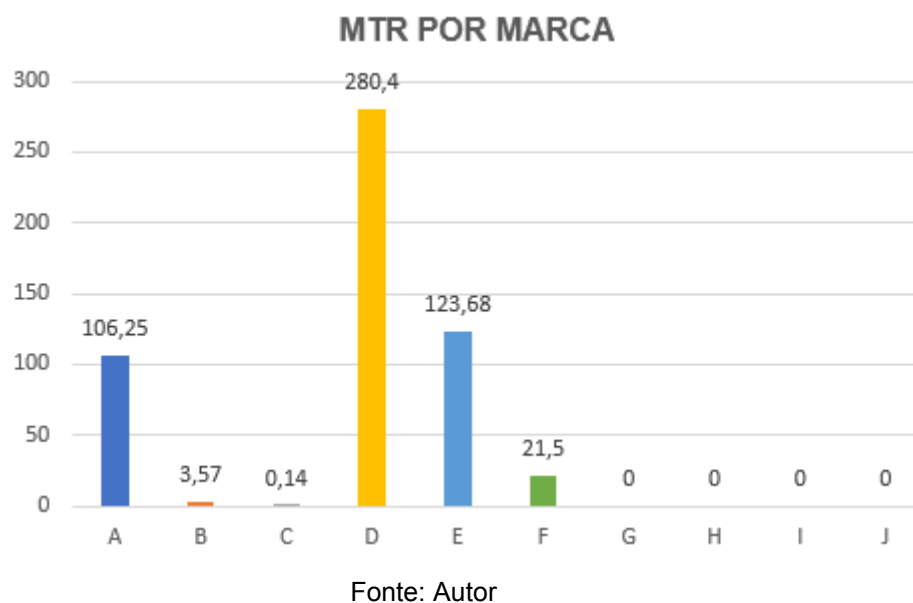


O Gráfico 20 apresenta a média de MTBF realizado nos últimos 4 anos para as 10 marcas distintas de monitores multiparâmetros. Esse indicador representa a confiabilidade da marca, quanto maior o tempo para falhar, melhor é a marca.

Com base nisso conclui-se que a marca C e I, aparentemente são melhores que as demais, pois têm um MTBF bem superior. Enquanto as marcas F e J, apresentam os piores valores neste indicador.

Gráfico 20 - MTBF para as 10 marcas de Monitores Multiparâmetros

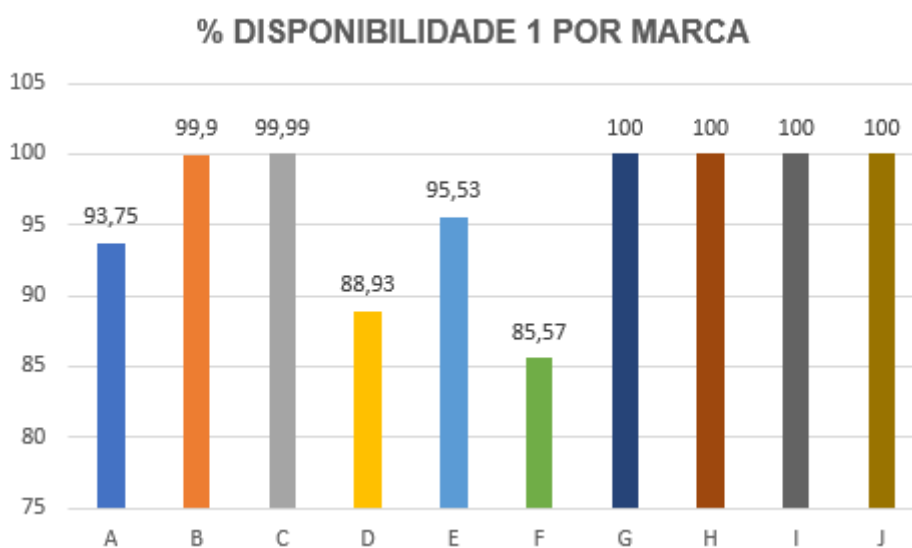
O Gráfico 21 apresenta o percentual MTR realizado nos últimos 4 anos para as 10 marcas distintas de monitores multiparâmetros. O MTR mostrado no Gráfico 21, permite concluir que a marca D e E por exemplo ficaram muito tempo paradas no reparo, ou seja, tiveram baixo desempenho de suas funções, em contrapartida as marcas G, H, I e J ficaram quase todos os dias desde a data de aquisição, desempenhando suas funções. Assim sendo, cabe ao gestor estudar as causas dessas diferenças significativas do indicador, como por exemplo, se o motivo é ineficiência da equipe técnica, problemas relacionados a reposição de peças, ou ainda, analisar se o baixo índice se deve à pouca utilização do equipamento de determinada marca.

Gráfico 21 - MTR para as 10 marcas de Monitores Multiparâmetros

O Gráfico 22 e 23 apresentam o percentual do tempo que os equipamentos das 10 marcas de monitores multiparâmetros ficaram disponíveis nos últimos 4 anos. Nota-se que todas as marcas ficaram relativamente disponíveis iguais no período analisado, exceto a marca F, que ficou disponível 85,57% do tempo de funcionamento calculado pela DISP 1 e 87,4%, pela DISP 2.

