

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



**ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS APÓS REESTRUTURAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UM HOSPITAL PÚBLICO DE GRANDE PORTE E ALTA COMPLEXIDADE**

**Carolina Mendes de Godoi**

**DEZEMBRO  
2016**



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

**ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS APÓS REESTRUTURAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UM HOSPITAL PÚBLICO DE GRANDE PORTE E ALTA COMPLEXIDADE**

Dissertação apresentada por **Carolina Mendes de Godoi** à Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Banca Examinadora:

Prof.<sup>a</sup> Selma Terezinha Milagre, Dra. (UFU) - Orientadora

Prof.<sup>a</sup> Lilian Ribeiro Mendes Paiva, Dra. (UNIPAC)

Prof. Eduardo Lázaro, Dr. (UFU)

Eng. Marcos Ferreira de Rezende, Dr. (HCU-UFU)

Uberlândia, 02 de Dezembro de 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

G588a  
2017

Godoi, Carolina Mendes de, 1990

Análise da disponibilidade de equipamentos médico-assistenciais  
após reestruturação da programação de manutenção preventiva em um  
hospital público de grande porte e alta complexidade / Carolina Mendes  
de Godoi. - 2017.

162 p. : il.

Orientadora: Selma Terezinha Milagre.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2017.76>

Inclui bibliografia.

1. Engenharia biomédica - Teses. 2. Hospitais - Departamento de engenharia - Administração - Teses. 3. Hospitais - Equipamento - Teses.
4. Hospitais - Manutenção e reparos - Teses. I. Milagre, Selma Terezinha. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica. III. Título.

**ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES APÓS REESTRUTURAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UM HOSPITAL PÚBLICO DE GRANDE PORTE E ALTA COMPLEXIDADE**

**CAROLINA MENDES DE GODOI**

Dissertação apresentada por Carolina Mendes de Godoi à Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

---

Prof.<sup>a</sup> Selma Terezinha Milagre

Orientadora

---

Prof. Edgar Afonso Lamounier Júnior

Coordenador do Curso de Pós Graduação

*Dedico este trabalho ao meu marido, meus pais e meu irmão por todo o amor, carinho, dedicação e apoio.*

“Todas as vitórias ocultam uma  
abdicação”. Simone de  
Beauvoir.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pelos dons da vida e pela sabedoria, e por sempre estar presente comigo, iluminando o meu caminho, a minha casa, a minha vida profissional e principalmente por me dar saúde e força para concluir mais uma jornada da minha vida acadêmica.

A Prof.<sup>a</sup> Selma Terezinha Milagre, mais uma vez minha orientadora e professora, pelo incentivo, motivação, paciência, compreensão e confiança que me proporcionou durante a elaboração deste trabalho.

Aos engenheiros Weslley, Marcos e Rômulo pelo apoio, pela confiança em meu trabalho e pelas contribuições que foram dadas ao longo do projeto.

Aos técnicos e colegas de trabalho André, Diego, Douglas, Marcelo, Moura, Renato e Victor pela amizade, pelo companheirismo diário, pelos conhecimentos que me foram passados e pelas contribuições dadas.

Ao meu marido que na última etapa desse trabalho foi essencial e um exímio companheiro para que eu pudesse concluir com êxito.

A todos os familiares e amigos que contribuíram direta e indiretamente na realização deste trabalho, o meu reconhecimento.

E à FAPEMIG, CAPES e CNPq.

## **RESUMO**

A organização hospitalar utiliza atualmente uma diversidade de tecnologias, merecendo o cuidado e o estudo de profissionais habilitados que atuam na Engenharia Clínica. Porém, o aumento da disponibilidade dessas tecnologias nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EASs) é sempre um grande desafio a ser gerenciado. Assim, os programas de manutenção preventiva (MP) de Equipamentos Médico-Assistenciais (EMAs) se apresentam como importante ferramenta de gestão no alcance desse objetivo. Diante disso, este trabalho apresenta a reestruturação da programação de MPs de EMAs, visando o aumento da disponibilidade dos mesmos, em um hospital público de grande porte e alta complexidade. O estudo foi realizado no Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFG) e foram levados em consideração 11 equipamentos médico-assistenciais de 24 famílias diferentes. A metodologia utilizada foi baseada no estudo dos manuais operacionais e técnicos dos equipamentos, nas normas técnicas em vigência, nas antigas manutenções preventivas dos EMAs, na experiência dos profissionais de Engenharia Clínica da BioEngenharia do HCU-UFG e nas necessidades do EAS. Foram alteradas periodicidades sugeridas nos manuais devido à quantidade de técnicos disponíveis para a realização da manutenção, a quantidade e disponibilidade de EMAs, e o custo de peças e acessórios para a execução dessas MPs. Foram desenvolvidos também os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) referentes a cada manutenção preventiva do EMA. As manutenções preventivas apresentadas nesse trabalho já estão cadastradas e em execução na BioEngenharia e até o presente momento têm funcionado de maneira eficaz, o que pode ser confirmado pela análise da disponibilidade onde das 24 famílias de EMAs, 21 mostraram percentuais de disponibilidade superiores após a implementação da reestruturação das MPs e pela análise estatística que mostrou um p-valor < 0,05 para a hipótese de que a disponibilidade das famílias de equipamentos médico-assistenciais analisados é maior depois da reestruturação das manutenções preventivas.

**Palavras-chaves:** Manutenção Preventiva, Equipamento Médico-Assistencial, Engenharia Clínica, Disponibilidade.

## **ABSTRACT**

The hospital organization currently uses several technologies, requiring care and study of qualified professionals of Clinical Engineering. However, increasing the availability of technologies in Health Care Facilities (HCF) is always a great challenge. An important tool to find this objective is the programs of preventive maintenance (PM) of Medical Assistance Equipment (MAE). Thus, aiming to increase availability of MAE, this work presents the restructuring of PM programming, in a large public hospital with high complexity. The study was carried out at the Hospital of the Federal University of Uberlândia (HCU-UFG), using 11 Medical Assistance Equipment from 24 different families. The method used was based on the study of the operational and technical manuals of the equipment, current technical standards, previous preventive maintenance of the MAE, experience of the Clinical Engineering professionals of the HCU-UFG BioEngenharia and the needs of the HCF. Periodicity suggested in the manuals were altered due to the number of technicians available for maintenance, the quantity and availability of MAE, and the cost of parts and accessories for the execution of PM. Standard Operating Procedures (SOP) were also developed for each preventive maintenance of MAE. The preventive maintenance presented in this work are registered and it is working at HCU-UFG BioEngenharia and they are working effectively, which is confirmed by two ways. Firstly, analysis of the availability of 24 families of MAE, showed that 21 families had higher percentages of availability after implementation of the restructuring of the PM. Secondly, statistical analysis showed that the availability of the families of medical assistance equipment analyzed is greater after the restructuring of the preventive maintenance, with p-value < 0.05.

**Key-words:** Preventive Maintenance, Medical Assistance Equipment, Clinical Engineering, Availability.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 – Interface do Sistema de BioEngenharia (SisBiE) .....	38
Figura 2 – Famílias de Equipamentos do SisBiE .....	39
Figura 3 – Exemplo de Cadastro de MP no SisBiE .....	42
Figura 4 – Exemplo de Cadastro de MP no SisBiE .....	43
Figura 5 – Atividades Preventivas.....	44
Figura 6 – Guia das Atividades .....	44
Figura 7 – Escolha da Atividade da MP .....	45
Figura 8 – Salvando a Atividade da MP .....	46
Figura 9 – MP cadastrada.....	46
Figura 10 – Parte da tabela feita no levantamento de famílias de EMAs com MP do SGE ..	48
Figura 11 – Parte da tabela feita no levantamento de famílias de EMAs sem MP .....	49
Figura 12 – Parte da tabela com as MPs cadastradas no SisBiE.....	70
Figura 13 – Atividades cadastradas para MP de 730 dias.....	78
Figura 14 – Atividades cadastradas para MP de 730 dias.....	78
Figura 15 – Atividades cadastradas para MP de 730 dias.....	79
Figura 16 - Atividades cadastradas para MP de 730 dias .....	79
Figura 17 – Atividades cadastradas para MP de 730 dias.....	80
Figura 18 – Famílias de Equipamentos com MP cadastrada .....	93

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Disponibilidade das famílias de EMAs com MP cadastrada ..... 91

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Evolução da Manutenção.....	22
Tabela 2 – Funcionalidade dos grupos funcionais do SisBiE .....	40
Tabela 3 – Disponibilidade das famílias de EMAs com MP cadastrada .....	90
Tabela 4 – Resultado do teste de normalidade para os dados referentes à disponibilidade antes da reestruturação das manutenções preventivas dos equipamentos médico-assistenciais analisados .....	91
Tabela 5 – Resultado do teste de normalidade para os dados referentes à disponibilidade depois da reestruturação das manutenções preventivas dos equipamentos médico-assistenciais analisados .....	92
Tabela 6 – Resultado do Teste de Wilcoxon pareado para disponibilidade antes e depois da reestruturação das manutenções preventivas dos equipamentos médico-assistenciais analisados .....	92

## **LISTA DE SIGLAS**

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ACCE – *American College of Clinical Engineering*  
AHA – *American Hospital Association*  
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
EAS – Estabelecimento Assistencial de Saúde  
EC – Engenharia Clínica  
ECG – Eletrocardiograma  
EMA – Equipamento Médico-Assistencial  
EPROM – Memória programável apagável somente de leitura  
Etc. – outras coisas  
FiO<sub>2</sub> – Fração de oxigênio inspirado  
HCU-UFU – Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia  
LEDs – Diodos emissores de luz  
MC – Manutenção Corretiva  
MEC – Ministério da Educação  
MP – Manutenção Preventiva  
MPA – Manutenção Preventiva Anual  
MPd – Manutenção Preditiva  
OEE – Efetividade Global do Equipamento  
OMS – Organização Mundial de Saúde  
OS – Ordem de Serviço  
POP – Procedimento Operacional Padrão  
PSM – Pedido de Serviço de Manutenção  
QA – *Quality Assurance*  
RCM – *Reliability Centered Maintenance*  
RF – Radiofrequênci  
SEBEUN – Setor de Berçário e Unidade de Terapia Intensiva Neonatal  
SGE – Sistema de Gerenciamento de Equipamentos  
SEMES – Setor de Materiais e Esterilização  
SisBiE – Sistema de BioEngenharia  
SUS – Sistema Único de Saúde

TPM – *Total Productive Maintenance*

TVF – Teste de Verificação Funcional

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

UTI – Unidade de Terapia Intensiva

VTP – Ventilador Pulmonar

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
1.1 JUSTIFICATIVA	18
1.2 OBJETIVO GERAL	18
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	19
<b>2. MANUTENÇÃO</b>	<b>21</b>
2.1 HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO	21
2.2 TIPOS DE MANUTENÇÕES	24
2.2.1 Manutenção Corretiva .....	25
2.2.2 Manutenção Preventiva .....	26
2.2.3 Manutenção Preditiva .....	28
2.3 EQUIPAMENTOS MÉDICO-ASSISTENCIAIS	29
2.4 MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE E EQUIPAMENTOS MÉDICOS-ASSISTENCIAIS	30
<b>3. ENGENHARIA CLÍNICA</b>	<b>35</b>
3.1 HOSPITAL DE CLÍNICAS DE UBERLÂNDIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA	36
3.1.1 Bioengenharia.....	37
3.1.2 Famílias de Equipamentos do SisBiE.....	38
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>47</b>
4.1 INÍCIO	47
4.2 EQUIPAMENTOS	53
4.2.1 Incubadora Neonatal.....	53
4.2.2 Osmose Reversa .....	55
4.2.3 Fototerapia.....	56
4.2.4 Máquina de Hemodiálise .....	56
4.2.5 Aparelho de Anestesia.....	59
4.2.6 Bisturi Eletrônico.....	60
4.2.7 Ventilador Pulmonar .....	63
4.2.8 Monitor Multiparamétrico .....	65

4.2.9 Microscópio.....	66
4.2.10 Esfigmomanômetro Mecânico.....	666
4.2.11 Berço Aquecido.....	67
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO      70</b>	
<b>5.1 INCUBADORA NEONATAL</b>	<b>70</b>
<b>5.2 OSMOSE REVERSA</b>	<b>74</b>
<b>5.3 FOTOTERAPIA</b>	<b>76</b>
<b>5.4 MÁQUINA DE HEMODIÁLISE</b>	<b>77</b>
<b>5.5 APARELHO DE ANESTESIA</b>	<b>80</b>
<b>5.6 BISTURI ELETRÔNICO</b>	<b>81</b>
<b>5.7 VENTILADOR PULMONAR</b>	<b>83</b>
<b>5.8 MONITOR MULTIPARAMÉTRICO</b>	<b>84</b>
<b>5.9 MICROSCÓPIO</b>	<b>86</b>
<b>5.10 ESFIGMOMANÔMETRO MECÂNICO</b>	<b>88</b>
<b>5.11 BERÇO AQUECIDO</b>	<b>89</b>
<b>5.12 DISPONIBILIDADE</b>	<b>89</b>
<b>5.13 ANÁLISE ESTATÍSTICA</b>	<b>91</b>
<b>5.14 ALTERAÇÃO NO SisBiE</b>	<b>92</b>
<b>6. CONCLUSÃO 94</b>	
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS      96</b>	
<b>APÊNDICE 1      105</b>	
<b>APÊNDICE 2      129</b>	
<b>APÊNDICE 3      144</b>	

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos vinte anos, a gestão da manutenção mudou, talvez até mais que outros campos. As modificações são devido ao crescimento no número e variedade de ativos físicos (estruturas, equipamentos e construções) que devem ter manutenções em todo o mundo, *designs* mais complexos, novas práticas de manutenção e mudanças no olhar das organizações (MOUBRAY, 1997).

O progresso da tecnologia conduziu muitas facilidades para a indústria e para o setor de saúde, visto que os processos estão cada vez mais computadorizados e automatizados, fazendo com que o tempo para a realização de algumas atividades diminua drasticamente. Contudo, os profissionais que atuam nessas áreas estão cada vez mais dependentes da tecnologia (LAFRAIA, 2001).

Toda essa revolução trouxe uma insuficiência nos programas de gestão em manutenção, sendo que essa gestão é imprescindível em qualquer ambiente que tenha equipamentos. Nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) essa gestão é de grande importância, pois os equipamentos médico-assistenciais (EMAs) estão relacionados com a segurança, proteção e saúde dos pacientes (LEÃO, 2008).

Em face a tantas transformações e em prol de uma gestão adequada e resolutiva, concebe-se que é importante para os administradores e aos demais profissionais que atuam nas instituições de saúde conhecer os aspectos pertinentes ao desenvolvimento da organização hospitalar (SOUZA, 2008). Diante disso e em virtude das questões de segurança do paciente nos EAS, surgiu a Engenharia Clínica (BRONZINO, 2000), (DYRO, 2004).

Segundo o *American College of Clinical Engineering* (ACCE) a Engenharia Clínica é a aplicação dos conhecimentos da Engenharia e Administração à tecnologia médico-hospitalar com o intuito de apoiar e aprimorar os serviços de saúde. Os profissionais que atuam nesta área são conhecidos como Engenheiros Clínicos (ACCE, 1992).

No ambiente internacional a Engenharia Clínica (EC) surgiu no final da década de 1960. No Brasil a EC teve início na década de 1970, como suporte para o gerenciamento da tecnologia eletroeletrônica na área hospitalar, motivada pelo alto índice de equipamentos desativados ou parados por falta de manutenção e treinamento adequados. Esses profissionais, que geralmente eram engenheiros eletricistas ou mecânicos, obtinham aperfeiçoamento de seus conhecimentos para atuar no ambiente de manutenção hospitalar, por meio da pós-graduação em Engenharia Clínica (WANG; CALLIL, 1991), (BRONZINO, 2000), (DYRO, 2004).

Desempenhando papel importante na gestão de tecnologias realizada pelo Engenheiro Clínico estão os programas de manutenção preventiva (MP) em EAS.

Fundamentada em padrões e normas do âmbito industrial, a manutenção preventiva ou manutenção programada de equipamentos médico-assistenciais (EMAs) e instalações hospitalares não é o objetivo primordial, mas sim a disponibilidade do EMA, que usufrui da manutenção como uma mediação para alcançar tal finalidade (CARPIO & FLORES, 1998).

Diante disso, é indispensável desenvolver programas de manutenção específicos para cada tipo de EMA, certificando-se, dessa forma, que todas as perspectivas referentes a programação das atividades preventivas sejam consideradas ao longo da execução das tarefas. Ademais, deve-se ficar atento ao fato de que um EMA pode ser incorporado no programa de MP apenas se for fundamentada sua seleção por um dos seguintes pretextos: atenuação dos custos de manutenção; prevenção de reparos de larga escala; aumento da disponibilidade; diminuição do risco de acidentes; atendimento a padrões, normas ou exigências (BRONZINO, 1992).

A inclusão de um EMA em um programa de MP e a definição de quando essa manutenção deve ocorrer, é decidida com base em critérios de risco, que incluem princípios relativos à função do EMA, o risco físico associado (o risco para o paciente com relação à morte, danos físicos, diagnóstico incorreto, entre outros) e os requisitos de manutenção. Esses critérios funcionam como uma orientação para determinar quais os equipamentos médico-assistenciais devem estar sujeitos à

aplicação de um plano de MP e qual deve ser esse plano (DE VIVO *et al*, 2004), (KAUR, DEFRENCESCO, ENDERLE, 2005).

Desta forma, este trabalho tem o intuito de realizar a reestruturação do programa de manutenção preventiva de equipamentos médico-assistenciais em um hospital público de grande porte e alta complexidade. Para a reestruturação foram levadas em consideração as antigas MPs do hospital, além das recomendações dos fabricantes e das normas vigentes.

### **1.1 Justificativa**

O Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFG) é um EAS público de grande porte e alta complexidade, possuindo atualmente um parque tecnológico contendo 3571 EMAs em atividade.