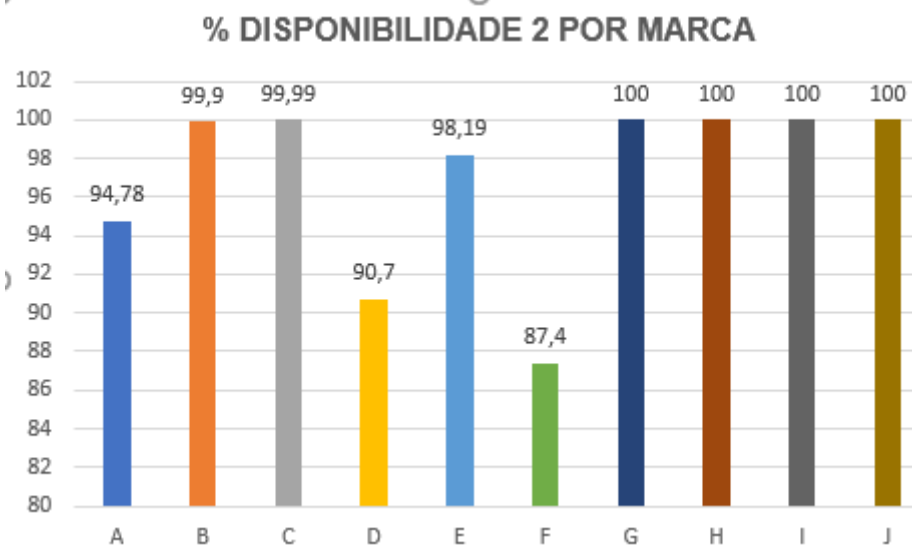
Por meio dos cálculos realizados para DISP 1 e DISP 2 nota-se que os resultados são semelhantes, assim é importante salientar que a escolha de qual equação usar é uma opção do gestor da Engenharia Clínica, porém deve-se realizar o acompanhamento do indicador e usar os resultados para melhorar a gestão dos equipamentos cada vez mais.

Gráfico 22 - Percentual de disponibilidade 1 para as 10 marcas de Monitores Multiparâmetros



Fonte: Autor

Gráfico 23 - Percentual de Disponibilidade 2 para as 10 marcas de Monitores Multiparâmetros



Fonte: Autor

3.CONCLUSÕES

A disponibilidade e o bom funcionamento dos monitores multiparâmetros analisados é importante para o EAS, uma vez que são equipamentos de suporte à vida. Sendo assim o bom funcionamento de tais equipamentos torna-se essencial para a qualidade do serviço de um hospital de grande porte como o HCU-UFU.

Neste trabalho foram analisados 1281 PSMs de monitores multiparâmetros e 137 monitores sem nenhum PSM registrado, para que fossem calculados os indicadores nº de PSM, MTBF, MTR e DISP. Os monitores que possuem PSMs em aberto foram segregados das análises dos indicadores, pois não é possível avaliá-los sem a data de fechamento do PSM. Este trabalho identificou e mensurou os principais indicadores de manutenção que refletem na confiabilidade, manutenabilidade e disponibilidade, dos monitores multiparâmetros aqui analisados.

Ao realizar a análise desses equipamentos, verificou-se que os monitores multiparâmetros das marcas A, D e F são os que apresentaram os piores indicadores. Já as marcas G, H, I e J apresentaram os melhores indicadores.

Porém, estes indicadores para retratar toda a realidade envolvida de forma fidedigna, devem ser analisados juntamente com outros fatores qualitativos, como por exemplo, rotina de treinamentos, quantidade de peças em estoque, qualificação da equipe técnica de manutenção, erros na inserção dos dados no sistema e outros.

Percebe-se por meio desse estudo, a importância da existência do softwares de gestão de manutenção, bem como a existência de indicadores inseridos nos mesmos para facilitar o processo de gestão da Engenharia Clínica. Porém, sabe-se que os indicadores por si só não representam todo o contexto dos acontecimentos.

4.REFERÊNCIAS

- [1] Sinais Vitais. Disponível em: <<http://aenfermagem.com.br/procedimentos/sinais-vitais/>> . Acesso em 03 de novembro de 2017.
- [2] SILVA, C. M. C. F. Normalização de equipamento médico, requisitos técnicos e metrológicos. Hospital Pedro Hispano Serviço de Instalações e Equipamentos, 2012.
- [3] MUHLEN, S. S. Certificação de qualidade em equipamentos médico-hospitalares no Brasil. Campinas, SP, 2001.
- [4] Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR IEC 60601-1: "Equipamento eletromédico. Parte 1 - Prescrições Gerais para Segurança". Rio de Janeiro, RJ, 1994, 149 p.
- [5] Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Série de normas NBR IEC 0601-2 "Requisitos particulares de segurança em Equipamento Eletromédico" Rio de Janeiro, RJ.
- [6] Ministério da Saúde. Programa de Ensaio de Conformidade em Equipamentos para a Saúde - PECES. Secretaria Nacional de Assistência à Saúde. Brasília, DF, 1991, 16p.
- [7] RESOLUÇÃO-RDC Nº 44, DE 17 DE AGOSTO DE 2009.
- [8] Regra Específica para a Certificação de Equipamentos. Eletromédicos NIE-DINQP 068, publicada pelo INMETRO em junho de 1998.
- [9] Indicadores: Orientações Básicas Aplicadas à Gestão Pública. Brasília, DF: Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão, 2012. 64 p. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/spi/PPA/2012/121003_orient_indic_triangular.pdf>. Acesso em 03 de novembro de 2017.
- [10] BORGES, I. P. C. Análise de indicadores de manutenção dos ventiladores pulmonares do HCU-UFU, 2014.
- [11] CAMARGO, E. Desenvolvimento de um Sistema de Alarme Inteligente para Equipamento de Monitorização Multiparamétrica de Pacientes, São Paulo: Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.
- [12] FONSECA, H. Monitorização de sinais vitais com uma consola de jogos portátil, Aveiro: Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro, 2008.
- [13] THIESEN, H. e STEMMER, M., "Módulo de Oximetria para uso em Monitor Multiparâmetro," Faculdade de Engenharia Elétrica da PUCRS. Disponível em: <www.feng.pucrs.br/~jorgef/disciplinas/tcc_ee/diversos/ModeloTCC_Oximetry_Henrique_Thiesen.doc>. Acesso em 03 de novembro de 2017.

- [14] E. Fortis e F. Nora, "Hipoxemia e Hipóxia Per-Operatória: Conceito, Diagnóstico, Mecanismos, Causas e Fluxograma de Atendimento," *Revista Bras Anestesiologia* 2000, pp.317 – 329. Disponível em: <<http://www.forhard.com.br/revista/detalhes.asp?id=1032>> Acesso em 03 de novembro de 2017.
- [15] Perfusion Line, "Boletim de Notícias: Sistemas de Monitorização – A Oximetria de Pulso," Disponível em: <<http://perflin.com/boletim/bol0404.shtml>>. Acesso em 03 de novembro de 2017.
- [16] HAAS, G. Desenvolvimento e Validação de um Sistema de Monitoração de Leitos Hospitalares, Porto Alegre: Dissertação apresentada á Faculdade de Engenharia da PUCRS, 2012.
- [17] CORRÊA, A. Confiabilidade metrológica no setor da saúde no Brasil, Rio de Janeiro: Dissertação apresentada à Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2001.
- [18] PEREIRA, R. Programa de monitorização para apoio a doentes domiciliados, Lisboa: Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2008.
- [19] RASERA, C. MENSURAÇÃO DA PRESSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO ARTERIAL E EXPIRADO EM LACTENTES E CRIANÇAS SOB VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA, Curitiba: Dissertação apresentada à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2010.
- [20] Infarmed, "Dispositivos Médicos," Disponível em: http://www.infarmed.pt/portal/page/portal/INFARMED/DISPOSITIVOS_MEDICOS. Acesso em 03 de novembro de 2017.
- [21] Indicadores: Orientações Básicas Aplicadas à Gestão Pública. Brasília, DF: Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão, 2012. 64 p. Acesso em 03 de novembro de 2017.
- [22] Indicadores: Orientações Básicas Aplicadas à Gestão Pública. Brasília, DF: Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão, 2012. 64 p. Acesso em 03 de novembro de 2017.
- [23] AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SERVIÇO DE ENGENHARIA CLÍNICA EM HOSPITAL PÚBLICO BRASILEIRO. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*.: Sbeb, v. 28, n. 4, dez. 2012.
- [24] SOUZA, Alexandre Ferreli et al. Gestão de manutenção em serviços de saúde. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2010. 183 p.
- [25] VAZ, J. C. Manutenção de Sistemas Produtivos: um estudo sobre a gestão da disponibilidade de equipamentos. 2003. 203p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

[26] SLACK, N. et. al. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 2002.

[27] CHIARADIA, A. J. P. Utilização do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos na Gestão e Melhoria Contínua dos Equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística. 2004. 133p. Dissertação. (Mestrado Profissionalizante em Engenharia – Escola de Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

APÊNDICE A

Tabela 2 - Relação dos monitores multiparâmetros.

MARCA	MODELO	TOTAL DE EQUIPAMENTOS	Nº DE EQUIPAMENTOS INATIVOS	Nº DE EQUIPAMENTOS COM PSMs EM ABERTO
A	A1	2	1	0
	A2	183	12	17
	A3	1	0	0
B	B1	7	7	0
C	C1	3	3	0
	C2	3	3	0
	C3	4	4	0
	C4	2	2	0
	C5	3	1	0
D	D1	9	2	2
E	E1	10	8	0
	E2	73	0	14
	E3	94	31	3
	E4	1	1	0
	E5	4	0	0
F	F1	3	1	0
G	G1	1	1	0
	G2	4	4	0
	G3	3	3	0
	G4	1	1	0
H	H1	77	77	0
I	I1	1	0	0
J	J1	1	0	0
TOTAL		490	162	36

APÊNDICE B

Tabela 3 - Monitor multiparâmetro da marca A.

(continua)

Nº EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC.	Nº PSM	MTBF (DIAS)	MTR (DIAS)	DISP 1 (%)	DISP 2 (%)
1	A1	5119	1	5119	2	99,96095	99,96095
2	A1	3408	0 ²	3408	0	100	100
3	A2	1725	1	1725	12	99,30435	99,30915
4	A2	1725	1	1725	520	69,85507	76,83742
5	A2	1725	1	1725	11	99,36232	99,36636
6	A2	1725	1	1725	14	99,18841	99,19494
7	A2	1725	1	1725	1	99,94203	99,94206
8	A2	1725	1	1725	1	99,94203	99,94206
9	A2	1725	1	1725	12	99,30435	99,30915
10	A2	1725	3	575	118	93,15942	93,5974
11	A2	1725	1	1725	1	99,94203	99,94206
12	A2	1725	3	575	6	99,65217	99,65338
13	A2	1725	2	862,5	3	99,82609	99,82639
14	A2	1725	1	1725	11	99,36232	99,36636
15	A2	1725	2	862,5	136	92,11594	92,6921
16	A2	1725	2	862,5	7	99,5942	99,59584
17	A2	1725	1	1725	0	100	100
18	A2	1725	2	862,5	102	94,08696	94,41708
19	A2	1725	2	862,5	35	97,97101	98,01136
20	A2	1725	2	862,5	6	99,65217	99,65338
21	A2	1725	2	862,5	94	94,55072	94,83233
22	A2	1725	2	862,5	300	82,6087	85,18519
23	A2	1726	1	1726	2	99,88413	99,88426
24	A2	1726	1	1726	3	99,82619	99,82649
25	A2	1726	1	1726	1	99,94206	99,9421
26	A2	1726	1	1726	33	98,08806	98,12393
27	A2	1726	2	863	4	99,76825	99,76879
28	A2	1726	2 ¹	863	-	-	-
29	A2	1726	3	575,3333	147	91,4832	92,15163
30	A2	1726	2	863	584	66,16454	74,71861
31	A2	1727	3	575,6667	24	98,61031	98,62935
32	A2	1726	3	575,3333	75	95,65469	95,83565
33	A2	1726	6	287,6667	19	98,89919	98,91117
34	A2	1726	2	863	225	86,96408	88,46745

Tabela 4 - Monitor multiparâmetro da marca A.