No HCU-UFG a Engenharia Clínica funciona dentro da gerência de BioEngenharia. O antigo software de gerenciamento de manutenção que era utilizado pelo setor de Engenharia Clínica era o Sistema de Gerenciamento de Equipamentos (SGE). Nele estavam cadastradas as manutenções preventivas de grande parte dos equipamentos médico-assistenciais, bem como de outros tipos de equipamentos gerenciados pela BioEngenharia. Porém esse cadastro encontrava-se desatualizado. Alguns equipamentos foram descontinuados, outros não possuíam manutenção preventiva cadastrada e também algumas manutenções preventivas teriam que ser alteradas, tanto em periodicidade quanto em procedimentos.

Com a implantação do novo sistema de gerenciamento de manutenção em 2014, o SisBiE (Sistema de BioEngenharia), surgiu a necessidade de inserir no mesmo as manutenções preventivas já atualizadas e também o desenvolvimento dos Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) para as mesmas, sendo que esse processo motivou a elaboração desse trabalho.

### **1.2 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho foi reestruturar a programação de manutenção preventiva de equipamentos médico-assistenciais, visando o aumento de

disponibilidade dos mesmos, em um hospital público de grande porte e alta complexidade.

### **1.3 Objetivos Específicos**

- Levantar as manutenções preventivas cadastradas no antigo sistema de gerenciamento de manutenção existente no setor de BioEngenharia do HCU-UFG, o SGE;
- Estudar os manuais dos equipamentos médico-assistenciais existentes no HCU-UFG;
- Discutir com os profissionais do setor de BioEngenharia as manutenções preventivas cadastradas;
- Reorganizar as manutenções preventivas de acordo com as necessidades atuais e com os equipamentos que atualmente compõem o parque tecnológico;
  - Aumentar a disponibilidade dos equipamentos médico-assistenciais por meio da implantação de um modelo atualizado de manutenções preventivas;
  - Elaborar POPs para as manutenções preventivas;
  - Cadastrar as manutenções preventivas no novo sistema de gerenciamento de manutenção (SisBiE);
  - Acompanhar os resultados da realização das manutenções preventivas implementadas.

### **1.4 Organização do Trabalho**

Além deste capítulo introdutório, o texto é composto pelos seguintes capítulos:

- Capítulo 02: É levantado o referencial teórico relacionado aos termos de manutenção, equipamento médico-hospitalar e manutenção preventiva em estabelecimentos assistenciais de saúde e equipamentos médico-hospitalares;

- Capítulo 03: Inclui o referencial teórico sobre Engenharia Clínica e o hospital, junto com o departamento de Engenharia Clínica em que foi desenvolvido o projeto;
- Capítulo 04: É apresentada a metodologia de execução do projeto, bem como explicações sobre os equipamentos médico-hospitalares;
- Capítulo 05: São apresentados os resultados do projeto;
- Capítulo 06: São apresentadas as conclusões deste projeto e possíveis projetos futuros;
- Capítulo 07: Referências Bibliográficas.

## 2. MANUTENÇÃO

Nos tempos modernos, com o surgimento da revolução industrial, o homem tem experimentado avanços cada vez mais significativos nas áreas industriais e tecnológicas, sendo que isso veio por meio do uso cada vez mais frequente de máquinas e ferramentas automatizadas que possibilitaram melhorias na eficiência e eficácia dos processos produtivos. Com o aumento do grau de utilização dos equipamentos, que encontram-se cada vez mais complexos, tem-se aumentado a necessidade de administrá-los com qualidade, ou seja, houve o aumento da necessidade de mantê-los em bom estado de funcionamento, pois as perdas resultantes das paralizações dos mesmos representam grandes quedas na produtividade e como consequência no lucro e eficácia dos processos. Diante disso, surgiu o conceito de manutenção (MIRSHAWKA & OLMEDO, 1993).

Segundo a NBR 5462 (1994, p.6) manutenção é “*a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou realocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida*”.

### 2.1 História da Manutenção

Desde 1930, a evolução da manutenção pode ser dividida em três gerações, conforme Tabela 1:

#### 1ª Geração

Essa primeira etapa compreende o período antes da Segunda Guerra Mundial, quando os equipamentos eram simples e às vezes superdimensionados, e a indústria era pouco mecanizada, ou seja, o tempo ocioso não importava tanto. Isso significa que a precaução com as falhas destes equipamentos não era algo prioritário para os gestores (MOUBRAY, 1997), (PINTO; XAVIER, 2001).

Com a simplicidade dos equipamentos, a facilidade de reparo era grande e consequentemente não era necessário realizar uma manutenção sistemática, apenas algumas atividades de limpeza, lubrificação e reparo após quebra. Diante disso, a manutenção era, basicamente, corretiva (MOUBRAY, 1997), (PINTO; XAVIER, 2001).

**Tabela 1 – Evolução da Manutenção**

<i>Primeira Geração</i>	<i>Segunda Geração</i>	<i>Terceira Geração</i>
Antes de 1940	1940	1970
<b>AUMENTO DA EXPECTATIVA EM RELAÇÃO À MANUTENÇÃO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conserto após a falha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidade crescente</li> <li>• Maior vida útil do equipamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior disponibilidade e confiabilidade</li> <li>• Melhor custo-benefício</li> <li>• Melhor qualidade dos produtos</li> <li>• Preservação do meio ambiente</li> </ul>
<b>MUDANÇAS NAS TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conserto após a falha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadores grande e lentos</li> <li>• Sistemas manuais de planejamento e controle do trabalho</li> <li>• Monitoração por tempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoração de condição</li> <li>• Projetos voltados para confiabilidade e manutenibilidade</li> <li>• Análise de risco</li> <li>• Computadores pequenos e rápidos</li> <li>• Softwares potentes</li> <li>• Análise de modos e efeitos de falha</li> <li>• Grupos de trabalho multidisciplinares</li> </ul>

Fonte: Adaptado de PINTO; XAVIER, 2001.

## **2ª Geração**

Esta geração vai desde a Segunda Guerra Mundial até os anos 60. O grande impulso na evolução da manutenção se deu neste período, pois os alemães já pensavam em confiabilidade como estudo da probabilidade de falha ao fazer o projeto de seus aviões (RAMIREZ; CALDAS; SANTOS, 2002).

Com a guerra a oferta de mão de obra caía drasticamente e a necessidade por todo tipo de produto crescia muito. Como resultado, houve um forte aumento da mecanização, ou seja, houve uma grande progressão das máquinas e equipamentos e com isso os mesmos ficaram mais complexos (MOUBRAY, 1997), (PINTO; XAVIER, 2001). Com essa dependência, começou a evidenciar-se a inevitabilidade de maior disponibilidade, bem como maior confiabilidade dos equipamentos, e assim

surgiu o pensamento de que as falhas poderiam e deveriam ser evitadas, resultando no conceito de manutenção preventiva (PINTO; XAVIER, 2001), (LUCATELLI, 2002).

Neste período a manutenção resumia-se em intervenções nos equipamentos feitas num período fixo. Além disso, o montante de capital selecionado para consertos físicos ativos junto com o aumento do custo, levou as pessoas a começarem a procurar formas nas quais elas poderiam maximizar a vida útil dos equipamentos e neste sentido, eles buscaram mecanismos para auxiliar nesta etapa, criando-se então os sistemas de planejamento e controle de manutenção (PINTO; XAVIER, 2001).

### **3<sup>a</sup> Geração**

Esta etapa inicia-se na década de 70 e vem acompanhada pelo crescimento da automação e mecanização, o que passou a indicar que a disponibilidade e a confiabilidade transformaram-se pontos chave em áreas tão distintas como assistência médica, telecomunicações, gerenciamento de edificações e processamento de dados. A utilização do sistema “*just-in-time*”, que trabalha sempre com o mínimo estoque possível, dificultou as consequências que uma falha poderia causar sobre toda a produção (MOUBRAY, 1997), (PINTO; XAVIER, 2001), (SIQUEIRA, 2009).

Nessa geração os equipamentos começaram a ser projetados para funcionar com maior precisão, sendo dimensionados nos limites operacionais, amplificando a importância da disponibilidade e confiabilidade, objetivando-se elevar o padrão de rendimento e de qualidade (MOUBRAY, 1997).

Moubray (1997) cita três fatores principais para o surgimento da terceira geração: (i) novas perspectivas dos equipamentos, (ii) novas pesquisas e (iii) novos instrumentos e estratégias de manutenção.

Uma vez que as empresas possuíam o amadurecimento dos conceitos e utilidades das ações de manutenção, iniciam a adesão de um estrutura para evolução do conjunto de instrumentos utilizados, com o objetivo de gerir e operar a manutenção sob um sistema estruturado, culminado no nascimento das

metodologias de manutenção: *Total Productive Maintenance* (TPM) no Japão, *Reliability Centered Maintenance* (RCM) na indústria aeronáutica americana, Terotecnologia na Inglaterra e combinação destas técnicas (MOUBRAY, 1997), (PINTO; XAVIER, 2001).

Com a adoção e adaptação, não necessariamente em ordem cronológica e contínua, dessas metodologias, houve um desenvolvimento da manutenção, conciliando-a com ferramentas de outras tecnologias e orientando os resultados para: gestão de ativos, competitividade, logística, negócios e inovação tecnológica (PINTO; XAVIER, 2001).

## **2.2 Tipos de Manutenções**

A manutenção apresenta-se sob diversas formas, cada qual com suas peculiaridades, mas assemelhando-se por dirigirem-se ao mesmo resultado formulado pela definição básica de manutenção: manter e/ou recolocar nas condições desejadas de bom funcionamento.

Diante dessa definição simples, porém ampla, observa-se que não existe unanimidade entre os autores com relação à diversidade da terminologia atual (LUCATELLI, 2002).

Lafraia (2001) relata que a manutenção é classificada basicamente como manutenção corretiva (MC) e manutenção preventiva (MP).

Vizzoni (1998) e Smith (1993), assim como Lafraia (2001), classificam a manutenção em dois grupos, o de MC e a MP. No entanto, diferem daquele por enquadrarem a Manutenção Preditiva (MPd) como técnica da manutenção preventiva.

Considerando as interpretações de Pinto e Xavier (2001), as atividades de manutenção principais são: manutenção corretiva não planejada, manutenção corretiva planejada, manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção detectiva e engenharia de manutenção.

### 2.2.1 Manutenção Corretiva

Como apresentando na história da manutenção (Seção 2.1), a MC foi o primeiro tipo de manutenção a manifestar-se, sendo que esta circunstância acontece em todo primórdio de funcionamento de indústrias.

De acordo com Pinto e Xavier (2001) quando um equipamento manifesta algum tipo de falha ou um comportamento diferente do esperado, ao realizar uma intervenção neste equipamento, a realização da mesma é a manutenção corretiva. Diante disso, a atividade principal da MC é reparar ou corrigir as condições de desempenho do sistema ou equipamento.

Segundo Smith (1993) MC é a manutenção “caracterizada por ações reativas (curativas), não planejadas e de emergência, exigidas para a restauração de um item a uma condição determinada”.

De acordo com Ramirez, Caldas e Santos (2002) é “a manutenção feita para restabelecer um sistema técnico, um bem ou um serviço cujo desempenho tenha sofrido uma queda depois deste ter saído de um estado específico”.

Como todo tipo de manutenção, a MC tem suas vantagens e desvantagens. As vantagens são (AZEVEDO, 2010):

- Não exige acompanhamento e inspeções periódicas nos sistemas ou equipamentos;
- A substituição de peças acontece somente no término do seu ciclo de vida.

As desvantagens são (AZEVEDO, 2010):

- Diminui a confiabilidade do equipamento;
- Não é planejada;
- Aumenta o risco de incidentes;
- Reduz a vida útil do equipamento;
- Possibilita ociosidade de mão de obra devido à paralização do equipamento;

- Paradas inconvenientes e demoradas.

Infelizmente, é impossível descartar completamente este modo de manutenção. De fato não é possível especificar em que momento ou situação irá surgir um defeito que possa levar a uma MC de emergência. Contudo, as boas práticas de manutenção devem tentar eliminar a MC ao máximo (SANTOS, 2009).

### **2.2.2 Manutenção Preventiva**

De uma forma geral, a MP pode ser definida como o conjunto de ações, efetuadas em intervalos pré-estabelecidos, que visam reduzir a possibilidade de falha ou de degradação operacional de um componente. De uma maneira simples, a manutenção preventiva pode-se assemelhar a uma revisão periódica (MANSO, 2012).

Pinto e Xavier (2001) definem a MP como uma atividade a ser realizada de forma que se possa prevenir ou reduzir a falha ou queda no funcionamento do equipamento, obedecendo a um plano antecipadamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

Como visto na evolução da manutenção, houve a necessidade de criar um modo de manutenção que evitasse ou previsse as falhas. Então, a partir disso começou-se a perceber que todo equipamento tinha uma vida útil e que era necessário fazer revisões/restaurações programadas. Diante disso, teve início a realização de revisão de acordo com o histórico de falhas e experiências dos mantenedores, sendo realizada em tempos fixos (GERAGHETY, 1996), (ALBORNOZ, 2000).

Para a realização da MP são realizados procedimentos que visam o prolongamento da vida útil do equipamento, sendo (MANSO, 2012):

- Inspeção geral;
- Troca de peças e acessórios cujo ciclo de vida já tenha terminado;
- Lubrificação geral;
- Aferição e posterior calibração do equipamento;
- Testes funcionais.

A primeira etapa para a implantação da MP no estabelecimento é o cadastramento dos equipamentos, contendo informações sobre localização, data de aquisição, valor de aquisição, identificação, regime de operação e tempo de utilização (RAMIREZ,1996), (SILVA & PINEDA, 2000).

Os seguintes preparativos devem ser observados ao implantar-se o sistema:

- Manual de procedimentos;
- Programação de peças sobressalentes;
- Frequência de realização das inspeções;
- Dimensionamento da equipe técnica;
- Manutenção de rotina;
- Registro de atividades.

De acordo com Ramirez (2002), ao introduzir esse tipo de manutenção, o estabelecimento agrega vantagens, entre elas:

- Redução de estoques;
- Atenuação de falhas;
- Diminuição de paradas não programadas.

Existem também algumas desvantagens (PINTO; XAVIER, 2001), (RAMIREZ, 2002):

- Necessidade de um histórico de falhas amplo e confiável;
- Realização de manutenção em equipamentos com taxas de falhas muito baixas;
- Necessidade de paradas para a execução das atividades;
- Introdução de defeitos não existentes no equipamento devido à falha humana, falha de sobressalentes, contaminações introduzidas no sistema, falhas dos procedimentos de manutenção, etc.

### **2.2.3 Manutenção Preditiva**

A manutenção preditiva é definida como sendo um método que se baseia na situação do equipamento, sendo que para isso é fundamental que os equipamentos sejam periodicamente acompanhados.

Pinto e Xavier (2001) definem a MPd, também conceituada por Manutenção Sob Condição ou Manutenção com Base no Estado do Equipamento, como a operação realizada com base na alteração do padrão de funcionamento ou condição, cuja assistência obedece a uma regularização.

A finalidade da MPd ou também conhecida como Manutenção Baseada em Confiança é reparar defeitos potenciais antes da quebra. Preliminarmente há a formação do diagnóstico que detecta a variabilidade e quantifica a origem e intensidade do defeito. Após, pela análise de tendências, tem-se a determinação dos limites para o planejamento da execução dos reparos (NEPMUCENO, 1989), (KARMAN, 2011).

Para adotar esse tipo de manutenção, existem algumas condições básicas, sendo essas (PINTO; XAVIER, 2001):

- O sistema, o equipamento ou a instalação devem permitir algum tipo de medição/monitorização;
- Deve ser definido um programa de acompanhamento, análise, e diagnóstico, sistematizado;
- É fundamental que a mão de obra da manutenção encarregada pela análise e diagnóstico seja bem instruída;
- O sistema, equipamento ou instalação devem fazer jus a este tipo de manutenção, em função dos custos implicados.

Assim como as manutenções relatadas acima, a MPd tem suas vantagens e desvantagens. Algumas vantagens são:

- Aumento da vida útil dos equipamentos;
- Controle eficaz de peças de reserva;
- Reparos a um custo menor;

- Aumento da produtividade.

Algumas desvantagens:

- Grande investimento inicial;
- Mão de obra qualificada.

### **2.3 Equipamentos Médico-Assistenciais**

A Organização Mundial de Saúde (OMS) descreve equipamento médico como um dispositivo médico que precisa de manutenção, reparação, calibração, treinamento do usuário e desativação. São dispositivos utilizados para fins particulares de tratamento de doenças, diagnóstico ou reabilitação, podendo ser empregado sozinho ou em combinação com uma peça ou acessório. Neste caso, estão eliminados os equipamentos que são implantáveis e de uso único (WORD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

A ANVISA, por meio da RDC nº 02, de 25 de janeiro de 2010 (BRASIL, 2010), define em seu Art. 4º equipamento médico-assistencial (EMA) como uma subdivisão de equipamento de saúde:

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

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

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

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

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

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

A RDC nº 02, de 25 de janeiro de 2010 (BRASIL, 2010) define também produto médico como:

XV – produto médico: produto para a saúde, de uso ou aplicação médica, odontológica ou laboratorial, destinado à prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação ou anticoncepção 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.

Assim, órteses e próteses, contraceptivos, stents, são classificados como produtos médicos e não como EMAs.

## **2.4 Manutenção Preventiva em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde e Equipamentos Médicos-Assistenciais**

Um Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS) representa um espaço designado aos movimentos, trocas e perspectivas de estar tanto em condições seguras de saúde como em circunstâncias precárias (com exposição à doenças), sendo basicamente considerado como o ambiente destinado aos doentes (ERDMANN & LENTZ, 2004).