(continuação)

35	A2	1726	2 ¹	863	-	-	-
36	A2	1726	2 ¹	863	-	-	-
37	A2	1726	1	1726	53	96,92932	97,0208
38	A2	1726	1	1726	0	100	100
39	A2	1580	4 ²	395	517	67,27848	75,34573
40	A2	1726	4 ¹	431,5	-	-	-
41	A2	1726	2 ¹	863	-	-	-
42	A2	1726	5	345,2	290	83,19815	85,61508
43	A2	1726	4 ¹	431,5	-	-	-
44	A2	1726	1	1726	2	99,88413	99,88426
45	A2	1641	3 ²	547	24	98,53748	98,55856
46	A2	1234	4	308,5	74	94,00324	94,34251
47	A2	1726	3	575,3333	694	59,79143	71,32231
48	A2	1726	3	575,3333	68	96,06025	96,20959
49	A2	1726	1	1726	4	99,76825	99,76879
50	A2	1726	3	575,3333	124	92,81576	93,2973
51	A2	1726	2	863	145	91,59907	92,25013
52	A2	1563	5 ²	312,6	143	90,85093	91,61782
53	A2	1726	6 ¹	287,6667	-	-	-
54	A2	1726	4	431,5	160	90,73001	91,51644
55	A2	1726	1	1726	4	99,76825	99,76879
56	A2	1727	1	1727	159	90,79328	91,56946
57	A2	1726	2	863	9	99,47856	99,48127
58	A2	1726	8	215,75	199	88,47045	89,66234
59	A2	1726	4	431,5	395	77,11472	81,37671
60	A2	1726	5	345,2	516	70,10429	76,98483
61	A2	1726	5 ¹	345,2	-	-	-
62	A2	1726	3	575,3333	693	59,84936	71,3518
63	A2	1726	3	575,3333	309	82,09733	84,81572
64	A2	1726	5	345,2	548	68,25029	75,9015
65	A2	1355	6 ²	225,8333	199	85,31365	87,19434
66	A2	1475	7	210,7143	544	63,11864	73,05597
67	A2	1726	6	287,6667	314	81,80765	84,60784
68	A2	1726	5	345,2	238	86,21089	87,88187
69	A2	1726	5	345,2	84	95,13326	95,35912
70	A2	1702	5 ²	340,4	198	88,36663	89,57895
71	A2	1726	3	575,3333	299	82,67671	85,23457

Tabela 5 - Monitor multiparâmetro da marca A.

(continuação)

72	A2	1726	4 ¹	431,5	-	-	-
73	A2	1641	6 ²	273,5	159	90,31079	91,16667
74	A2	1726	5	345,2	163	90,5562	91,3711
75	A2	1726	3	575,3333	10	99,42063	99,42396
76	A2	1726	2	863	4	99,76825	99,76879
77	A2	1726	3	575,3333	60	96,52375	96,64054
78	A2	1726	3	575,3333	547	68,30823	75,93489
79	A2	1725	1	1725	348	79,82609	83,21274
80	A2	1726	1	1726	30	98,26188	98,29157
81	A2	1725	1	1725	50	97,10145	97,1831
82	A2	1726	1	1726	34	98,03013	98,06818
83	A2	1725	4	431,25	168	90,26087	91,1252
84	A2	1726	5	345,2	236	86,32677	87,97146
85	A2	1727	2 ¹	863,5	-	-	-
86	A2	1725	10 ¹	172,5	-	-	-
87	A2	1726	10	172,6	391	77,34647	81,53047
88	A2	1726	3	575,3333	500	71,03129	77,53819
89	A2	1726	3 ¹	575,3333	-	-	-
90	A2	1726	3	575,3333	136	92,12051	92,69603
91	A2	1726	4	431,5	170	90,15064	91,03376
92	A2	1726	5	345,2	181	89,51333	90,50865
93	A2	1727	2	863,5	98	94,32542	94,63014
94	A2	1458	4 ²	364,5	27	98,14815	98,18182
95	A2	1726	1	1726	40	97,6825	97,73499
96	A2	1725	4	431,25	109	93,68116	94,05671
97	A2	1725	2	862,5	27	98,43478	98,4589
98	A2	1725	6	287,5	14	99,18841	99,19494
99	A2	1725	4	431,25	219	87,30435	88,73457
100	A2	1725	3 ¹	575	-	-	-
101	A2	1725	1	1725	388	77,50725	81,63748
102	A2	1725	1	1725	3	99,82609	99,82639
103	A2	1725	2 ¹	862,5	-	-	-
104	A2	1725	1	1725	7	99,5942	99,59584
105	A2	1725	7	246,4286	56	96,75362	96,8557
106	A2	1592	1 ²	1592	3	99,81156	99,81191
107	A2	1725	3	575	5	99,71014	99,71098
108	A2	1725	1	1725	3	99,82609	99,82639

Tabela 6 - Monitor multiparâmetro da marca A.

(continuação)

109	A2	1725	1	1725	3	99,82609	99,82639
110	A2	1725	3	575	391	77,33333	81,52174
111	A2	1725	2	862,5	539	68,75362	76,19258
112	A2	1725	1	1725	131	92,4058	92,94181
113	A2	1725	3	575	9	99,47826	99,48097
114	A2	1725	1	1725	108	93,73913	94,10802
115	A2	1725	5	345	141	91,82609	92,44373
116	A2	1725	2	862,5	4	99,76812	99,76865
117	A2	1725	2	862,5	3	99,82609	99,82639
118	A2	1607	6 ²	267,8333	115	92,84381	93,32172
119	A2	1725	3	575	7	99,5942	99,59584
120	A2	1725	1	1725	108	93,73913	94,10802
121	A2	1725	2	862,5	10	99,42029	99,42363
122	A2	1725	3	575	622	63,94203	73,49808
123	A2	1725	2 ¹	862,5	-	-	-
124	A2	1556	4 ²	389	99	93,63753	94,01813
125	A2	1725	4	431,25	13	99,24638	99,25201
126	A2	1725	1	1725	139	91,94203	92,54292
127	A2	1725	1	1725	1	99,94203	99,94206
128	A2	1725	1	1725	70	95,94203	96,10028
129	A2	1725	2	862,5	65	96,23188	96,36872
130	A2	1725	3	575	7	99,5942	99,59584
131	A2	1725	2	862,5	2	99,88406	99,88419
132	A2	1725	2	862,5	89	94,84058	95,09372
133	A2	1725	2	862,5	39	97,73913	97,78912
134	A2	1725	3	575	163	90,55072	91,36653
135	A2	1725	2	862,5	603	65,04348	74,09794
136	A2	1725	2	862,5	2	99,88406	99,88419
137	A2	1725	1	1725	1	99,94203	99,94206
138	A2	1725	2	862,5	17	99,01449	99,02411
139	A2	1725	2	862,5	144	91,65217	92,29535
140	A2	1725	3	575	6	99,65217	99,65338
141	A2	1725	3	575	127	92,63768	93,14255
142	A2	1725	2 ¹	862,5	-	-	-
143	A2	1725	1	1725	1	99,94203	99,94206
144	A2	1725	1	1725	1	99,94203	99,94206
145	A2	1725	3	575	104	93,97101	94,31383

Tabela 7 - Monitor multiparâmetro da marca A.

(continuação)

146	A2	1725	2	862,5	106	93,85507	94,21081
147	A2	1725	4	431,25	79	95,42029	95,62084
148	A2	1725	2	862,5	20	98,84058	98,85387
149	A2	1725	2	862,5	6	99,65217	99,65338
150	A2	1725	1	1725	1	99,94203	99,94206
151	A2	1725	1	1725	1	99,94203	99,94206
152	A2	1725	1	1725	1	99,94203	99,94206
153	A2	1725	2 ¹	862,5	-	-	-
154	A2	1725	2	862,5	129	92,52174	93,04207
155	A2	1725	1	1725	1	99,94203	99,94206
156	A2	1725	1	1725	1	99,94203	99,94206
157	A2	1725	2	862,5	2	99,88406	99,88419
158	A2	1725	1	1725	1	99,94203	99,94206
159	A2	1725	3	575	21	98,78261	98,79725
160	A2	1725	2	862,5	2	99,88406	99,88419
161	A2	1725	1	1725	104	93,97101	94,31383
162	A2	1725	1	1725	3	99,82609	99,82639
163	A2	1725	0	1725	0	100	100
164	A2	1725	0	1725	0	100	100
165	A2	1725	0	1725	0	100	100
166	A2	1725	0	1725	0	100	100
167	A2	1725	0	1725	0	100	100
168	A2	1725	0	1725	0	100	100
169	A2	1726	0	1726	0	100	100
170	A2	1726	0	1726	0	100	100
171	A2	1562	0 ²	1562	0	100	100
172	A2	1726	0	1726	0	100	100
173	A2	1726	0	1726	0	100	100
174	A2	1726	0	1726	0	100	100
175	A2	1726	0	1726	0	100	100
176	A2	1726	0	1726	0	100	100
177	A2	1726	0	1726	0	100	100
178	A2	1726	0	1726	0	100	100
179	A2	1725	0	1725	0	100	100
180	A2	1725	0	1725	0	100	100
181	A2	1725	0	1725	0	100	100
182	A2	1725	0	1725	0	100	100

Tabela 8 - Monitor multiparâmetro da marca A.

(continuação)

183	A2	1725	0	1725	0	100	100
184	A2	1725	0	1725	0	100	100
185	A2	1725	0	1725	0	100	100
186	A2	1725	0	1725	0	100	100
187	A3	3642	0	3642	0	100	100

APÊNDICE C

Tabela 9 - Monitor multiparâmetro da marca B.

Nº EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC.	Nº PSM	MTBF (DIAS)	MTR (DIAS)	DISP 1 (%)	DISP 2 (%)
188	B1	3401	0 ²	3401	0	100	100
189	B1	3401	0 ²	3401	0	100	100
190	B1	3786	1 ²	3786	6	99,84152	99,84177
191	B1	3430	1 ²	3430	6	99,82507	99,82538
192	B1	3430	1 ²	3430	6	99,82507	99,82538
193	B1	3409	1 ²	3409	1	99,97067	99,97067
194	B1	3408	1 ²	3408	6	99,82394	99,82425

APÊNDICE D

Tabela 10 - Monitor multiparâmetro da marca C.

Nº EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC.	Nº PSM	MTBF (DIAS)	MTR (DIAS)	DISP 1 (%)	DISP 2 (%)
195	C1	4740	1 ²	4740	6	99,87342	99,87358
196	C1	4786	1 ²	4786	1	99,97911	99,97911
197	C1	4740	1 ²	4740	1	99,9789	99,97891
198	C2	9219	0 ²	9219	0	100	100
199	C2	5332	0 ²	5332	0	100	100
200	C2	8916	0 ²	8916	0	100	100
201	C3	9892	0 ²	9892	0	100	100
202	C3	9366	0 ²	9366	0	100	100
203	C3	9311	0 ²	9311	0	100	100
204	C3	7320	0 ²	7320	0	100	100
205	C4	3088	0 ²	3088	0	100	100
206	C4	5414	0 ²	5414	0	100	100
207	C5	11484	0	11484	0	100	100
208	C5	11877	0 ²	11877	0	100	100
209	C5	11484	0	11484	0	100	100

APÊNDICE E

Tabela 11 - Monitor multiparâmetro da marca D.

Nº EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC.	Nº PSM	MTBF (DIAS)	MTR (DIAS)	DISP 1 (%)	DISP 2 (%)
210	D1	2619	4 ²	654,75	51	98,05269	98,08989
211	D1	2619	2 ¹	1309,5	-	-	-
212	D1	2618	1 ¹	2618	-	-	-
213	D1	2619	6 ¹	436,5	-	-	-
214	D1	2619	4 ¹	654,75	-	-	-
215	D1	2594	2	1297	106	95,91365	96,07407
216	D1	2411	2 ²	1205,5	539	77,64413	81,72881
217	D1	2619	1	2619	92	96,48721	96,60642
218	D1	2619	2	1309,5	614	76,55594	81,00835

APÊNDICE F

Tabela 12 - Monitor multiparâmetro da marca E.