Os objetivos de um EAS são: assistir pessoas, prevenir doenças, tratar e reabilitar pacientes, elevar o padrão profissional e realizar pesquisas. Diante disso, os equipamentos, aparelhos, instalações e suprimentos, da área hospitalar, são de uso contínuo e constante, e precisam estar sempre preparados, disponíveis e a postos para uso imediato, durante todo o dia e à qualquer hora (KARMAN, 2011).

Um EAS pode ser identificado como uma das organizações de mais alta complexidade, em vista de suas condições e particularidades tecnológicas, que

possuem elevado grau de diversificação no que se refere a arquitetura, engenharia, instalações e administração (LUCATELLI & OJEDA, 2001), (KARMAN, 2011).

Quando se trata de EAS e de equipamentos utilizados na área da saúde, a manutenção é peça chave na evolução da qualidade e do atendimento das atividades assistenciais oferecidas à população, as quais serão afetadas, por mais capacitados que sejam os profissionais da saúde, se não possuir a garantia do funcionamento dos equipamentos e instalações. Além disso, a manutenção de qualquer sistema tem um papel fundamental no seu uso de forma eficiente, especialmente em termos de custos, disponibilidade e segurança (PENTÓN & MARTÍNEZ, 2001), (CUNHA, 2011).

A recente evolução tecnológica na área da Engenharia Biomédica levou a uma multiplicação do número de EMAs disponíveis para diagnóstico, monitorização e tratamento de pacientes, assim como a um aumento da sua complexidade nos EAS. Este aumento está relacionado com um crescimento de custos na área da saúde, nomeadamente no que diz respeito aos custos de manutenção (KHALAF *et al*, 2010).

Diante disso, é necessário escolher políticas eficazes e com melhor relação de custo-benefício para assegurar que os EMAs estejam de acordo com as normas de segurança, qualidade e desempenho. Parte destas políticas envolvem estratégias de MP (KHALAF *et al*, 2010).

A manutenção programada de EMAs e instalações hospitalares é fundamentada em normas e padrões da área industrial, dispondendo-se por asserção que a manutenção não é o propósito primário, mas sim a disponibilidade do EMA, que desfruta da manutenção como um intermédio para alcançar tal finalidade (CARPIO & FLORES, 1998).

Uma grande adversidade de países em desenvolvimento, no que se refere aos EMAs, não é a sua ausência, mas a sua indisponibilidade, que fica em torno de 50% a 75% dos equipamentos existentes. Isso acontece pela falta de infraestrutura adequada para a instalação do EMA; falta de treinamento operacional; defeitos não

solucionados por falta de documentação técnica, peças e acessórios, e treinamento técnico (LAMBERTI *et al*, 1997).

Pesquisas realizadas nos países latino-americanos apontam que, dos EMAs existentes, o percentual de indisponibilidade por falta de algum fator relativo ao gerenciamento da manutenção está entre 30% e um inaceitável teto de 96%, conforme o tipo, especialidade, complexidade e origem de financiamento do EAS (CARPIO & FLORES, 1998).

A manutenção preventiva em EAS teve início em 1950 nos Estados Unidos, porém a mesma só era executada em equipamentos como caldeiras e ar condicionado, por influência da sua aplicação na indústria. Com o passar do anos, essa tendência ampliou-se e passou a ser executado na maior parte dos equipamentos existentes em um EAS, principalmente pela pressão empregada pela comunidade para a prestação de serviços mais confiáveis e seguros (COOK & WEBSTER, 1979).

No Brasil, a MP de EMAs iniciou-se no final da década de 1980, com o propósito de minimizar custos e estender a vida útil dos equipamentos (RAMÍREZ, 1996).

De acordo com Bronzino (1992), é necessário desenvolver métodos de manutenção específicos para cada tipo de EMA, assegurando-se, desse modo, que todas as perspectivas relativas ao planejamento das atividades preventivas sejam consideradas durante a execução das tarefas. Além disso, deve-se ficar atento ao fato de que um EMA deve ser incorporado no programa de MP apenas se for fundamentada sua seleção por um dos seguintes motivos: atenuação dos custos de manutenção; prevenção de reparos de larga escala; aumento da disponibilidade; diminuição do risco de acidentes; atendimento a padrões, normas ou exigências (BRONZINO, 1992).

Segundo Kaur, Defrancesco e Enderle (2005) a MP de EMA baseia-se em conhecimentos e princípios científicos e de Engenharia Biomédica, na experiência dos responsáveis pela manutenção, nas recomendações dos fornecedores dos EMAs e nas normas aplicáveis. Além disso, a não realização da MP pode levar a

respostas inferiores do equipamento, atrasos na sua reparação e principalmente a um aumento de custos na execução da mesma (DE VIVO *et al*, 2004).

A inclusão de um EMA na MP e a determinação de quando essa manutenção deve ocorrer, é decidida com base em critérios de risco, que incluem fatores relativos à função do EMA, o risco físico associado (o risco para o paciente com relação à morte, danos físicos, diagnóstico incorreto, entre outros) e os requisitos de manutenção. Esses critérios pretendem funcionar como um guia para determinar quais os equipamentos que devem estar sujeitos à aplicação de um plano de MP e qual deve ser esse plano (DE VIVO *et al*, 2004), (KAUR, DEFRENCESCO, ENDERLE, 2005).

Diante disso, BRASIL (1995) recomenda que nem todo EMA pode/deve ser averiguado periodicamente. Para comprovar esta recomendação, tem-se que um procedimento, em média, de uma MP de duas horas realizada sobre 3.500 EMAs num período de 6 meses, exigiria 14.000 horas/homem a cada ano. Sabendo-se que tem-se 35 horas/semana/técnico, necessita-se de oito profissionais exclusivos para realizar a MP, desconsiderando férias, doenças ou feriados. Nessa situação, a MP deve, impreterivelmente, ser seletiva para que seja economicamente viável (BEN-ZVI, 1982).

Antes de implementar a rotina de MP, é importante o conhecimento e entendimento da situação atual do setor de manutenção e dos EMAs. Essa compreensão permitirá que se implemente um projeto com todas as metas a serem cumpridas, os recursos materiais e humanos necessários, os prazos para a realização desses objetivos e, principalmente, o investimento financeiro essencial para atingir cada meta. A composição deste tipo de proposta é vital não só para a preparação de um protocolo de MP, mas para a implantação ou atualização de qualquer atividade dessa esfera que abrange os recursos citados (MARTINI, 2005).

Ao se implantar um sistema de manutenção de EMAs, é indispensável respeitar a importância do serviço a ser realizado e, principalmente, a maneira de gerenciar a execução do mesmo. Não basta uma equipe de manutenção apenas consertar um EMA, é necessário ter conhecimento da importância do equipamento nos procedimentos clínicos ou nas atividades de apoio a tais procedimentos. Para

isso é fundamental saber a história do EMA dentro do EAS, a que grupo ou família de equipamentos o mesmo refere-se, sua vida útil, seu grau de obsolescência, suas características técnicas, a possibilidade de substituição durante a manutenção; enfim, tudo que se refira ao EMA e que possa, de alguma forma, contribuir para que o serviço de manutenção obtenha segurança e qualidade no resultado do trabalho (MARTINI, 2005).

Todas essas informações irão auxiliar o gestor na programação de uma rotina de MP e no alcance do nível de confiabilidade exigido, já que uma manutenção inapropriada coloca em risco a segurança do paciente. Portanto, cabe ao responsável, por meio do conhecimento do EAS, da sua infraestrutura e do parque tecnológico instalado, determinar um programa de MP eficaz que possa garantir a presteza e confiabilidade em sua execução (MARTINI, 2005).

### 3. ENGENHARIA CLÍNICA

O aumento crescente do parque tecnológico de equipamentos médicos num hospital, sendo alguns deles com funcionamento bastante complexo, e o surgimento de novas tecnologias tornaram indispensável a presença de um profissional especializado em assessorar o corpo clínico, do ponto de vista técnico, no gerenciamento de todas as tecnologias associadas ao serviços de saúde. Esse profissional é o Engenheiro Clínico, que utiliza tecnologias e métodos de engenharia para solucionar problemas relacionados com serviços oferecidos por um EAS (BAULD, 1991), (CALLIL, 1990).

A Engenharia Clínica (EC) é uma peculiaridade da Engenharia Biomédica. De acordo com Bronzino (1992), o Engenheiro Biomédico é responsável por prover materiais e ferramentas que são utilizados em pesquisa, diagnóstico e tratamento de doenças pelos profissionais de saúde. Várias organizações deram a sua interpretação à definição de Engenheiro Clínico, e dentre as mais completas pode-se citar:

- Associação Americana de Hospitais (AHA – *American Hospital Association*): “Engenheiro Clínico é a pessoa que adapta, mantém e melhora o uso seguro dos equipamentos e instrumentos de um hospital” (BRONZINO, 1992), (DYRO, 2004).
- Colégio Americano de Engenheiros Clínicos (ACCE – *American College of Clinical Engineering*): “Engenheiro Clínico é o profissional que auxilia no tratamento do paciente aplicando suas habilidades em engenharia e gerenciamento nas tecnologias aplicadas à saúde” (BAULD, 1991), (BRONZINO, 1992), (DYRO, 2004).

A EC possibilita a redução de custos e aumenta a eficácia dos procedimentos relacionados com a tecnologia na saúde. Segundo Betts (1987), as maiores reduções de custos ocorrem nas áreas de manutenção e aquisição de capital, mas economias adicionais são possíveis por meio do treinamento de usuários ou pessoal de manutenção, gerenciamento de riscos, investigação de acidentes, e construção ou reforma do espaço físico. Para isso o Engenheiro Clínico precisará coletar dados

pertinentes e confiáveis que identifiquem as áreas que apresentam potencial para redução de custos.

O Engenheiro Clínico também pode atuar nas seguintes áreas:

- Gerenciamento de tecnologias no hospital: gerenciamento de pessoal e de orçamentos; gerenciamento e desenvolvimento do programa de EC; planejamento e aquisição de tecnologias; garantia da qualidade dos serviços (QA - *Quality Assurance*); e gerenciamento de riscos relacionados com tecnologias (GOODMAN, 1991).
- Avaliação tecnológica em hospitais: introdução de melhorias operacionais nos procedimentos tecnológicos; planejamento de espaço e layout de sistemas de infraestrutura; análises de pesquisa operacional sobre o fluxo de pacientes; avaliação da facilidade de manutenção das tecnologias; estimativas de mão de obra necessária; estimativas dos custos de operação e do ciclo de vida das tecnologias; e avaliação dos riscos operacionais e legais da utilização da tecnologia (SHAFFER & SHAFFER, 1991).

Segundo Painter, Betts & Carver (1989), de uma forma ou de outra todos os Engenheiros Clínicos estão envolvidos com gerenciamento tecnológico, sendo que para atuar efetivamente no ambiente da saúde, o Engenheiro Clínico precisa de uma excelente formação em engenharia com conhecimentos de fisiologia, anatomia, instrumentação médica e eletrônica.

### **3.1 Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia**

O Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU) é o maior prestador de serviços pelo Sistema Único de Saúde (SUS) em Minas Gerais, e o terceiro no ranking dos maiores hospitais universitários da rede de ensino do Ministério da Educação (MEC), além de ser referência em média e alta complexidade para uma população de mais de 2 milhões de habitantes em 86 municípios e microrregiões do Triângulo Norte. O hospital oferece atendimentos de

urgência e emergência e de alta complexidade, sendo o único hospital regional com porta de entrada aberta 24 horas (HCU-UFU, 2016).

O Hospital foi inaugurado em agosto de 1970 como uma unidade de ensino para o ciclo profissionalizante do curso de Medicina da Escola de Medicina e Cirurgia de Uberlândia, sendo que o mesmo tinha apenas 27 leitos. Hoje possui 520 leitos e mais de 50 mil m<sup>2</sup> construídos (HCU-UFU, 2016).

O HCU-UFU realiza atendimentos nas seguintes especialidades (HCU-UFU, 2016):

- **MÉDICA:** Alergologia, Ambulatório de Dor, Cardiologia, Dermatologia, Endocrinologia, Gastroenterologia, Genética Médica, Geriatria, Hanseníase, Hematologia, Hemodiálise, Marca passo, Médica Geral, Medicina Preventiva, Moléstia Infecciosa, Nefrologia, Neurologia, Oncologia, Pneumologia, Psiquiatria, Reumatologia, Saúde Ocupacional.
- **CIRURGIA:** Angiologia, Cirurgia Geral, Plástica, Cardíaca, Tórax, Cabeça e Pescoço, Anestesiologia, Gastrocirurgia, Neurocirurgia, Oftalmologia, Ortopedia, Otorrinolaringologia, Pequena Cirurgia, Urologia, Traumatologia, Proctologia.
- **GINECOLOGIA:** Alto Risco, CA Ginecologia, Climatério, Esterilidade, Ginecologia, Mastologia, Obstetrícia, Planejamento Familiar.
- **PEDIATRIA:** Cardiologia, Ginecologia, Pediatria Geral, Pneumologia, Neonatologia, Puericultura, Cirurgia Pediátrica, Gastroenterologia, Reumatologia, Endocrinologia, Nefrologia, Moléstia Infecciosa, Ortopedia, Neuropediatria, Alergologia, Otorrinolaringologia, Psiquiatria, Urologia, Hematologia, Neurocirurgia.

### 3.1.1 Bioengenharia

O setor do HCU-UFU responsável pela manutenção dos equipamentos médico-assistenciais é a Bioengenharia, sendo que, além dos serviços de manutenção, o setor atua também nas atividades de ensino e pesquisa.

Atualmente sua equipe contém 65 colaboradores distribuídos nas áreas de Engenharia Clínica e Engenharia Hospitalar como: Gerência, Engenharia, Almoxarifado, Mecânica, Eletrônica, Elétrica, Tapeçaria, Caldeira, Manutenção Predial, Arquitetura Hospitalar, Instrumental e Laboratório de Qualidade.

O atual sistema de gerenciamento de manutenção hospitalar implantado no HCU-UFG é o SisBiE (Sistema de BioEngenharia), sendo que por meio do mesmo é possível estabelecer um controle eficiente de todo o parque tecnológico existente no hospital, gerenciar todas as manutenções internas e externas que o setor de BioEngenharia realiza e ainda gerar indicadores sobre a qualidade da prestação dos serviços realizados pelo setor (GODOI, 2014). A interface do SisBiE pode ser visualizada na Figura 1.

**Figura 1 – Interface do Sistema de BioEngenharia (SisBiE)**



Fonte: SisBiE, 2016.

### 3.1.2 Famílias de Equipamentos do SisBiE

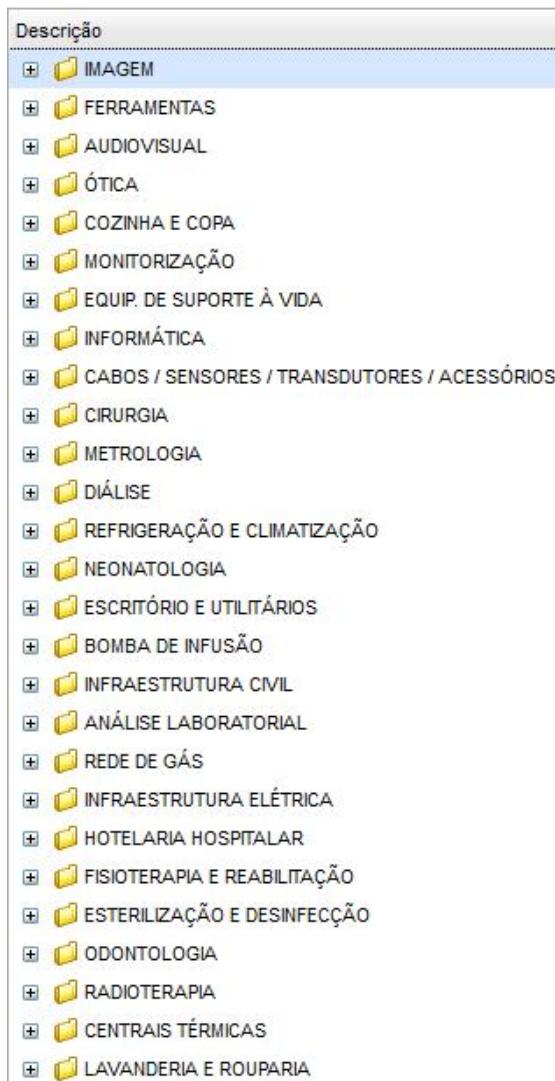
Em 2014, houve a necessidade de atualizar e montar um novo banco de dados para o SisBiE, pois o banco de dados que existia completava 10 anos no

mesmo ano. Diante disso, criou-se uma metodologia de classificação de equipamentos, que no SisBiE é chamado de Famílias de Equipamentos.

Foram criados 27 grupos funcionais, pois assim seria possível ter um banco de dados organizado além de um bom gerenciamento de todos os equipamentos em um EAS de grande porte (GODOI, 2014).

A Figura 2 ilustra as Famílias de Equipamentos do SisBiE.

**Figura 2 – Famílias de Equipamentos do SisBiE**



Fonte: SisBiE, 2016.

A ideia adotada para cada grupo funcional é que cada um deveria ter uma classificação simples, de fácil entendimento e visualização para todos os usuários do sistema, ou seja, as famílias de equipamentos contemplam a mais simples funcionalidade dos equipamentos enquadrados dentro da mesma, por exemplo, o raio-X é um equipamento que produz uma imagem; um monitor multiparamétrico é um EMA que monitora sinais vitais do paciente; um berço aquecido é utilizado somente para aquecer bebês; etc (GODOI, 2014).

Para tornar mais clara a metodologia de classificação das famílias de equipamentos do SisBiE, tem-se na Tabela 2 a funcionalidade de cada um dos 27 grupos existentes.

**Tabela 2 - Funcionalidade dos grupos funcionais do SisBiE**

Grupo Funcional	Funcionalidade
Imagen	Equipamentos que direta ou indiretamente produzem algum tipo de imagem ou estão ligados aos mesmos
Ferramentas	Utensílios, dispositivos ou mecanismos físicos utilizados na execução das manutenções
Audiovisual	Equipamentos cuja forma de comunicação combina com imagem e som
Ótica	Equipamentos com vínculo com luz, lente e prisma
Cozinha e Copa	Equipamentos e utensílios utilizados na cozinha e nas copas dos diversos setores do HCU-UFG
Monitorização	Equipamentos de monitoramento de sinais vitais ou que fazem parte dos mesmos
Equipamentos de Suporte à Vida	Equipamentos vitais para a sobrevivência do ser humano
Informática	Equipamentos ligados à informática
Cabos / Sensores / Transdutores / Acessórios	Grupo que contempla todos os acessórios dos equipamentos do HCU-UFG
Cirurgia	Equipamentos importantes para a realização de uma cirurgia
Metrologia	Equipamentos e/ou instrumentos utilizados para realizar algum tipo de medição ou calibração
Diálise	Equipamentos de tratamento dialítico
Refrigeração e Climatização	Equipamentos com função de resfriar e climatizar
Neonatologia	Equipamentos projetados para serem utilizados em recém-nascidos
Escritório e Utilitários	Equipamentos de escritório

(continua)

Grupo Funcional	Funcionalidade
Bomba de Infusão	Equipamentos de infusão
Infraestrutura Civil	Prédio e Estruturas do hospital
Análise Laboratorial	Equipamentos para o Laboratório de Análises Clínicas e de Patologias do HCU-UFU
Rede de Gás	Redes de gases medicinais do hospital
Infraestrutura Elétrica	Equipamentos como gerador, subestação.
Hotelaria Hospitalar	Equipamentos para locomoção, conforto e comodidade dos pacientes.
Fisioterapia e Reabilitação	Equipamentos voltados para reabilitação
Esterilização e Desinfecção	Equipamentos do Setor de Materiais e Esterilização (SEMES)
Odontologia	Equipamentos do Hospital Odontológico da UFU
Radioterapia	Equipamentos destinados ao tratamento de câncer (Hospital do Câncer de Uberlândia)
Centrais Térmicas	Equipamentos responsáveis pela geração de vapor e água quente
Lavanderia e Rouparia	Equipamentos do setor de Lavanderia

Fonte: Adaptado de GODOI, 2014.

Com a organização da base classificatória de equipamentos do HCU-UFU, houve outras vantagens que foram sendo conhecidas ao longo do uso dessa metodologia, dentre elas, o cadastramento das manutenções preventivas, de POPs (Procedimento Operacional Padrão) e o uso de indicadores gerenciais.

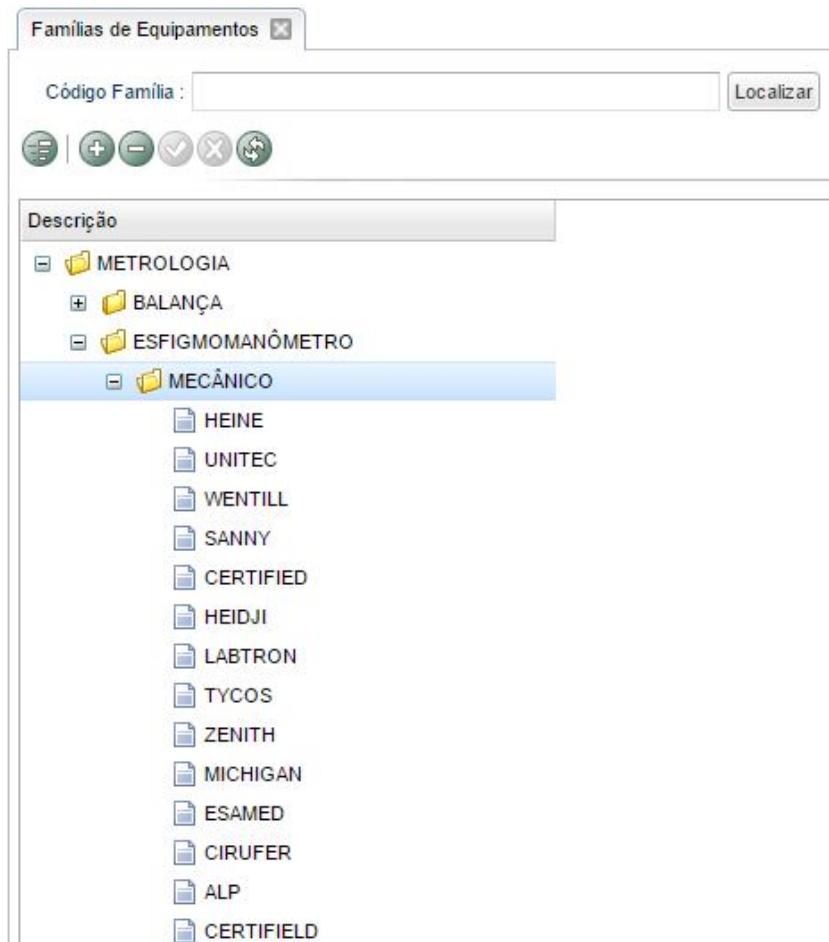
O cadastrado das MPs é feito por meio do grupo classificatório e todos os equipamentos que se encontram cadastrados nele são contemplados automaticamente com as atividades contidas na manutenção.

As Figuras 3 e 4 ilustram um exemplo de como funciona o cadastrado de manutenção preventiva no SisBiE.

Na Figura 3 tem-se a escolha do grupo de equipamentos para o qual se deseja fazer o cadastro da MP, sendo que o grupo é METROLOGIA – ESFIGMOMANÔMETRO – MECÂNICO. Feita essa escolha, o usuário deverá dar duplo clique em cima do grupo MECÂNICO. Após o duplo clique, o sistema irá abrir

a tela onde é feito o cadastrado das atividades das MPs, dos POPs e o cálculo dos indicadores, conforme Figura 4.

**Figura 3 – Exemplo de Cadastro de MP no SisBiE**



Fonte: SisBiE, 2016.

Na Figura 4 tem-se a visualização de vários campos, dentre eles: Código Família, Descrição, Equipe, Código Pai, e também tem-se três abas: Atividades Preventivas, POPs e Indicadores.

O campo Código Família é um identificador único, hierárquico, com capacidade para 7 níveis, sendo gerado automaticamente pelo SisBiE com base no campo Código Pai. Esse código é gerado quando o usuário cria um novo grupo funcional no sistema.

O campo Descrição é o nome dado ao grupo funcional pelo usuário. Neste caso, “MECÂNICO”.

**Figura 4 – Exemplo de Cadastro de MP no SisBiE**

Atividade	Descrição (Atividade)	Periodicidade

Fonte: SisBiE, 2016.

O campo Equipe se refere às equipes internas da BioEngenharia que são responsáveis por realizar as manutenções da família de equipamentos em questão. Neste caso, a equipe responsável pela família de equipamentos METROLOGIA - ESFIGMOMANÔMETRO – MECÂNICO é o Laboratório de Qualidade.

O campo Código Pai é o identificador único do elemento que está hierarquicamente acima do campo Código Família. Neste caso, esse código se refere à família ESFIGMOMANÔMETRO.

A aba Atividades Preventivas é local onde é feito o cadastrado de todas as atividades que estão englobadas na MP. Para isso, o usuário deverá clicar no botão “+”, que significa adicionar, para inserir uma atividade. Ao fazer isso, tem-se o pop-up da Figura 5. Nessa parte do cadastro, é necessário escolher a atividade que faz parte da MP e a periodicidade da mesma.

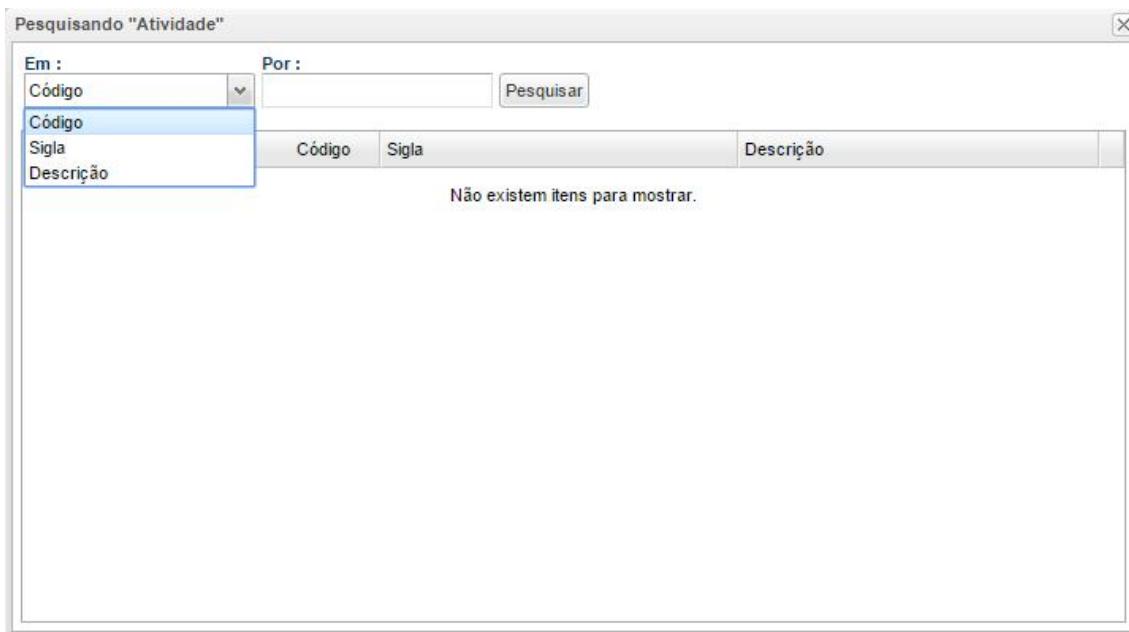
Para escolher a atividade desejada, deve-se clicar no botão da lupa. Clicando neste botão, um novo pop-up é aberto, conforme a Figura 6. É possível escolher a atividade pretendida por meio do código que a mesma possui, pela sua sigla, ou pela descrição.

**Figura 5 – Atividades Preventivas**



Fonte: SisBiE, 2016.

**Figura 6 – Guia das Atividades**



Fonte: SisBiE, 2016.

O código da atividade é gerado automaticamente pelo SisBiE, quando o usuário realiza o cadastrado de uma nova atividade no sistema, sendo que o mesmo é sequencial e único.

A sigla é um código com 5 caracteres, onde os dois primeiros caracteres são letras do alfabeto e os três últimos são números, sendo que este campo é preenchido pelo usuário quando o mesmo está realizando o cadastro de uma nova atividade.

A descrição, como o próprio nome diz, é o detalhamento da atividade, que também é inserido pelo usuário.

A Figura 7 ilustra um exemplo da escolha de uma atividade por meio da descrição. O usuário escreveu “ESFIGM” no campo “Por” e clicou em “Pesquisar”, sendo assim, o SisBiE listou 4 atividades. O usuário selecionou a atividade desejada (“CALIBRAR ESFIGMOMANÔMETRO”) e deu duplo clique na mesma.

Diante disso, o SisBiE retorna para o pop-up ilustrado na Figura 8. Assim o usuário deve clicar no botão “Salvar”. Feito todos esses passos, a preventiva já está automaticamente cadastrada no sistema e todos os equipamentos que pertencem ao grupo funcional METROLOGIA – ESFIGMOMANÔMETRO – MECÂNICO, serão contemplados com essa MP, conforme ilustra a Figura 9.

**Figura 7 – Escolha da Atividade da MP**

Código	Sigla	Descrição
798 EL362		CALIBRAR ESFIGMOMANÔMETRO
805 EL369		SUBST. MANÔMETRO DO ESFIGMO
2176 EL752		RECOLLOCAR RODINHAS DO CARRINHO DE ESFIGMO
2952 EE009		MONTAR ESFIGMOMANOMETRO COMPLETO

Fonte: SisBiE, 2016.

**Figura 8 – Salvando a Atividade da MP**

Atividades Preventivas   POPs   Indicadores

Atividade : EL362   CALIBRAR ESFIGMOMANÔMETRO

Periodicidade : 365

Fonte: SisBiE, 2016.

**Figura 9 – MP cadastrada**

Famílias de Equipamentos

Código Família :  Localizar

Código Família : 007.008.001.000.000.000.000

Descrição : MECÂNICO

Equipe : 45 LABORATORIO DE QUALIDADE

Código Pai : 007.008.000.000.000.000.000

Atividades Preventivas	POPs	Indicadores
<input type="button"/>	<input type="button"/>	<input type="button"/>
Atividade	Descrição (Atividade)	Periodicidade
EL362	CALIBRAR ESFIGMOMANÔMETRO	365

Fonte: SisBiE, 2016.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Visto os principais conceitos, neste capítulo será abordada a metodologia utilizada para o desenvolvimento da reestruturação do programa de manutenção preventiva de equipamentos médico-assistenciais.

### 4.1 Início

Este trabalho foi desenvolvido na Engenharia Clínica que integra o setor de BioEngenharia do HCU-UFG.

O SisBiE é um sistema de gerenciamento de manutenção novo, implantado em Janeiro de 2014, assim foi proposto pela gerência do setor de BioEngenharia que seria necessário fazer a reestruturação das manutenções preventivas (MP) de todos os equipamentos médico-assistenciais do HCU-UFG. Isso se deu, pois o antigo sistema de manutenção do setor, o SGE (Sistema de Gerenciamento de Equipamentos), continha várias preventivas cadastradas erroneamente, sendo que os erros eram: atividades de MP que não condizem com o EMA em questão; periodicidade da MP não condizente com o manual do equipamento; EMA sem MP; entre outros.

Diante da proposta, a primeira tarefa desse trabalho foi fazer um levantamento no SGE para verificar quais eram os grupos funcionais de EMAs que já tinham MP em execução no antigo sistema, sendo que levou-se em consideração a descrição das atividades propostas e a periodicidade das mesmas. Esse levantamento foi realizado pelo Setor de Desenvolvimento do HCU-UFG, pois foram utilizadas ferramentas computacionais no banco de dados do SGE para fazer essa listagem. A Figura 10 ilustra parte da tabela utilizada no levantamento das famílias de EMAs que tinham MP cadastradas no SGE.

Além disso, foi feito outro levantamento dos grupos funcionais de EMAs que não tinham MP em execução, para que fossem incluídos no planejamento de MP da BioEngenharia. A Figura 11 ilustra parte da tabela utilizada neste levantamento.

Estas famílias de equipamentos não tinham MP cadastrada pela falta de treinamento e conhecimento técnico, por estarem em garantia, pela falta de peças específicas para a realização do MP, entre outros fatores.

**Figura 10 – Parte da tabela feita no levantamento de famílias de EMAs com MP do SGE**

1	EQUIPAMENTO
2	RESPIRADOR INTERMED INTER 5
3	RESPIRADOR SECHRIST IV-100B
4	RESPIRADOR BIRD MARK 7
5	RESPIRADOR BENNETT MA-1
6	RESPIRADOR SECHRIST IV-200
7	RESPIRADOR NEWPORT WAVE
8	RESPIRADOR INTERMED INTER 3
9	RESPIRADOR BIRD 8400STI
10	RESPIRADOR TAKAOKA MONTEREY PADRAO
11	RESPIRADOR NEWPORT BREEZE
12	MONITOR CARDIACO/ MULTIPARAMETRICO DX2010
13	DESFIBRILADOR E CARDIOVERSOR FUNBEC ECA
14	INCUBADORA OLIDE CZ RW
15	RESPIRADOR DRÄGER SAVINA
16	UMIDIFICADOR DO RESPIRADOR INTERMED INTER 5
17	RESPIRADOR TAKAOKA MICROTAK 920 PLUS
18	TOMOGRAFO SIEMENS SOMATOM AR
19	BERCO AQUECIDO FANEM 003
20	DESFIBRILADOR E CARDIOVERSOR FUNBEC ECA
21	RAIO-X MEDICOR MED X 50
22	RAIO-X MEDICOR TRANSPORTAVEL MEDIR
23	RAIO-X MEDICOR SK7-3 ARCO CIRURGICO
24	RAIO-X NEO-DIAGNOMAX
25	MAMOGRAFO MEDICOR
26	BOMBA DE INFUSAO LIFE <sup>TM</sup> MED LF2001
27	RAIO-X SIEMENS TRIDOROS 5S
28	RAIO-X SALGADO E HERMAN SH-50B
29	RAIO-X COIMEX T903/100B
30	BISTURI ELETRO/ELETRONICO DELTRONIX B 3
31	BISTURI ELETRO/ELETRONICO WEM HF 120

Fonte: SGE, 2016.

Feita a revisão de quais grupos funcionais tinham MP no antigo sistema e quais não tinham, foi proposto pela gerência da BioEngenharia que antes de lançar a manutenção preventiva no sistema, deveria ser feito o POP (Procedimento Operacional Padrão) da mesma.

Para que seja realizada uma MP adequada do EMA é necessário ter conhecimento do equipamento e de suas necessidades. Com base nisso, tem-se

usado POPs para estruturar todos os passos críticos e sequenciais a serem seguidos durante a manutenção para garantir o resultado esperado da tarefa. O POP nasceu da mecanização dos processos industriais, com o objetivo de padronizar e minimizar a ocorrência de desvios na execução de tarefas fundamentais para o funcionamento correto do processo, assegurando que as ações tomadas para garantir a qualidade sejam sempre as mesmas, aumentando assim a previsibilidade dos resultados e minimizando as variações causadas por imperícias e adaptações aleatórias (CASTRO *et al*, 2015).