(continua)

Nº EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC.	Nº PSM	MTBF (DIAS)	MTR (DIAS)	DISP 1 (%)	DISP 2 (%)
219	E1	4443	1 ²	4443	1	99,97749	99,9775
220	E1	4444	1 ²	4444	0	100	100
221	E1	4443	1 ²	4443	1	99,97749	99,9775
222	E1	4444	1 ²	4444	39	99,12241	99,13005
223	E1	4444	1 ²	4444	0	100	100
224	E1	4443	1 ²	4443	0	100	100
225	E1	2591	0 ²	2591	0	100	100
226	E1	4321	0	4321	0	100	100
227	E1	4321	0	4321	0	100	100
228	E1	3301	0 ²	3301	0	100	100
229	E2	3329	0	3329	0	100	100
230	E2	3384	5	676,8	40	98,81797	98,83178
231	E2	3384	10 ¹	338,4	-	-	-
232	E2	3329	1	3329	294	91,16852	91,88518
233	E2	3329	3	1109,667	21	99,36918	99,37313
234	E2	3329	3	1109,667	5	99,8498	99,85003
235	E2	3329	1	3329	393	88,19465	89,44116
236	E2	3329	3	1109,667	8	99,75969	99,76026
237	E2	3329	7 ¹	475,5714	-	-	-
238	E2	3329	6	554,8333	857	74,25653	79,52699
239	E2	3329	6	554,8333	38	98,85852	98,8714
240	E2	3329	4	832,25	387	88,37489	89,58558
241	E2	3329	2	1664,5	2	99,93992	99,93996
242	E2	3022	2	1511	336	88,88154	89,99404
243	E2	3021	1	3021	13	99,56968	99,57152
244	E2	3021	2 ¹	1510,5	-	-	-
245	E2	3024	3	1008	5	99,83466	99,83493
246	E2	3021	2	1510,5	4	99,86759	99,86777
247	E2	3021	5	604,2	528	82,52234	85,12257
248	E2	3021	5	604,2	525	82,62165	85,19459
249	E2	3021	2	1510,5	348	88,48064	89,67053
250	E2	3021	1	3021	0	100	100
251	E2	3021	11	274,6364	38	98,74214	98,75776
252	E2	3021	6	503,5	226	92,51903	93,03973

Tabela 13 - Monitor multiparâmetro da marca E.

(continuação)

253	E2	3021	8	377,625	232	92,32042	92,86812
254	E2	3021	3	1007	101	96,65674	96,76489
255	E2	3021	2	1510,5	1	99,9669	99,96691
256	E2	3021	4 ¹	755,25	-	-	-
257	E2	3022	1	3022	8	99,73527	99,73597
258	E2	3021	2	1510,5	389	87,12347	88,59238
259	E2	2319	3	773	289	87,53773	88,91871
260	E2	2319	1 ¹	2319	-	-	-
261	E2	2319	2	1159,5	794	65,7611	74,49406
262	E2	2319	1	2319	553	76,15351	80,74513
263	E2	2319	2	1159,5	626	73,00561	78,74363
264	E2	2314	5 ¹	462,8	-	-	-
265	E2	3021	2	1510,5	317	89,50679	90,5033
266	E2	2006	6	334,3333	585	70,83749	77,42184
267	E2	2006	1	2006	4	99,8006	99,801
268	E2	2006	4 ¹	501,5	-	-	-
269	E2	2006	4 ¹	501,5	-	-	-
270	E2	2006	4	501,5	10	99,5015	99,50397
271	E2	2006	3	668,6667	1	99,95015	99,95017
272	E2	2006	3	668,6667	319	84,09771	86,27957
273	E2	2006	4	501,5	108	94,61615	94,8912
274	E2	2006	3	668,6667	19	99,05284	99,06173
275	E2	2006	2	1003	11	99,45165	99,45464
276	E2	2006	4	501,5	885	55,88235	69,38776
277	E2	2006	2	1003	3	99,85045	99,85067
278	E2	2006	2	1003	376	81,25623	84,21495
279	E2	2006	8 ¹	250,75	-	-	-
280	E2	2006	5	401,2	14	99,30209	99,30693
281	E2	2008	7	286,8571	155	92,28088	92,83403
282	E2	2387	1	2387	128	94,63762	94,91054
283	E2	1957	8 ¹	244,625	-	-	-
284	E2	1957	7 ¹	279,5714	-	-	-
285	E2	1957	24	81,54167	55	97,18958	97,2664
286	E2	1957	3 ¹	652,3333	-	-	-
287	E2	1957	6	326,1667	13	99,33572	99,3401
288	E2	1959	2	979,5	7	99,64267	99,64395
289	E2	1957	5	391,4	3	99,8467	99,84694

Tabela 14 - Monitor multiparâmetro da marca E.

(continuação)

290	E2	1957	4	489,25	253	87,07205	88,55204
291	E2	1959	4	489,75	19	99,03012	99,03943
292	E2	1957	5	391,4	22	98,87583	98,88833
293	E2	2319	1 ¹	2319	-	-	-
294	E2	2303	3	767,6667	550	76,11811	80,72205
295	E2	2303	1 ¹	2303	-	-	-
296	E2	2303	5	460,6	17	99,26183	99,26724
297	E2	2387	3	795,6667	14	99,41349	99,41691
298	E2	2303	5	460,6	491	78,67998	82,42663
299	E2	3149	6	524,8333	432	86,28136	87,93633
300	E2	2302	7	328,8571	409	82,23284	84,91332
301	E2	2302	2	1151	1	99,95656	99,95658
302	E3	5084	12	423,6667	78	98,46577	98,48896
303	E3	5085	7	726,4286	48	99,05605	99,06487
304	E3	4494	5 ²	898,8	78	98,26435	98,29396
305	E3	5084	5	1016,8	25	99,50826	99,51067
306	E3	4742	12 ²	395,1667	21	99,55715	99,5591
307	E3	5084	5	1016,8	22	99,56727	99,56913
308	E3	5084	2	2542	2	99,96066	99,96068
309	E3	4290	4 ²	1072,5	13	99,69697	99,69789
310	E3	4713	10 ²	471,3	13	99,72417	99,72493
311	E3	4347	4 ²	1086,75	379	91,28134	91,98053
312	E3	5019	5 ²	1003,8	396	92,10998	92,68698
313	E3	4299	6 ²	716,5	32	99,25564	99,26114
314	E3	4277	7 ²	611	11	99,74281	99,74347
315	E3	5084	3	1694,667	18	99,64595	99,6472
316	E3	5084	6	847,3333	28	99,44925	99,45227
317	E3	4256	6 ²	709,3333	2	99,95301	99,95303
318	E3	5084	4	1271	18	99,64595	99,6472
319	E3	5084	4	1271	42	99,17388	99,18065
320	E3	5085	2	2542,5	0	100	100
321	E3	5084	1	5084	1	99,98033	99,98033
322	E3	5084	10	508,4	72	98,58379	98,60357
323	E3	4705	8 ²	588,125	51	98,91605	98,92767
324	E3	4339	5 ²	867,8	26	99,40078	99,40435
325	E3	4982	10	498,2	57	98,85588	98,86882
326	E3	4957	3	1652,333	2	99,95965	99,95967