**Figura 11 – Parte da tabela feita no levantamento de famílias de EMAs sem MP**

DESCRIÇÃO DA FAMÍLIA DE EQUIPAMENTOS
FOTOTERAPIA FANEM BILITRON 3006 BTP
FOTOTERAPIA FANEM BILITRON SKY 5006
MONITOR MULTIPARAMÉTRICO DIXITAL DX 2020
MONITOR MULTIPARAMÉTRICO OMNIMED OMNI 612
MONITOR MULTIPARAMÉTRICO DRÄGER INFINITY DELTA XL
BISTURI ELETRÔNICO WEM SS 601 MC
BISTURI ELETRÔNICO WEM SS 100 MC
BISTURI ELETRÔNICO WEM SS 501 S
BISTURI ELETRÔNICO WEM ARGON 4
BISTURI ELETRÔNICO COVIDIEN FORCE FX
ELETROCARDIÓGRAFO CARDIOLINE AR 600 ADV
ELETROCARDIÓGRAFO DIXITAL EP-3
ELETROCARDIÓGRAFO ECAFIX ECG-6
ELETROCARDIÓGRAFO ECAFIX PERFECT MD
ELETROCARDIÓGRAFO TEB ECGPC
ELETROCARDIÓGRAFO BIONET CARDIO TOUCH 3000
DESFIBRILADOR/CARDIOVERSOR INSTRAMED CARDIOMAX
DESFIBRILADOR/CARDIOVERSOR INSTRAMED HS 03
INCUBADORA NEONATAL FANEM VISION ADVANCED 2286
MÁQUINA DE HEMODIÁLISE FRESENIUS 4008 S
MÁQUINA DE HEMODIÁLISE FRESENIUS 4008 S V10
ULTRASSOM ECOCARDIOGRAFIA GE VIVID-I
ULTRASSOM ECOCARDIOGRAFIA PHILIPS HD11
ULTRASSOM ECOCARDIOGRAFIA SIEMENS ACUSON SC2000
ULTRASSOM RADIOLOGIA ALOKA SSD-500
ULTRASSOM RADIOLOGIA MEDISON SA8000SE

Fonte: SGE, 2016.

A reestruturação das manutenções preventivas foi feita baseada nas indicações existentes nos manuais dos EMAS, nas recomendações feitas pela ANVISA e também na experiência dos profissionais de Engenharia Clínica da

BioEngenharia, que levam em consideração todos os dados cadastrados no SisBiE para a tomada de decisão na gestão das MPs alterando as periodicidades sugeridas no manuais devido à quantidade de técnicos disponíveis para a realização da manutenção, a quantidade e disponibilidade de EMAs, e o custo de peças e acessórios para a execução dessas MPs.

Em um primeiro momento, foi definido que a reestruturação das MPs seguiriam os seguintes passos:

- estudo dos manuais técnicos e operacionais dos EMAS;
- definição e criação das atividades da manutenção preventiva;
- visita ao setor onde o EMA estivesse lotado para tirar as fotografias necessárias para descrever visualmente as atividades da MP e realizar a montagem do POP;
- criação do POP;
- cadastramento da MP no SisBiE.

Feito o primeiro POP, notou-se que houve uma grande demanda de tempo para que as fotografias fossem tiradas e o POP confeccionado, e com isso o cadastrado de MPs foi ficando lento e fora do planejamento feito pela BioEngenharia. Além disso, foi detectado um outro problema, algumas MPs necessitam de troca de peças para que sejam executadas e como essas peças são específicas para essa função, o setor de Almoxarifado da BioEngenharia não possuía as mesmas, sendo necessário realizar o pedido de compra.

Para realizar o pedido de compra era necessário ter a ordem de serviço (OS), que na BioEngenharia é chamada de Pedido de Serviço de Manutenção (PSM), em aberto. Isso significa que este PSM seria a MP e por isso, a mesma deveria ser cadastrada antes de ter o POP.

Com esses contratemplos, ficou decidido que as MPs deveriam ser cadastradas sem o POP e à medida que as mesmas fossem realizadas, os POPs seriam confeccionados, pois dependendo do caso, seria necessário ter as peças em mãos para demonstrar como a manutenção deve ser realizada.

Durante a realização deste trabalho, foram elaborados os procedimentos de manutenções preventivas para os seguintes EMAs:

- Incubadora Neonatal;
- Osmose Reversa;
- Fototerapia;
- Máquina de Hemodiálise;
- Aparelho de Anestesia;
- Bisturi Eletrônico;
- Monitor Multiparamétrico;
- Microscópio;
- Esfigmomanômetro Mecânico;
- Berço Aquecido

No decorrer do cadastro das manutenções preventivas, houve um questionamento sobre qual indicador de desempenho seria utilizado para determinar se as manutenções estavam sendo eficazes. Diante disso, foi estabelecido o indicador disponibilidade.

Num primeiro momento, pode-se admitir que a disponibilidade é o grau em que o equipamento está pronto para funcionar. “Uma máquina da produção não está disponível se a mesma acabou de falhar ou está em manutenção após uma falha” (SLACK, 2002).

A disponibilidade pode ser definida de várias maneiras, sendo que apenas duas condições são características dos equipamentos: operando normalmente ou paralisado. Na última situação, leva-se em consideração que o equipamento foi submetido a reparo. No entanto, permanece na rotina das organizações um amplo complexo de circunstâncias intermediárias. De modo geral, o ajuste da fórmula para levar em conta essas circunstâncias não altera a conceituação básica de disponibilidade (VAZ, 2003).

Diante disso, observa-se que não existe unanimidade entre os autores com relação à diversidade da terminologia atual sobre o termo disponibilidade.

Monchy (1989) relata que disponibilidade é a probabilidade de um equipamento estar com seu funcionamento adequado em um instante t.

Pinto e Xavier (2001) definem disponibilidade como o tempo em que o equipamento, sistema ou instalação está disponível para operar ou em condições de produzir.

Diante disso, existem diversas formas para medir a disponibilidade, dependendo das particularidades de operação do equipamento e dos motivos de paradas. Um exemplo a ser citado seria incluir ou não os tempos relativos às manutenções corretivas e preventivas (VAZ, 2003). Ainda, de acordo com Slack (2002), “quando a disponibilidade é usada como indicador do tempo de operação, excluindo a consequência da falha, é calculada” pela seguinte fórmula (Eq. 1):

$$\text{Disponibilidade } (D) = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \quad (\text{Eq. 1})$$

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.

Para este trabalho, levou-se em consideração o cálculo da disponibilidade utilizado pela OEE (Efetividade Global do Equipamento), onde pode definir-se o cálculo deste parâmetro da seguinte maneira (CHIARADIA, 2004):

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

Diante disso, a equação utilizada para calcular a disponibilidade dos EMAS deste trabalho (Eq. 2) foi:

$$Disp = \frac{\sum(\text{Tempo de funcionamento}) - \sum(\text{Tempo de indisponibilidade})}{\sum(\text{Tempo de funcionamento})} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

- Disp – Disponibilidade em %;

- Tempo de funcionamento – Somatória do tempo de funcionamento de cada EMA da família a qual o mesmo pertence. Neste caso, o tempo de funcionamento é calculado com base na data de aquisição do EMA que está registrada no SisBiE;
- Tempo de indisponibilidade – Somatória do tempo de indisponibilidade de cada EMA da família a qual o mesmo pertence.

Determinou-se usar a equação com as somatórias para facilitar o cálculo no banco de dados de cada família de EMAs, pois existem famílias com muitos equipamentos e também este trabalho levou em consideração muitas famílias diferentes.

O período utilizado para calcular a disponibilidade foi de 01/01/2012 até o dia anterior ao início das preventivas reestruturadas. A decisão para esse período foi para que a análise fosse feita em períodos próximos, porque como existem equipamento antigos, se a data inicial fosse em 2004, por exemplo, quando foi implantado o SGE, seriam analisados períodos em que equipamentos são novos e possuem, na maioria das vezes, menor quantidade de manutenções corretivas, o que elevaria a disponibilidade dos mesmos dificultando a análise dos resultados.

Após o cálculo da disponibilidade para cada família de EMAs, foi feita a análise estatística dos resultados obtidos antes e depois da reestruturação das manutenções preventivas.

## **4.2 Equipamentos**

### **4.2.1 Incubadora Neonatal**

Incubadora (de berçário e de transporte) é um equipamento médico-assistencial com uma cavidade fechada e transparente, que proporciona aquecimento para conservar a temperatura do corpo de recém nascidos e é um EMA essencial à vida, pois é favorável para o bebê nos seguintes aspectos (BRASIL, 2002), (BRASIL, 2004):

- Crescimento;
- Desenvolvimento;

- Resistência às doenças;
- Sobrevivência.

Muitos tipos de incubadoras proporcionam aquecimento por meio do fornecimento de calor a massas de ar que são postas a circular dentro do ambiente no qual o bebê está confinado. Além da temperatura, esses EMAs também controlam outros elementos deste ambiente, sendo os mesmos (BRASIL, 2002), BRASIL, 2004):

- Umidade;
- Circulação de ar;
- Oxigênio;
- Luz.

As incubadoras são primariamente construídas para uso no ambiente hospitalar, sendo que as mesmas fazem uso de fontes de energia proveniente da rede elétrica, porém existem também as incubadoras de transporte, que por serem portáteis utilizam baterias recarregáveis (BRASIL, 2004).

Apesar de ser um EMA muito difundido nos EAS, eles também possuem algumas falhas, sendo as mesmas (BRASIL, 2004):

- Falhas em termostatos que causam sobreaquecimento e hipertermia;
- Funcionamento inadequado ou defeitos de fabricação que podem produzir efeitos danosos, como choque elétrico e incêndio;
- Erros de operação no manuseio do EMA;
- Manutenção deficiente nas incubadoras de transporte, produzindo falha no fornecimento de energia elétrica por baterias ou marcação inadequada do nível de carga das baterias;
- Devido à mobilidade, as incubadoras de transporte recebem impactos que podem alterar seu funcionamento adequado, bem como suas condições físicas;
- Manutenção dos baixos níveis de ruídos no interior dos EMAs, pois por serem fechados pela tampa acrílica, os ruídos gerados no ambiente externo e por partes internas do equipamento, por exemplo, ventilador

e motor, são amplificados fazendo com que o ruído no interior da câmara exceda os limites aceitáveis.

#### **4.2.2 Osmose Reversa**

Osmose é um processo de fundamental importância na natureza, que ocorre nas células de nosso corpo, já que o transporte seletivo por meio de membranas é essencial à vida e foi descrito pela primeira vez a mais de duzentos anos. Quando uma membrana semipermeável fica entre meios com diferentes concentrações salinas, por meio de uma pressão (osmótica) a água tende a atravessar a membrana em direção à solução mais salina, para tentar manter o equilíbrio salino das soluções (VEXER, 2012), (PERMUTION, 2016).

Na osmose reversa é aplicada uma pressão superior à pressão osmótica fazendo com que apenas água mais salina atravesse a membrana na direção da água menos salina obtendo-se água pura. Os sais dissolvidos são rejeitados pela membrana (VEXER, 2012). Na prática, isto é obtido pressionando-se a solução por meio de uma bomba e passando a solução sob alta pressão por um vaso de pressão onde está contida a membrana, vaso este denominado de permeador (PERMUTION, 2016).

A osmose reversa hoje é o meio mais eficiente, estável e contínuo para filtração no que diz respeito à qualidade e baixo custo em processos que requeiram baixa concentração de sais, bactérias, etc. Este EMA é destinado ao uso em centros de diálise, porém existem as osmoses reversas portáteis que são utilizadas em UTIs, clínicas cirúrgicas, entre outros locais do EAS (VEXER, 2012).

A membrana presente no equipamento, executa um processo físico de filtração, e por isso é eficiente para vários contaminantes, remove em média 96,5% dos sais dissolvidos e 99% de bactérias e vírus. Além disso, é o principal componente de filtração do EMA. É um componente relativamente delicado que, para ter uma vida útil e desempenho satisfatório precisa operar dentro de certos parâmetros e por isso, deve-se ter um excelente controle de suas manutenções (VEXER, 2012).

#### **4.2.3 Fototerapia**

A fototerapia é uma modalidade de tratamento para a hiperbilirrubinemia (icterícia) neonatal, que consiste na exposição da pele do paciente a uma dose de irradiação, no espectro azul da luz visível, por um tempo determinado, conforme critério médico (FANEM, 2014). Essa aplicação de luz promove uma transformação fotoquímica da bilirrubina que permite que os fotoproductos sejam eliminados pelos rins ou pelo fígado, sem sofrerem modificações metabólicas (OLIVEIRA, 2006).

O uso da fototerapia para o tratamento da icterícia neonatal teve início no final da década de 1950 e contou na sua evolução com os diferentes tipos de lâmpadas existentes, como as fluorescentes e as halógenas que foram adaptadas para esta aplicação terapêutica, porque ofereciam outras faixas espectrais da luz visível, e também, emitiam infravermelho e ultravioleta, que devido aos riscos, tinham que ser minimizados com o uso de filtros no equipamento (FANEM, 2014).

Os primeiros equipamentos de fototerapia utilizaram lâmpadas para iluminar, como as fluorescentes brancas de baixa intensidade, que foram substituídas posteriormente pelas lâmpadas fluorescentes com maior emissão no espectro azul. Outros modelos também foram aplicados, como os dotados de lâmpadas halógenas, e os com uma variação de fibra óptica. O advento dos LEDs (diodos emissores de luz) e sua aplicação nas fototerapias trouxe uma maior especificidade terapêutica para o EMA (FANEM, 2014).

A eficácia terapêutica desses EMAs depende da concentração sérica inicial da bilirrubina antes do tratamento, da superfície corporal exposta à luz, da distância entre a fonte luminosa e o bebê, da dose e da irradiação emitida, e do tipo de luz utilizada, além de características essenciais do paciente, como peso, nutrição em uso e patologias associadas. Além disso, a literatura internacional destaca a necessidade da medição periódica da irradiação emitida por esses equipamentos, por meio de um monitor de radiação (OLIVEIRA, 2006).

#### **4.2.4 Máquina de Hemodiálise**

Os rins, são responsáveis pela eliminação de resíduos tóxicos do organismo, o controle de líquidos, bem como o de sais. Além disso, possuem a função de

fabricar e secretar hormônios como a eritropoetina, vitamina D e a renina. No momento em que seu funcionamento encontra-se comprometido, o organismo passa a reter líquidos, a pressão arterial aumenta e há acúmulo de resíduos prejudiciais ao organismo (BRASIL, 2010).

Para que a filtração possa suceder, é efetuado um procedimento chamado de diálise, que visa retirar o excesso de líquidos e substâncias reunidos no organismo do paciente com insuficiência renal, oriundos do metabolismo das células e da ingestão de líquidos e alimentos. Esses elementos são nocivos ao organismo e, nas fases avançadas da doença, causam sintomas como fraqueza, acidose, hipertensão, náuseas, vômitos, etc. A diálise não proporciona o restabelecimento dos rins nem restaura suas funções, ela é uma terapia suplente que realiza parcialmente as funções renais, precavendo danos a outros órgãos (BRASIL, 2010).

A hemodiálise é um tipo de diálise que promove a filtragem do sangue por via extracorpórea, onde são retiradas do sangue substâncias que em excesso trazem prejuízos ao corpo humano, como a ureia, o sódio, o potássio e a água. Esse processo acontece por meio de uma membrana sintética especial, contida em um dispositivo chamado dialisador (capilar ou filtro), que é formado por um conjunto de pequenos tubos chamados “linhas” (BRASIL, 2002), (BRASIL, 2010).

O EMA responsável pela hemodiálise é denominado máquina de hemodiálise e levando-se em consideração uma visão didática deste EMA, o mesmo possui a seguinte divisão: o circuito de sangue e o circuito do dialisato. O primeiro circuito compreende o trajeto que o fluido sanguíneo percorrerá em um ambiente extracorpóreo. Já o circuito do dialisato possui conceito análogo, ou seja, o dialisato é o fluido que circula. Os dois circuitos apresentam dispositivos eletrônicos de controle e monitoração do paciente (RUAS; SILVA; SOUZA, 2012).

O circuito do sangue é o percurso que esse fluido fará no meio extracorpóreo, sendo que o mesmo acontece da seguinte forma (RUAS; SILVA; SOUZA, 2012):

- Inicia-se com a agulha que é introduzida no paciente;
- Passa por uma bomba que determinará a pressão do sangue no circuito que é interligado aos capilares do dialisador;

- E por fim, o sangue passa por uma câmara cata-bolhas para voltar ao paciente.

O circuito do dialisato é o trajeto que o mesmo fará na máquina de hemodiálise, sendo (RUAS; SILVA; SOUZA, 2012):

- Inicia-se com o preparo do dialisato;
- Passa por uma bomba peristáltica que o impulsiona para tornar eficiente as trocas de substâncias com o sangue;
- E por fim, o dialisato é descartado.

Uma sessão de hemodiálise realiza apenas parte do trabalho dos rins e dura geralmente de 3 a 4 horas e o sangue percorre o filtro da máquina de hemodiálise 17 vezes. Os pacientes habitualmente necessitam de três sessões de hemodiálise por semana (BRASIL, 2002). Além disso, pode-se medir a quantidade de diálise e pode-se mudar essa quantidade, aumentando ou diminuindo o tempo da mesma, o número de sessões semanais, o fluxo de sangue ou o tamanho do dialisador (BRASIL, 2010).

A quantidade de hemodiálise que o paciente requer é estipulada de acordo com o estado de atividade do corpo, da alimentação e da ingestão de líquidos. É significativo durante o tratamento que o paciente esteja se sentindo bem, tenha um bom estado alimentar, não apresente edemas, tenha a pressão arterial controlada e esteja com seus exames de sangue com quantia aceitável de ureia e potássio, entre outros (BRASIL, 2010).

O funcionamento adequado às condições operacionais do EMA é imprescindível para que seja garantido ao paciente maior eficiência e segurança. No momento atual existe um grande progresso em relação à segurança e à eficácia das máquinas de hemodiálise, o que torna este tratamento bastante seguro. No entanto, é importante estar alerta para problemas que venham acontecer, decorrentes dos produtos/equipamentos/acessórios utilizados (BRASIL, 2010), (RUAS; SILVA; SOUZA, 2012).

#### **4.2.5 Aparelho de Anestesia**

Anestesia é um estado do sistema nervoso central no qual a resposta a estímulos nocivos é suprimida reversivelmente. Poucas práticas cirúrgicas podem ser realizadas sem a indução de anestesia geral. O moderno sistema de anestesia é composto de um conjunto de máquinas para administrar os gases anestésicos e monitorar o comportamento do paciente (BRASIL, 2002), (BRASIL, 2004), (BRASIL, 2010).

O aparelho de anestesia, também conhecido nos tempos modernos como Estação de Trabalho de Anestesia por ter muitas inovações tecnológicas, é formado de vários itens integrados entre si cuja a função básica é administrar gases durante a anestesia inalatória. Geralmente, o EMA, consiste de componentes como sistema de condução de gases, vaporizador(es), ventilador, sistema antipoluição e diferentes monitores que avaliam a função fisiológica do paciente anestesiado. Esta integração permite simultaneamente a monitorização do fluxo de gases inspirados e expirados, pressões, volumes e capacidades respiratórias com compensação de possíveis perdas, além da corrente, voltagem e amperagem da alimentação elétrica do equipamento (FONSECA, 2006).

Os vários componentes do aparelho de anestesia envolvem estruturas de funcionamento pneumáticas até as complexas estruturas mecânicas, eletrônicas e componentes micro processados, sendo que a função dos mesmos é aumentar a segurança do paciente anestesiado. Atualmente as estações de anestesia são construídas com algoritmos computadorizados de verificação e auto ajuste de compensação (FONSECA, 2006).

Toda essa sofisticada tecnologia nem sempre está disponível para todos, o que torna essencial ao médico anestesiologista o conhecimento dos conceitos fundamentais e também do funcionamento do equipamento para que seja feito um correto manejo do EMA, seja ele básico ou sofisticado (FONSECA, 2006).

O aparelho de anestesia é considerado um EMA destinado à administração de gases anestésicos ao paciente, sendo constituído basicamente de três

componentes principais: a secção de fluxo contínuo, sistema respiratório e respirador (FONSECA, 2006), (BRASIL, 2010).

Conceitualmente a secção de fluxo contínuo é a parte do aparelho de anestesia cuja função é misturar gases ou vapores anestésicos a serem fornecidos ao paciente através do sistema respiratório. É composto por fluxômetros e vaporizadores (FONSECA, 2006), (BRASIL, 2010).

O sistema respiratório é o conjunto por meio do qual os gases ou vapores anestésicos podem ser direcionados de forma controlada, por dispositivos em conexões com a via aérea do paciente a ser anestesiado. Classifica-se em: sem absorvedor de CO<sub>2</sub> e com absorvedor de CO<sub>2</sub> (FONSECA, 2006), (BRASIL, 2010).

Finalmente, o respirador, também conhecido como ventilador, é o aparelho conectado às vias aéreas do paciente, cuja função é complementar ou fornecer ventilação pulmonar, devido à diminuição da respiração com a aplicação dos anestésicos (FONSECA, 2006), (BRASIL, 2010).

Como nos EAS brasileiros encontram-se equipamentos de diferentes idades, procedências e estágios tecnológicos, sendo assim, deve existir, por parte do médico anestesiologista, um cuidado muito criterioso no conhecimento dos princípios gerais de funcionamento do EMA, bem como na forma que a assistência técnica é empregada, sempre se atentando aos critérios e determinações da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), cujo fórum nacional de normalização estabelece termos e definições para a segurança mínima do EMA (BRASIL, 2004), (FONSECA, 2006).

#### **4.2.6 Bisturi Eletrônico**

As unidades de eletrocirurgia, ou bisturis eletrônicos, ou eletrobistuis, são equipamentos eletrônicos portáteis, usados em sua maioria nas salas cirúrgicas, destinados a gerar e aplicar correntes elétricas de radiofrequência (RF), com o objetivo de produzir aquecimento local instantâneo e controlado e assim realizar corte (incisão no tecido) ou coagulação (diminuição do sangramento) de forma rápida e segura. Para que isso ocorra, é necessário que as correntes elétricas

atravessem o corpo, ou pelo menos parte dele (BRASIL, 2002), (SILVA, 2015), (WEM, 2015).

São considerados uma tecnologia excelente, mas, por vezes, surgem queimaduras não intencionais para os pacientes e utilizadores do mesmo (SILVA, 2015). Correntes elétricas de baixa frequência, abaixo de 100.000 Hz, podem provocar estimulação neuromuscular o que poderia eletrocavar o paciente ou causar a sensação de choque (WEM, 2015).

Os efeitos da passagem de corrente elétrica pelos tecidos vivos do corpo humano são determinados por fatores que estão relacionados tanto com o tecido, por exemplo, impedância, umidade, condutividade térmica, como com a corrente elétrica utilizada, por exemplo, a intensidade, frequência, forma de onda (BRASIL, 2002), (SILVA 2015).

Na eletrocirurgia, o calor que destrói os tecidos não é produzido pelo contato com um metal aquecido, mas pela conversão de energia elétrica em calor no tecido, provocando alterações a partir dos 45°C (BRASIL, 2002), (SILVA, 2015).

O bisturi eletrônico é composto dos seguintes componentes: eletrodo ativo (caneta ou pinça bipolar), eletrodo dispersivo (eletrodo passivo ou placa neutra), fonte geradora de energia, cabos e pedais (BRITO, 2006).

As vantagens de um bisturi eletrônico são (SILVA, 2015):

- Maior precisão da incisão cirúrgica;
- Realização da coagulação do sangue (hemostase) reduzindo a perda de sangue;
- Efeito concomitante de corte e coagulação;
- Fácil acesso a determinados locais cirúrgicos;
- Destrução de células no local da cirurgia (por meio do calor), contribuindo para minimizar o risco de disseminação de células anormais;
- Redução do tempo de cirurgia.

Existem basicamente três efeitos cirúrgicos que podem ser obtidos por meio da eletrocirurgia: dessecção ou cauterização, corte eletrocirúrgico e fulguração ou coagulação. Abaixo são descritos estes efeitos (WEM, 2015):

- Dessecção: dos três efeitos cirúrgicos, a dessecção é tecnicamente a mais simples porque qualquer forma de onda, de corte ou de coagulação pode ser utilizada, sendo necessário apenas níveis baixos de potência. Consiste na coagulação sem faiscamento. A corrente elétrica passa através do tecido provocando aquecimento do mesmo e portanto, retirando lentamente a água nele contida. Como a dessecção deve ser realizada com o eletrodo ativo em bom contato elétrico com o tecido, é importante que o eletrodo esteja limpo.
- Corte Eletrocirúrgico: consiste no aquecimento das células do tecido tão rapidamente que elas explodem pelo vapor produzido internamente. Este processo também é conhecido por vaporização celular. O calor gerado é dissipado pelo vapor não havendo, portanto, condução para as células adjacentes. Quando o eletrodo é deslocado e entra em contato com novas células de tecidos estas explodem produzindo a incisão. É importante lembrar que o corte eletrocirúrgico é obtido por meio do faiscamento pelo tecido.
- Fulguração (coagulação): consiste na geração de faiscamento do eletrodo para o tecido com o mínimo efeito de corte. A fulguração permite a coagulação de grandes sangramentos. Uma boa forma de onda de fulguração pode faiscar o tecido com efeito de corte insignificante porque as faíscas longas dispersam mais calor e o efeito de aquecimento é intermitente. A temperatura da água no interior das células não se eleva o suficiente para provocar a explosão pelo vapor gerado. Assim, as células são desidratadas lentamente sem produzir incisão. Os elevados picos de voltagem da forma de onda de coagulação podem fazer a corrente circular através de resistências muito altas. Desse modo é possível fulgurar durante um longo tempo, mesmo após ter sido totalmente eliminada do tecido, e realmente carboniza-lo.

#### 4.2.7 Ventilador Pulmonar

Ventilação é o ato mecânico de fornecer ar aos pulmões. Acontece livremente por meio da ação da musculatura respiratória que ao contrair, faz surgir um gradiente de pressão entre o meio ambiente e os pulmões, promovendo a entrada de ar nos mesmos. Na expiração ocorre o relaxamento da musculatura respiratória, inverte-se o gradiente de pressão e o ar sai dos pulmões (BRASIL, 2002).

O ventilador pulmonar (VTP) é um EMA utilizado para prover respiração artificial. O objetivo do equipamento é providenciar suporte respiratório, seja temporário, completo ou parcial, a pacientes com incapacidade de respirar espontaneamente devido a fatores como doenças, anestesia, defeitos congênitos, etc. Esse EMA também é utilizado para permitir o descanso dos músculos respiratórios até que o paciente seja capaz de reassumir a respiração espontânea. A insuficiência pode estar associada a uma patologia que pode ser provocada para se obter analgesia, relaxamento muscular e redução da atividade metabólica, geralmente associados a procedimentos cirúrgicos (BRASIL, 2002), (ROMERO, 2006).

Basicamente, os VTPs, possuem uma fonte de pressão positiva que insufla os pulmões do paciente por meio de uma máscara, um tubo endotraqueal, ou uma traqueotomia. A pressão nos pulmões aumenta proporcionalmente ao volume do gás monitorado e o gás é exalado por meio de uma via de exalação onde a pressão é renovada (ROMERO, 2006).

Além desse suporte, o campo de aplicação do ventilador pulmonar é muito amplo, devido às diversas modalidades de ventilação disponível, e com isso existe a viabilidade de ser utilizado por todos os tipos de pacientes, desde recém nascidos até pacientes adultos (ROMERO, 2006). Diante disso, os ventiladores pulmonares podem ser divididos em quatro tipos (BRASIL, 2002):

- Ventilador para cuidado intensivo adulto;
- Ventilador para cuidado intensivo pediátrico;
- Ventilador para transporte;
- Ventiladores portáteis.

Esses EMAs dispõe de um sistema de controle, válvulas de gases, alarmes e sensores, além de mangueiras e tubos. Segundo Romero (2006), o processo de controle é programado pelo profissional que opera o EMA, controlando o funcionamento do VTP.

A mistura gasosa vinda do VTP é entregue ao paciente por meio do circuito denominado circuito paciente (exterior ao aparelho) que contém, entre outros componentes, cânulas ou tubos corrugados para a condução do ar, umidificadores, aquecedores, nebulizadores, filtros de bactérias, misturadores e válvulas reguladoras de pressão. A alimentação do EMA é feita via rede elétrica ou por bateria. A bateria pode ser utilizada por curtos períodos, durante a interrupção do fornecimento de energia elétrica ao EAS ou no caso de transportar o paciente de um lugar para outro. A bateria carrega-se automaticamente quando o VTP é ligado à rede elétrica (HELENO, 2014).

As válvulas reguladoras de pressão são as partes que fazem o ajuste da pressão de entrada do VTP, dos gases entregues ao paciente. Os misturadores são anexados à entrada de oxigênio dos VTPs, sendo que a função dos mesmos é misturar adequadamente diferentes tipos de gases nas concentrações desejadas. Os EMAs podem possuir entradas para ar comprimido, oxigênio e nitrogênio. A fração de oxigênio inspirado ( $\text{FiO}_2$ ) pode ser ajustada para evitar hipoxemia e hipóxia, sendo que os valores típicos são entre 21% a 100% (HELENO, 2014).

O circuito do paciente possui ainda válvulas que propiciam que o gás exalado pelo paciente saia para a atmosfera ou para outro circuito fechado. Quando o ar é entregue ao paciente, a pressão positiva precisa forçar o pulmão a receber o ar e, por isso, é necessário que a via usada para expiração do ar seja fechada. A válvula de exalação tem as funções de fechar o circuito de saída na inspiração e abrir o mesmo circuito na expiração. O circuito respiratório do paciente pode ter também nebulizadores para o controle de fármacos, umidificadores para adicionar vapor de água e filtros de bactérias para impedir a infecção do paciente (HELENO, 2014).

Além disso, os VTPs possuem alarmes que monitoram situações problemáticas que podem acontecer durante a operação do EMA como apneia,

pressão alta ou baixa, frequência do ciclo respiratório alta ou baixa, falta de gases na rede e desconexão ou bloqueio do circuito respiratório (HELENO, 2014).

Nos VTPs, as partes que menos apresentam defeitos são as eletrônicas, principalmente as que envolvem placas de microprocessadores e EPROMs (memória programável apagável somente de leitura). Aquelas que apresentam problemas mais frequentes são os circuitos que fornecem corrente, os alarmes e a fonte de alimentação e bateria, que possuem componentes de potência. Já as partes eletromecânicas e mecânicas apresentam ocorrência de falhas devido ao desgaste de peças, como por exemplo, as válvulas. Os componentes do circuito paciente (filtros de bactérias) devem estar disponíveis na eventual necessidade de troca (HELENO, 2014).

#### **4.2.8 Monitor Multiparamétrico**

O monitor multiparamétrico é um EMA que tem como função apresentar diversos parâmetros fisiológicos relacionados ao estado do paciente, sendo esses parâmetros: a monitoração contínua do ECG (eletrocardiograma), juntamente com a monitoração de temperatura, respiração, pressão arterial não invasiva, saturação de oxigênio, entre outros parâmetros. É utilizado principalmente em centros cirúrgicos, UTI (Unidade de Terapia Intensiva) e emergências (BRASIL, 2002).

Os primeiros monitores de sinais empregados em EAS eram formados por módulos capazes de avaliar no máximo um ou dois parâmetros fisiológicos. Esses EMAs perduram até hoje, basicamente pelo seu baixo preço e simplicidade de operação, sendo indicados para as ocorrências mais simples, geralmente fora de UTIs e centros cirúrgicos, como unidades de internação e salas de recuperação pós-operatória (BRASIL, 2010).

Posteriormente à essa primeira geração de monitores multiparamétricos, apareceram os EMAs capazes de monitorar vários parâmetros fisiológicos concomitantemente. A grande vantagem desses novos EMAs foi a de concentrar em único equipamento a monitorização de diversos parâmetros, simplificando a função de quatro ou cinco EMAs avulsos (BRASIL, 2010).

#### **4.2.9 Microscópio**

O microscópio tem como princípio de funcionamento a ampliação de imagens microscópicas por meio do uso de um conjunto de lentes de cristal (objetivas e oculares). (OLYMPUS, 2008).

Uma fonte de luz halógena incorporada à base do microscópio fornece a iluminação necessária para a observação. O foco é ajustado por meio de um sistema macro e micrométrico, cujo comando encontra-se ao lado do corpo do microscópio, próximo de sua base (OLYMPUS, 2008).

A lâmina a ser observada é presa à mesa do microscópio por meio de um sistema de alavanca e mola. Um sistema de engrenagens e eixos dentados permite que a mesa possa ser movimentada num sistema de eixos cartesianos X – Y, facultando ao operador a possibilidade de visualizar qualquer ponto da lâmina em estudo (OLYMPUS, 2008).

O sistema óptico é projetado de tal forma que permite o acoplamento, opcional, de objetivas específicas e iluminador vertical para fluorescência, objetivas de contraste de fase para campo claro / escuro, conjuntos para multi-observação e sistemas para a conexão de videocâmeras e monitores (OLYMPUS, 2008).

#### **4.2.10 Esfigmomanômetro Mecânico**

O esfigmomanômetro tem sido definido como o aparelho que serve para medir a pressão arterial, constituído por uma braçadeira inflável que se enrola em torno do braço, ligado a um manômetro. Há várias técnicas para medição não invasiva de pressão arterial, sendo que a técnica mais empregada é a com a utilização de esfigmomanômetro (PALOTA *et al*, 2004).

Os aparelhos mecânicos aneroides são menos precisos, porém são mais utilizados na prática clínica em razão do seu menor preço e tamanho (PALOTA *et al*, 2004). É um equipamento que contém um sistema para compressão arterial. É composto por uma bolsa inflável de borracha de formato laminar (manguito), a qual é envolvida por uma capa de tecido inelástico (braçadeira) e conectada por um segmento de borracha ao manômetro e por outro segmento a uma válvula que

controla a pressão dentro desta bolsa, manejada pelo operador, conectado a uma pera, que tem a finalidade de insuflar a bolsa pneumática (MENDONÇA, 2012).

Esse tipo de esfigmomanômetro tem como princípio a aplicação da pressão em um anel de metal, que, por intermédio de alavancas, propaga a pressão para uma agulha, mais conhecida como ponteiro, a qual assinala o valor da pressão na escala graduada (DE ARAUJO; ARCURI; MARTINS, 1998). Este EMA não contém qualquer líquido, ao contrário do esfigmomanômetro de coluna de mercúrio, ele utiliza o ar como fluido manométrico deformando um sensor elástico (MENDONÇA, 2012).

Apesar da simplicidade que este equipamento possui, deve-se ter cuidado ao manusear esse tipo de EMA, ou seja, deve-se evitar quedas e garantir que o ponteiro esteja sempre no ponto zero da escala graduada, no início de qualquer medida, pois os comitês internacionais de especialistas na área, indicam a utilização desses esfigmomanômetros em excelentes condições, calibrados anualmente, e com maior regularidade quando erros ou defeitos são encontrados (DE ARAUJO; ARCURI; MARTINS, 1998).

#### **4.2.11 Berço Aquecido**

Um berço aquecido é utilizado para fornecer suporte térmico para o recém-nascido na sala de parto, para fornecer estabilidade térmica durante procedimentos rotineiros de cuidado e higiene, para recém-nascidos e bebês doentes, e para bebês sob tratamento médico que devam permanecer por tempo prolongado em ambientes resfriados (BRASIL, 2002).

Possui sistema de calor irradiante, projetado para atender o recém-nascido nos primeiros momentos de vida ou para atendimento prolongado, quando o acesso ao sistema e a visualização são necessários sem interrupção de aquecimento (FANEM, 2007).

O sistema de calor irradiante possui fonte de elemento aquecedor revestido por quartzo e com calha de proteção para o paciente. Propicia calor homogêneo em toda área do colchão (onde o paciente é repousado), sem os inconvenientes de aquecimento por contato direto (FANEM, 2007).