Tabela 15 - Monitor multiparâmetro da marca E.

(continuação)

327	E3	4198	1 ²	4198	15	99,64269	99,64396
328	E3	4198	7 ²	599,7143	6	99,85707	99,85728
329	E3	6051	12	504,25	147	97,57065	97,62827
330	E3	5084	5	1016,8	14	99,72463	99,72538
331	E3	4706	8 ²	588,25	40	99,15002	99,15718
332	E3	5163	8	645,375	62	98,79915	98,8134
333	E3	4981	8	622,625	152	96,9484	97,03877
334	E3	4899	9	544,3333	57	98,8365	98,84988
335	E3	5154	13 ¹	396,4615	-	-	-
336	E3	5063	8	632,875	100	98,02489	98,06314
337	E3	4714	11 ²	428,5455	81	98,28171	98,31074
338	E3	5062	16	316,375	49	99,032	99,04128
339	E3	5084	13	391,0769	58	98,85917	98,87203
340	E3	4325	7 ²	617,8571	69	98,40462	98,42968
341	E3	4174	1 ²	4174	329	92,11787	92,69376
342	E3	5084	4	1271	24	99,52793	99,53015
343	E3	5163	8	645,375	27	99,47705	99,47977
344	E3	4252	2 ²	2126	49	98,8476	98,86073
345	E3	5085	1 ²	5085	13	99,74435	99,745
346	E3	5084	5	1016,8	28	99,44925	99,45227
347	E3	5044	2	2522	26	99,48454	99,48718
348	E3	4106	1 ²	4106	51	98,75792	98,77315
349	E3	4769	5 ²	953,8	17	99,64353	99,6448
350	E3	5044	9	560,4444	75	98,51308	98,53487
351	E3	5044	9 ¹	560,4444	-	-	-
352	E3	4104	3 ²	1368	24	99,4152	99,4186
353	E3	5084	7	726,2857	223	95,61369	95,798
354	E3	5044	6	840,6667	39	99,2268	99,23274
355	E3	5044	6	840,6667	95	98,11657	98,15139
356	E3	5084	1	5084	0	100	100
357	E3	5022	4	1255,5	21	99,58184	99,58358
358	E3	5044	2	2522	2	99,96035	99,96036
359	E3	5163	6	860,5	38	99,26399	99,26937
360	E3	5062	7	723,1429	39	99,22955	99,23544
361	E3	4105	1 ²	4105	3	99,92692	99,92697
362	E3	6332	3	2110,667	6	99,90524	99,90533
363	E3	4088	8	511	31	99,24168	99,24739

Tabela 16 - Monitor multiparâmetro da marca E.

(continuação)

364	E3	4981	3	1660,333	7	99,85947	99,85966
365	E3	5084	10	508,4	37	99,27223	99,27748
366	E3	3935	3	1311,667	4	99,89835	99,89845
367	E3	3906	11	355,0909	136	96,51818	96,63533
368	E3	3935	5	787	34	99,13596	99,14336
369	E3	3217	7 ²	459,5714	29	99,09854	99,10659
370	E3	4290	6	715	157	96,34033	96,46953
371	E3	1735	5	347	63	96,36888	96,49611
372	E3	4291	3	1430,333	212	95,05943	95,29203
373	E3	4290	5	858	102	97,62238	97,6776
374	E3	3259	2 ²	1629,5	3	99,90795	99,90803
375	E3	5084	2	2542	1	99,98033	99,98033
376	E3	5041	6 ²	840,1667	41	99,18667	99,19323
377	E3	4705	7 ²	672,1429	33	99,29862	99,3035
378	E3	3818	1	3818	7	99,81666	99,81699
379	E3	5084	10	508,4	37	99,27223	99,27748
380	E3	5077	4	1269,25	21	99,58637	99,58807
381	E3	5044	6	840,6667	54	98,92942	98,94076
382	E3	5044	5	1008,8	12	99,76209	99,76266
383	E3	5044	4	1261	17	99,66297	99,6641
384	E3	4430	4 ²	1107,5	12	99,72912	99,72985
385	E3	3490	3 ²	1163,333	19	99,45559	99,45854
386	E3	3439	3	1146,333	7	99,79645	99,79687
387	E3	3440	3	1146,667	372	89,18605	90,24134
388	E3	3384	4 ¹	846	-	-	-
389	E3	3480	2	1740	27	99,22414	99,23011
390	E3	2830	1 ²	2830	2	99,92933	99,92938
391	E3	4207	8	525,875	61	98,55004	98,57076
392	E3	5077	3	1692,333	37	99,27122	99,2765
393	E3	4455	1 ²	4455	0	100	100
394	E3	5084	7	726,2857	37	99,27223	99,27748
395	E3	5083	3	1694,333	10	99,80327	99,80365
396	E4	1724	0 ²	1724	0	100	100
397	E5	155	0	155	0	100	100
398	E5	155	0	155	0	100	100
399	E5	155	0	155	0	100	100
400	E5	155	0	155	0	100	100

APÊNDICE G

Tabela 17 - Monitor multiparâmetro da marca F.