As principais características desse EMA são (BRASIL, 2002):

- Possuem paredes baixas para impedir que o recém-nascido caia;
- Podem ser aquecidos utilizando um aquecedor radiante focalizado na área do colchão;
- Normalmente são denominados de incubadoras irradiantes abertas, camas aquecidas irradiantes, ou berços aquecidos;
- Permitem visualização direta e acesso fácil ao recém-nascido;
- Devido aos riscos associados ao seu uso, não devem ser considerados como um EMA substituto as incubadoras para todas as situações envolvendo recém-nascidos.

O berço aquecido é constituído basicamente de quatro componentes principais: unidade de aquecimento, sensor de temperatura de pele do paciente, unidade de controle automática e alarmes visuais e sonoros (BRASIL, 2002).

Conceitualmente a unidade de aquecimento são tubos de quartzo ou lâmpadas incandescentes, que são fontes de energia de grande escala, que geram energia radiante na faixa distante de infravermelho, com comprimentos de onda maiores que 3mm, para evitar a ocorrência de lesões nas retinas e nas córneas dos bebês. A energia radiante também é limitada para prevenir danos térmicos ao paciente (BRASIL, 2002).

O sensor de temperatura de pele do paciente realiza as medidas das mudanças na pele do recém-nascido e realimenta o controle automático do EMA, de modo que a unidade de aquecimento é ligada e desligada, para manter a temperatura da pele do bebê dentro de uma faixa limitada de valores. O sensor, geralmente, é um termistor (elemento cuja resistência elétrica varia com a temperatura de maneira conhecida) e o mesmo é aplicado na região do abdômen ou de outra área do corpo do paciente exposta ao calor radiante (BRASIL, 2002).

A unidade de controle automático tem a função de ligar e desligar a potência que alimenta o aquecedor, ou operar no modo proporcional (o mais utilizado). Neste modo, a energia aplicada ao aquecedor é equivalente à diferença entre a temperatura real da pele do bebê e a temperatura desejada. Isto expressa que a

potência decresce à medida que a temperatura se aproxima do valor pretendido, uma peculiaridade importante para se ter um determinado controle da temperatura (BRASIL, 2002).

Finalmente, tem-se os alarmes visuais e sonoros, que são acionados para avisar ao operador as condições do recém-nascido e do próprio berço, como por exemplo, se a temperatura está alta ou baixa, se o EMA está aquecendo, se o sensor de temperatura está funcionando, entre outros (BRASIL, 2002).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizar todos os levantamentos, os estudos dos manuais operacionais e técnicos dos EMAs, a definição das atividades que seriam propostas para cada MP, deu-se início ao cadastramento das mesmas conforme ilustra a Figura 12.

**Figura 12 – Parte da tabela com as MPs cadastradas no SisBiE**

Descrição da Família de Equipamentos	Periodicidade (Dias)	Descrição da Atividade da Manutenção Preventiva	Data e Hora
FANEM	90	VERIFICAR MANGA IRIS	2014-09-30 13:04:39.632
FANEM	90	VERIFICAR ABAFADOR DE AR INCUBADORA	2014-09-30 13:05:20.606
VEXER	7	SUBST. FILTRO DE 5 MICRA	2014-11-03 13:37:21.33
VEXER	7	SUBST. FILTRO DE CARVÃO ATIVADO	2014-11-03 13:39:11.474
IPABRAS	7	SUBST. FILTRO DE 5 MICRA	2014-11-03 13:44:17.741
IPABRAS	7	SUBST. FILTRO DE 1 MICRA	2014-11-03 13:44:33.01
3006 BTP	365	DESMONTAR EQUIPAMENTO	2015-02-19 10:20:18.784
3006 BTP	365	MONTAR EQUIPAMENTOS	2015-02-19 10:20:44.341
3006 BTP	365	VERIFICAR RODIZIOS	2015-02-19 10:21:01.566
3006 BTP	365	TESTAR CONTINUIDADE DE CABOS	2015-02-19 10:21:43.786
3006 BTP	365	REALIZAR LIMPEZA E CONSERVAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	2015-02-19 10:21:59.365
3006 BTP	365	TESTAR BATERIA	2015-02-19 10:22:50.786
3006 BTP	365	VERIFICAR VENTOSAS	2015-02-19 10:29:17.503
3006 BTP	365	VERIFICAR AMORTECEDOR AUTOADESIVO	2015-02-19 10:30:52.474
3006 BTP	365	TESTAR NÍVEL DE RADIANCIA	2015-02-19 10:31:50.994
BK6600	365	ENVIAR PARA CALIBRAÇÃO EM LABORATÓRIO CREDENCIADO	2015-03-04 10:32:46.646
CT 2	365	ENVIAR PARA CALIBRAÇÃO EM LABORATÓRIO CREDENCIADO	2015-03-17 13:19:24.53
NEO-2	365	ENVIAR PARA CALIBRAÇÃO EM LABORATÓRIO CREDENCIADO	2015-03-17 13:33:13.255
PESO PADRÃO	730	ENVIAR PARA CALIBRAÇÃO EM LABORATÓRIO CREDENCIADO	2015-03-23 09:09:35.549
IPABRAS	7	SUBST. FILTRO MATRIXX OSMOSE PORTÁTIL IPABRAS	2015-03-27 10:23:33.932
FRESENIUS	730	CONDICOES MECÂNICAS PERMITEM O USO SEGURO	2015-03-31 12:56:55.998
FRESENIUS	730	TESTAR CABO DE ALIMENTAÇÃO	2015-03-31 12:57:09.751
FRESENIUS	730	VEDAÇÃO DAS PONTEIRAS DE SUCCÃO SUBSTITUIDA. LUBRIFICADA COM GRAZA E REBITE SUBSTITUIDO	2015-03-31 12:57:21.88
FRESENIUS	730	BORRACHA DAS CÂMARAS DE LAVAGEM VERIFICADAS QUANTO A FUNÇÃO APROPRIADA	2015-03-31 12:57:31.457
FRESENIUS	730	FILTROS DAS PONTEIRAS DE SUCCÃO SUBSTITUIDOS	2015-03-31 12:57:57.455
FRESENIUS	730	PARAFUSOS DA CÂMARA DE LAVAGEM APERTADOS	2015-03-31 12:58:08.49
FRESENIUS	730	SUBSTITUIR VALVULA DE RETENÇÃO (92)	2015-03-31 12:58:38.722
FRESENIUS	730	SUBSTITUIR FILTRO UF	2015-03-31 12:58:52.488
FRESENIUS	730	SUBSTITUIR FILTRO V43	2015-03-31 12:59:03.125
FRESENIUS	730	SUBSTITUIR FILTRO 148	2015-03-31 12:59:10.813

Fonte: SisBiE, 2016

Os resultados aqui descritos foram obtidos do SisBiE e foram considerados somente os equipamentos ativos após o cadastro das MPs e para o cálculo da disponibilidade, a data foi de 01/01/2012 até 26/10/2016.

### 5.1 Incubadora Neonatal

A primeira manutenção preventiva a ser cadastrada foi do grupo funcional:

- NEONATOLOGIA – INCUBADORA NEONATAL.

Em um primeiro momento analisou-se quais eram as MP cadastradas para esse grupo de EMAs no SGE. Foram encontradas quatro MP cadastradas com as seguintes periodicidades:

- MP de 15 dias;
- MP de 90 dias;
- MP de 180 dias;
- MP de 365 dias.

Quando essas MP foram cadastradas no SGE, o HCU-UFU possuía três diferentes marcas de incubadoras, sendo essas: GIGANTE, OLIDEF e FANEM.

A MP de 15 dias englobava as marcas OLIDEF e FANEM e possuía as seguintes atividades: testar estado geral de portinhola e testar trava da porta de acesso da incubadora.

A mesma foi proposta em 2004 diante de uma intercorrência no Setor de Berçário e Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (SEBEUN) do HCU-UFU, onde os funcionários alegaram que um recém-nascido havia caído da incubadora, pois a portinhola da mesma estava com defeito.

Diante do ocorrido, a equipe da BioEngenharia propôs que a intervenção para este caso seria uma MP de 15 em 15 dias para testar e avaliar o estado das portinholas da incubadora. Durante algum tempo, essa manutenção foi eficaz, porém com o passar dos anos identificou-se que a ocorrência de quebra havia diminuído e que o manual do EMA indicava que este item deveria ser verificado num período de 12 meses.

Além disso, havia um gasto elevado com mão de obra, pois na época o HCU-UFU tinha em torno de 30 incubadoras em atividade e era necessário meio período de serviço de um técnico para realizar essa intervenção.

Após essa avaliação e com o novo sistema, decidiu-se que não seria necessário manter essa MP, pois existem 31 incubadoras ativas no HCU-UFU e essa atividade de forma quinzenal demanda tempo e equipe técnica para executar um procedimento que já está desatualizado.

A MP de 90 dias, que também englobava as incubadoras de marca FANEM e OLIDEF, tinha como atividade: substituir filtro de ar da incubadora, foi lançada em 2004, de acordo com o manual do EMA, pois segundo FANEM (2014), o filtro de ar é um material de consumo e descartável e deve ser substituído sempre que estiver sujo ou no período de 3 meses (90 dias). Essa manutenção foi mantida e cadastrada no SisBiE e foram acrescentadas novas atividades na mesma.

Desde setembro de 2014, a MP de 90 dias está sendo executada pelo SisBiE com as seguintes atividades: testar trava da porta de acesso de incubadora; testar estado geral de portinhola; substituir filtro de ar da incubadora; verificar manga íris; e verificar abafador de ar da incubadora. Essa MP inclui somente incubadoras da marca FANEM, pois as demais marcas foram descontinuadas pelo hospital.

Se a disponibilidade desse grupo de EMA for levada em consideração, a MP não pode ser considerada eficaz, pois antes da realização da mesma o percentual era igual a 90,79% e após o mesmo é de 90,52%. Porém, após analisar todos os PSMs de MC das 31 incubadoras pertencentes a este grupo, é possível justificar essa diminuição da disponibilidade.

O grupo possui um total de 114 PSMs de MC após o cadastro da preventiva, sendo que somente 7 deles se referem a portinhola, ou seja, um número pequeno comparado com o total. Anteriormente ao cadastro da MP, e no período relatado neste trabalho, o número de PSMs de MC referente a portinhola era 12. Além disso, dos 114 PSMs, 29 PSMs, até a conclusão deste trabalho, estavam em aberto aguardando compra de alguma peça ou acessório, sendo estes:

- 7 PSMs de MC estão em aberto desde 08/10/14, totalizando 749 dias até a conclusão do trabalho, aguardando compra de sensor de temperatura do paciente;
- 2 PSMs de MC estão em aberto, respectivamente, desde 30/12/15 e 20/04/16, totalizando 301 dias para o primeiro e 189 dias para o segundo, até a conclusão do trabalho, aguardando compra de bateria;
- 15 PSMs de MC estão em aberto desde 21/03/16, totalizando 219 dias até a conclusão do trabalho, aguardando compra de teclado de membrana;
- 2 PSMs de MC estão em aberto, respectivamente, desde 07/12/15 e 11/12/15, totalizando 324 dias para o primeiro e 320 dias para o segundo até a conclusão do trabalho, aguardando compra do sensor do motor;
- 2 PSMs de MC estão em aberto, respectivamente, desde 21/01/16 e 15/06/16, totalizando 279 dias para o primeiro e 133 dias para o

segundo até a conclusão do trabalho, aguardando compra da mola da trava da portinhola;

- 1 PSM de MC está em aberto desde 21/01/16, totalizando 279 dias até a conclusão do trabalho, aguardando compra da ventoinha do motor.

Diante disso, como o cálculo da disponibilidade é feito utilizando a somatória do tempo em que os equipamentos estão indisponíveis, estes tempos relatados acima entram no cálculo e prejudicam o percentual da disponibilidade, justificando assim, que a preventiva é eficaz, pois a maioria dos PSMs em aberto não estão ligados à mesma.

O POP da MP de 90 dias encontra-se cadastrado no SisBiE, porém requer revisão, pois quando o mesmo foi feito, o HCU-UFU possuía incubadoras de marca OLIDEF e as mesmas foram consideradas na confecção do POP. Diante disso, necessita reorganizá-lo somente para conter as instruções da MP para as incubadoras de marca FANEM.

A MP de 180 dias, cujas atividades eram: verificar rodízios; limpar cúpula, limpar módulo; testar trava da cúpula; testar alarme de temperatura alta e aferir temperatura; foi proposta em 2009 somente para as incubadoras da marca OLIDEF. Essa manutenção foi cadastrada especificamente para esta marca, pois segundo o fabricante ela deveria acontecer a cada 6 meses e com as atividades listadas anteriormente. Como o hospital não possui mais nenhuma incubadora desta marca, esta preventiva foi desconsiderada.

A MP de 365 dias, cujas atividades eram: executar auto teste; testar alarme de falta de energia; testar precisão de temperaturas; testar alarme de falha de sensor; testar alarme de falta de circulação de ar; testar alarme de alta temperatura; testar alarme de baixa temperatura; limpar cúpula; limpar módulo e verificar rodízios, foi cadastrada em 2009 somente para as incubadoras da marca FANEM.

Essa preventiva ainda não foi cadastrada no SisBiE, pois estão sendo verificadas quais serão as atividades que atenderão essa manutenção, visto que hoje existem incubadoras com mais funções e as mesmas também devem ser verificadas em uma manutenção preventiva.

## 5.2 Osmose Reversa

A MP para este EMA foi cadastrada em quatro grupos funcionais, sendo esses:

- DIÁLISE – OSMOSE REVERSA – PORTÁTIL – IPABRÁS;
- DIÁLISE – OSMOSE REVERSA – PORTÁTIL – VEXER;
- DIÁLISE – OSMOSE REVERSA – PORTÁTIL – GEHAKA;
- DIÁLISE – OSMOSE REVERSA – PORTÁTIL – FRESENIUS MEDICAL CARE.

Em um primeiro momento analisou-se quais eram as MPs cadastradas para esses grupos de EMAs no SGE. O grupo da marca FRESENIUS não possuía MP cadastrada no SGE, pois essas osmoses chegaram no HCU-UFG em Maio de 2014. Já os grupos das osmoses de marca IPABRÁS, VEXER e GEHAKA tinham seis MP cadastradas, levando em consideração a periodicidade das mesmas, existiam as seguintes manutenções preventivas:

- MP de 7 dias;
- MP de 15 dias;
- MP de 30 dias;
- MP de 45 dias;
- MP de 365 dias;
- MP de 730 dias.

A MP de 7 dias englobava as marcas IPABRÁS, GEHAKA e VEXER e possuía as seguintes atividades: substituir filtro de 1 micra e substituir filtro de 5 micra. Essa manutenção foi cadastrada em 2013, após a equipe técnica da BioEngenharia reconhecer e detectar que havia muitos PSMs corretivos solicitando a troca dos filtros das osmoses, visto que o uso era alto (praticamente 20 horas por dia) e a qualidade da água do hospital não é boa (o encanamento é muito antigo).

Essa manutenção foi repassada para o SisBiE, com a mesma periodicidade, porém foi acrescentada uma nova atividade. Sendo assim, a MP hoje possui as seguintes atividades: substituir filtro de 5 micra; substituir filtro de 1 micra; e substituir

filtro de carvão ativado. Ela tem sido muito útil, pois com isso a equipe técnica evita chamados técnicos aos finais de semana, sem contar que a disponibilidade das três famílias que contemplam essa MP aumentou, sendo:

- IPABRÁS de 60,73% para 72,30%;
- GEHAKA de 56,70% para 86,63%;
- VEXER de 43,96% para 61,59%.

Ademais, o POP dessa MP encontra-se cadastrado no SisBiE.

A MP de 15 dias englobava as marcas GEHAKA, VEXER e IPABRÁS e continha as seguintes atividades: substituir filtro de 1 micra e substituir filtro de 5 micra. A mesma foi descontinuada em 2013, no SGE, e no seu lugar entrou a MP de 7 dias.

A MP de 30 dias englobava somente a marca VEXER e continha a seguinte atividade: substituir filtro. Essa MP foi cadastrada em 2010, quando o EMA foi incorporado ao HCU-UFU, por meio da recomendação do fabricante, que relata que o intervalo mínimo para troca dos elementos filtrantes é de uma vez por mês, ou seja, 30 dias (VEXER, 2012). A mesma foi descontinuada em 2013, no SGE, e no seu lugar entrou a MP de 7 dias.

A MP de 45 dias englobava somente a osmose portátil de marca IPABRÁS e possuía a seguinte atividade: substituir filtro de carvão ativado. Essa MP foi cadastrada por meio da recomendação do fabricante que relatava que o filtro de carvão ativado tinha maior durabilidade e sua troca poderia ser feita a cada 45 dias. A mesma foi descontinuada em 2014 e no seu lugar entrou a MP de 7 dias, pois a equipe técnica percebeu que o filtro estava sujando muito rápido e que sua troca poderia ser feita juntamente com a troca dos demais filtros.

A MP de 365 dias englobava somente a osmose portátil de marca VEXER e possuía a seguinte atividade: substituir selo mecânico da bomba de alimentação. Essa MP foi cadastrada por um estagiário e nunca foi realizada, pois foi cadastrada erroneamente. A mesma foi descontinuada em 2012 e desde então não houve mais essa MP.

A MP de 730 dias englobava somente a osmose portátil de marca VEXER e possuía a seguinte atividade: substituir membrana. Essa MP foi cadastrada por um estagiário, porém a troca da membrana é feita somente em manutenção corretiva, quando a mesma está com defeito. A preventiva foi descontinuada em 2012 e desde então não houve mais essa MP.

As osmoses FRESENIUS tiveram sua MP cadastrada em Julho de 2015, sendo que a periodicidade da mesma é de 30 dias. As atividades cadastradas nessa manutenção são: substituir filtro de 1 micra; substituir filtro de carvão ativado; e verificar filtro plissado. A mesma foi cadastrada com essa periodicidade de acordo com recomendação do fabricante, visto que esta marca de osmose possui filtros com maior durabilidade, quando comparada com as outras marcas descritas.