Nº EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC.	Nº PSM	MTBF (DIAS)	MTR (DIAS)	DISP 1 (%)	DISP 2 (%)
401	F1	149	1 ¹	149	-	-	-
402	F1	149	1	149	23	84,56376	86,62791
403	F1	149	1	149	20	86,57718	88,16568

APÊNDICE H

Tabela 18 - Monitor multiparâmetro da marca G.

Nº EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC.	Nº PSM	MTBF (DIAS)	MTR (DIAS)	DISP 1 (%)	DISP 2 (%)
404	G1	6025	0 ²	6025	0	100	100
405	G2	3623	0 ²	3623	0	100	100
406	G2	3496	0 ²	3496	0	100	100
407	G2	4273	0 ²	4273	0	100	100
408	G2	6956	0 ²	6956	0	100	100
409	G3	7064	0 ²	7064	0	100	100
410	G3	7064	0 ²	7064	0	100	100
411	G3	3920	0 ²	3920	0	100	100
412	G4	3864	0 ²	3864	0	100	100

APÊNDICE I

Tabela 19 - Monitor multiparâmetro da marca H.

(continua)

Nº EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC.	Nº PSM	MTBF (DIAS)	MTR (DIAS)	DISP 1 (%)	DISP 2 (%)
413	H	3088	0 ²	3088	0	100	100
414	H	7635	0 ²	7635	0	100	100
415	H	5110	0 ²	5110	0	100	100
416	H	3845	0 ²	3845	0	100	100
417	H	7004	0 ²	7004	0	100	100
418	H	3128	0 ²	3128	0	100	100
419	H	3434	0 ²	3434	0	100	100
420	H	3980	0 ²	3980	0	100	100
421	H	3727	0 ²	3727	0	100	100
422	H	6809	0 ²	6809	0	100	100
423	H	6152	0 ²	6152	0	100	100
424	H	1646	0 ²	1646	0	100	100
425	H	4312	0 ²	4312	0	100	100
426	H	5226	0 ²	5226	0	100	100
427	H	6922	0 ²	6922	0	100	100
428	H	3881	0 ²	3881	0	100	100
429	H	4749	0 ²	4749	0	100	100
430	H	4749	0 ²	4749	0	100	100
431	H	7251	0 ²	7251	0	100	100
432	H	4512	0 ²	4512	0	100	100
433	H	1680	0 ²	1680	0	100	100
434	H	1680	0 ²	1680	0	100	100
435	H	1680	0 ²	1680	0	100	100
436	H	1679	0 ²	1679	0	100	100
437	H	1679	0 ²	1679	0	100	100
438	H	1679	0 ²	1679	0	100	100
439	H	1679	0 ²	1679	0	100	100
440	H	3920	0 ²	3920	0	100	100
441	H	3990	0 ²	3990	0	100	100
442	H	3881	0 ²	3881	0	100	100
443	H	3799	0 ²	3799	0	100	100
444	H	4398	0 ²	4398	0	100	100
445	H	3739	0 ²	3739	0	100	100
446	H	1579	0 ²	1579	0	100	100

Tabela 20 - Monitor multiparâmetro da marca H.

(continuação)

447	H	406	0 ²	406	0	100	100
448	H	6730	0 ²	6730	0	100	100
449	H	3341	0 ²	3341	0	100	100
450	H	9297	0 ²	9297	0	100	100
451	H	4512	0 ²	4512	0	100	100
452	H	5706	0 ²	5706	0	100	100
453	H	4889	0 ²	4889	0	100	100
454	H	2848	0 ²	2848	0	100	100
455	H	4346	0 ²	4346	0	100	100
456	H	4346	0 ²	4346	0	100	100
457	H	5445	0 ²	5445	0	100	100
458	H	6380	0 ²	6380	0	100	100
459	H	3094	0 ²	3094	0	100	100
460	H	3972	0 ²	3972	0	100	100
461	H	4312	0 ²	4312	0	100	100
462	H	725	0 ²	725	0	100	100
463	H	3005	0 ²	3005	0	100	100
464	H	7980	0 ²	7980	0	100	100
465	H	403	0 ²	403	0	100	100
466	H	386	0 ²	386	0	100	100
467	H	3732	0 ²	3732	0	100	100
468	H	1482	0 ²	1482	0	100	100
469	H	1736,042	0 ²	1736,042	0	100	100
470	H	3420	0 ²	3420	0	100	100
471	H	2955	0 ²	2955	0	100	100
472	H	1761	0 ²	1761	0	100	100
473	H	4591	0 ²	4591	0	100	100
474	H	5754	0 ²	5754	0	100	100
475	H	4335	0 ²	4335	0	100	100
476	H	5367	0 ²	5367	0	100	100
477	H	5367	0 ²	5367	0	100	100
478	H	5367	0 ²	5367	0	100	100
479	H	5110	0 ²	5110	0	100	100
480	H	7679	0 ²	7679	0	100	100
481	H	6882	0 ²	6882	0	100	100
482	H	6006	0 ²	6006	0	100	100
483	H	2872	0 ²	2872	0	100	100

Tabela 21 - Monitor multiparâmetro da marca H.

(continuação)

484	H	3985	0 ²	3985	0	100	100
485	H	7155	0 ²	7155	0	100	100
486	H	6036	0 ²	6036	0	100	100
487	H	2653	0 ²	2653	0	100	100
488	H	2454	0 ²	2454	0	100	100
489	H	2312	0 ²	2312	0	100	100

APÊNDICE J

Tabela 22 - Monitor multiparâmetro da marca I.

Nº EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC.	Nº PSM	MTBF (DIAS)	MTR (DIAS)	DISP 1 (%)	DISP 2 (%)
490	I1	7390	0	7390	0	100	100

APÊNDICE L

Tabela 23 - Monitor multiparâmetro da marca J.

Nº EQUIPAMENTO	MODELO	DIAS FUNC.	Nº PSM	MTBF (DIAS)	MTR (DIAS)	DISP 1 (%)	DISP 2 (%)
491	J1	336	0	336	0	100	100