O POP dessa MP está sendo confeccionado e a MP tem-se mostrado bastante eficaz, pois antes da mesma ser cadastrada e de acordo com o SisBiE, esse grupo funcional possuía um percentual de disponibilidade igual a 74,24%. Após o cadastrado da manutenção, esse valor subiu para 89,21%.

### **5.3 Fototerapia**

A manutenção preventiva para este EMA foi cadastrada no seguinte grupo funcional:

- NEONATALOGIA – FOTOTERAPIA – BILITRON – 3006 BTP.

Este EMA se enquadrou nos equipamentos que não tinham MP cadastrada no SGE e por isso, a mesma foi lançada somente no SisBiE.

Os BILITRON 3006 BTP estão em atividade no HCU-UFGM desde 2009 e a equipe técnica da BioEngenharia recebeu o treinamento técnico para este EMA somente em 2015.

Diante do conhecimento específico e da importância da realização da MP neste EMA, realizou-se o cadastrado da manutenção em Fevereiro de 2015, cujas atividades são: desmontar equipamento; montar equipamento; verificar rodízios; testar continuidade de cabos; realizar limpeza e conservação do equipamento; testar

bateria; verificar ventosas; verificar amortecedor autoadesivo; e testar nível de radiância.

Essa manutenção preventiva tem periodicidade de 365 dias e esse período foi determinado de acordo com as recomendações do fabricante. No Apêndice 1 está o POP criado e cadastrado no SisBiE para essa MP.

Após o cadastramento dessa MP observou-se que a mesma tem sido eficiente, pois anteriormente e de acordo com o SisBiE, o percentual de disponibilidade para esse grupo de EMA era de 95,41% e com o cadastro da MP, esse valor aumentou para 99,48%.

#### **5.4 Máquina de Hemodiálise**

A MP para este EMA foi cadastrada no seguinte grupo funcional:

- DIÁLISE – MÁQUINA DE HEMODIÁLISE – FRESENIUS.

Este EMA se enquadrou nos equipamentos que não tinham MP cadastrada no SGE e por isso, a mesma foi lançada somente no SisBiE.

Para que a MP fosse lançada no sistema, fez-se um estudo do manual operacional e técnico do equipamento para identificar a periodicidade dessa manutenção e a informação é que a mesma deve acontecer a cada 24 meses, ou seja, a cada 2 anos. Com a definição da frequência da preventiva, foi necessário verificar no manual quais seriam as atividades a serem realizadas nesse período, para fazer o cadastramento das mesmas no sistema. As Figuras 13, 14, 15, 16 e 17 ilustram as atividades que foram lançadas para o cadastro da MP de 730 dias.

**Figura 13 – Atividades cadastradas para MP de 730 dias**

Atividade	Descrição (Atividade)	Periodicidade
EL005	TESTAR CABO DE ALIMENTAÇÃO	730
EL011	TESTAR BATERIA	730
EL946	REALIZAR TESTE DE SEGURANÇA ELÉTRICA DO EQUIPAMENTO	730
HEM01	CONDIÇÕES MECÂNICAS PERMITEM O USO SEGURO	730
HEM02	VEDAÇÃO DAS PONTEIRAS DE SUCÇÃO SUBSTITUÍDA, LUBRIFICADA COM GRAZA E REBITE SUBSTITUÍDO	730
HEM03	BORRACHA DAS CÂMARAS DE LAVAGEM VERIFICADAS QUANTO À FUNÇÃO APROPRIADA	730
HEM04	FILTROS DAS PONTEIRAS DE SUCÇÃO SUBSTITUÍDOS	730
HEM05	PARAFUSOS DA CÂMARA DE LAVAGEM APERTADOS	730
HEM06	SUBSTITUIR VÁLVULA DE RETENÇÃO (92)	730
HEM07	SUBSTITUIR FILTRO UF	730
HEM08	SUBSTITUIR FILTRO V43	730
HEM09	SUBSTITUIR FILTRO 148	730
HEM10	SUBSTITUIR FILTRO 149	730
HEM11	FILTRO DO DIALISATO (73) SUBSTITUÍDO OU PENEIRA TROCADA, SE NECESSÁRIO	730

Fonte: SisBiE, 2016.

**Figura 14 – Atividades cadastradas para MP de 730 dias**

Atividade	Descrição (Atividade)	Periodicidade
HEM12	ANEIS O-RING DOS ACOPLAMENTOS DO DIALISADOR (CONECTORES HANSEN) SUBSTITUÍDOS	730
HEM13	FUNÇÕES DA VÁLVULA DE AMOSTRAGEM ADEQUADAS	730
HEM14	LIMPEZA OU SUBSTITUIÇÃO DO FILTRO DO VENTILADOR	730
HEM15	SEGMENTO DA LINHA E CINTA DO SEGMENTO DA BOMBA DE SEPARAÇÃO (97) DE AR TROCADOS	730
HEM16	SUBSTITUIR V84	730
HEM17	FILTRO 210 SUBSTITUÍDO (SE PRESENTE)	730
HEM18	FILTRO DO TUBO DE SUCÇÃO DESINFETANTE TROCADO	730
HEM19	TUBOS SEM SUJEIRA OU DESGASTE	730
HEM20	VERIFICAR ALARME DE FALHA DE ENERGIA	730
HEM21	VERIFICAR ATIVAÇÃO DA BOMBA SEPARADORA DE AR (97) PROVOCADA PELA DETECÇÃO DE AR (SENSOR 06)	730
HEM22	VERIFICAR PRESSÃO DE ENTRADA DA ÁGUA (REDUZIDA) OU PONTO A	730
HEM23	VERIFICAR PRESSÃO DE CARGA (SAÍDA DA BOMBA 29) OU PONTO B	730
HEM24	VERIFICAR PRESSÃO NEGATIVA DA BOMBA DEGASEIFICADORA (ENTRADA DA BOMBA 29)	730
HEM25	VERIFICAR PRESSÃO DE DESCARGA DA CÂMARA DE BALANCEAMENTO (SAÍDA DA BOMBA 21) OU PONTO C	730

Fonte: SisBiE, 2016.

Essa MP foi cadastrada no SisBiE em Abril de 2015, porém para a realização da mesma necessita-se da troca de algumas peças e acessórios, e como a BioEngenharia não tinha esse material em estoque, foi necessário realizar um pedido de compra. O pedido foi feito no mesmo mês do cadastro da MP, porém as peças só foram adquiridas em Julho de 2016.

Diante disso, a execução da MP desse grupo de EMA começou em Agosto de 2016 e a mesma ainda encontra-se em andamento por dois motivos:

- como foi necessário mais de um ano para efetuar a aquisição das peças indispensáveis para a realização da MP, algumas preventivas desse grupo de EMA se tornaram manutenção corretiva, fazendo com que seja inevitável a aquisição de outras peças, além do serviço ficar mais oneroso tanto financeiramente, quanto em relação ao tempo gasto para executá-lo;
- como o serviço está sendo mais demorado do que o programado, os setores que utilizam esses equipamentos têm criado uma certa resistência para liberar as máquinas para a realização da MP.

**Figura 15 – Atividades cadastradas para MP de 730 dias**

Atividade	Descrição (Atividade)	Periodicidade
HEM26	VERIFICAR BOMBA DE UF	730
HEM27	VERIFICAR VOLUME MEDIDO DA CÂMARA DE BALANCEAMENTO	730
HEM28	CALIBRAÇÃO DO VOLUME DE REMOÇÃO DA BOMBA DE CONCENTRADO	730
HEM29	CALIBRAÇÃO DO VOLUME DE REMOÇÃO DA BOMBA DE BICARBONATO	730
HEM30	VERIFICAÇÃO DO VOLUME DE CONCENTRADO ÁCIDO/BICARBONATO	730
HEM31	VERIFICAÇÃO DA TEMPERATURA NO DISPLAY DA 4008 E/H	730
HEM32	FLUXO DE DIALISATO EM 300ML/MIN	730
HEM33	FLUXO DE DIALISATO EM 500ML/MIN	730
HEM34	FLUXO DE DIALISATO EM 800ML/MIN	730
HEM35	VERIFICAÇÃO, COM FLUXO DESLIGADO, DO PONTO ZERO DE PRESSÃO DO DIALISATO (TMP)	730
HEM36	VERIFICAÇÃO DO GRADIENTE DE PRESSÃO DO DIALISATO (TMP)	730
HEM37	VERIFICAR CONDUTIVIDADE NO SISTEMA	730
HEM38	PRESSÃO ARTERIAL EXIBIDA PELA 4008 VERIFICADA COM O EQUIPAMENTO DE REFERÊNCIA	730
HEM39	PRESSÃO VENOSA EXIBIDA PELA 4008 VERIFICADA COM O EQUIPAMENTO DE REFERÊNCIA	730

Fonte: SisBiE, 2016.

**Figura 16 – Atividades cadastradas para MP de 730 dias**

Atividade	Descrição (Atividade)	Periodicidade
HEM40	BOMBAS DE SANGUE: TAXA DA BOMBA DE SANGUE VERIFICADA	730
HEM41	VERIFICAR PRESSÃO DE TROCA SN	730
HEM42	VERIFICAR ALARME DE INTERRUPÇÃO DE BOMBA DE SANGUE	730
HEM43	O CLAMP (PINÇA) DA LINHA VENOSA É FECHADO APÓS ALARME DE SANGUE	730
HEM44	PRESSÃO DE APROXIMADAMENTE 2.0 BAR CÂMARA VENOSA	730
HEM45	SUBSTITUÍDOS OS ANÉIS O'RINGS DO CONECTOR BIBAG	730
HEM46	VERIFICADA PRESSÃO DE TROCA DE PSW134	730
HEM47	VERIFICAR VIDA ÚTIL DO FILTRO DIASAFE	730
HEM48	SUBSTITUIR FILTRO 111 HIDROFÓBICO	730
HEM49	SUBSTITUIR ANÉIS O-RING NOS ACOMPLAMENTOS DO DIALISATO DO DIASAFE	730
HEM50	CONDIÇÕES MECÂNICAS PERMITEM O USO SEGURO DO BPM 4008	730
HEM51	LINHA DO CONECTOR ESTÁ FIXADA CORRETAMENTE AO SISTEMA DO BPM 4008	730
HEM52	VERIFICAR INDICADORES VISUAIS E AUDÍVEIS DO BPM 4008	730
HEM53	VERIFICAR TECLADO DO BPM 4008	730

Fonte: SisBiE, 2016.

**Figura 17 – Atividades cadastradas para MP de 730 dias**

HEM54	TESTE DE VAZAMENTO DO BPM 4008	730
HEM55	CALIBRAR PRESSÃO DE 250 MMHG	730
HEM56	CALIBRAR PRESSÃO DE 200 MMHG	730
HEM57	CALIBRAR PRESSÃO DE 150 MMHG	730
HEM58	CALIBRAR PRESSÃO DE 100 MMHG	730
HEM59	CALIBRAR PRESSÃO DE 50 MMHG	730
HEM60	MEDIR PRESSÃO SANGUÍNEA	730
ME071	TESTAR VALVULAS DE SEGURANÇA	730
ME314	TESTAR TEMPERATURA	730

Fonte: SisBiE, 2016.

Pode-se então, afirmar que os efeitos da reestruturação para essa MP ainda não puderam ser observados devido à sua não conclusão, justificando a redução da disponibilidade, de 88,69% para 79,69%.

### **5.5 Aparelho de Anestesia**

A MP para este EMA foi cadastrada no seguinte grupo funcional:

- EQUIPAMENTO DE SUPORTE À VIDA – APARELHO DE ANESTESIA  
– DRÄGER.

Em um primeiro momento analisou-se quais eram as MPs cadastradas para esse grupo de EMA no SGE. Existia apenas uma MP cadastrada:

- MP de 180 dias.

Quando o primeiro aparelho de anestesia da marca DRÄGER chegou no HCU-UFG, o mesmo já possuía outras estações de anestesia, porém as mesmas eram de marcas diferentes. Diante disso, a MP de 180 dias para este EMA foi cadastrada com base nas atividades da MP de outras marcas. Essas atividades eram: testar válvulas de vácuo do filtro valvular; testar estado do canister do filtro valvular; testar estado da tela de retenção de cal do canister; testar existência de vazamentos no filtro valvular; testar alarme de pressão endotraqueal de ventilador; testar bateria do ventilador; e testar manômetro do ventilador.

Apesar da periodicidade estar de acordo com a verificação preventiva que é sugerida pelo fabricante, as atividades estavam erradas, visto que o equipamento é

mais moderno e possui componentes diferentes dos anteriores. Além disso, quando o equipamento foi adquirido, a equipe técnica não recebeu o treinamento técnico para este grupo de EMA, o que culminou no cadastro errado da MP.

Essa MP ficou em execução de forma errônea durante quatro anos, porém com o SisBiE e a análise da equipe técnica, a mesma foi cadastrada com a mesma periodicidade, porém com as atividades corretas, sendo as atividades: testar bateria; testar alarmes; testar o estado da tela de retenção de cal do canister; realizar limpeza do filtro valvular; verificar o' rings e borrachas de vedação; verificar cápsula e célula de O<sub>2</sub>; verificar discos cerâmicos; verificar sensor de fluxo; fazer teste funcional; e realizar testes (teste ao sistema; sensor de fluxo; sensor O<sub>2</sub>; fugas/compliância). No Apêndice 2 pode-se visualizar o POP criado e cadastrado no SisBiE para essa MP.

Com o recadastramento dessa MP e de acordo com os dados obtidos do SisBiE, a mesma tem se apresentado de forma eficaz, pois anteriormente a disponibilidade desse grupo de equipamentos era 79,43%, e agora, com a MP correta, esse percentual é de 98,42%.

## 5.6 Bisturi Eletrônico

A MP para este EMA foi cadastrada nos seguintes grupos funcionais:

- CIRURGIA – BISTURI – ELETRÔNICO – WEM;
- CIRURGIA – BISTURI – ELETRÔNICO – COVIDIEN.

Em um primeiro momento analisou-se quais eram as MPs cadastradas para esses grupos de EMAs no SGE. O grupo da marca COVIDIEN não possuía MP cadastrada no SGE, pois esses EMAs chegaram no HCU-UFG em Maio de 2012 e permaneceram em garantia até Maio de 2015. O grupo de EMAs da marca WEM possuía apenas uma MP cadastrada, levando em consideração a periodicidade da mesma, tinha a seguinte MP:

- MP de 180 dias.

Essa MP de 180 dias possuía as seguintes atividades: testar funcionamento do equipamento; regular micro da tampa/porta; testar potências do equipamento. Essa manutenção foi cadastrada em 2005 e somente para alguns modelos de EMAs da marca WEM.

Com o novo sistema e com a identificação de que alguns modelos não tinham MP cadastrada, foi feita uma consulta nos manuais operacionais e técnicos dos vários modelos de EMAs para a marca WEM e detectou-se que a periodicidade estava correta, porém foram feitas alterações nas atividades da MP. Diante disso, em Julho de 2015 foi cadastrada a nova MP de 180 dias com as seguintes atividades: verificar estado geral do equipamento; realizar calibração do equipamento; e realizar teste de segurança elétrica.

Com o recadastramento dessa MP e de acordo com os dados obtidos do SisBiE, a mesma tem se apresentado de forma eficaz, pois anteriormente existiam equipamentos que não tinham MP cadastrada e a disponibilidade desse grupo funcional era de 95,58%, e agora, com a MP recadastrada, esse valor é de 98,42%, sendo que alguns EMAs, após a realização da MP, não tiveram nenhuma manutenção corretiva.

Diante disso, essa MP encontra-se em estudo, pois com os números obtidos acima, percebe-se que a mesma é muito eficiente e como existem outros EMAs dentro do HCU-UFU que necessitam de cadastro de MP, tem-se discutido a possibilidade de alterar a periodicidade dessa MP para 365 dias.

Os bisturis da marca COVIDIEN tiveram sua MP cadastrada em Agosto de 2016, e a periodicidade adotada para essa manutenção foi de 365 dias, visto que determinou-se fazer um teste com esse período e esse grupo de equipamentos, para averiguar se a periodicidade será adequada para os equipamentos.

As atividades cadastradas nessa manutenção são: realizar calibração do equipamento e realizar teste de segurança elétrica do equipamento. Essa manutenção está em andamento e o seu POP está sendo confeccionado.

## 5.7 Ventilador Pulmonar

A MP para este tipo de EMA foi cadastrada nos seguintes grupos funcionais:

- EQUIPAMENTO DE SUPORTE À VIDA – VENTILADOR PULMONAR – TRANSPORTÁVEL – INTERMED – INTER 3;
- EQUIPAMENTO DE SUPORTE À VIDA – VENTILADOR PULMONAR – TRANSPORTÁVEL – INTERMED – INTER 5;
- EQUIPAMENTO DE SUPORTE À VIDA – VENTILADOR PULMONAR – PORTÁTIL – DRÄGER – OXYLOG 3000.

Em um primeiro momento analisou-se quais eram as MP cadastradas para esse grupo de EMA no SGE. O grupo da marca DRÄGER não possuía MP cadastrada no SGE. Já o grupo INTERMED tinha duas MPs cadastradas, levando em consideração a periodicidade das mesmas, existiam as seguintes preventivas:

- MP de 31 dias;
- MP de 60 dias.

A MP de 31 dias possuía as seguintes atividades: testar pressão máxima inspiratória; executar auto teste; testar tensão da bateria; testar alarme de razão I/E; testar controle de sensibilidade; testar alarme inoperante; testar pressão expiratória; testar alarme de falta de gás; testar alarme de apneia; testar alarme de máxima pressão; testar alarme de mínima pressão. A mesma foi cadastrada em 2004 de acordo com o Teste de Verificação Funcional (TVF) que encontra-se no manual operacional do EMA (INTERMED, 2000).

Essa MP ficou em atividade até Fevereiro de 2011, quando foi cadastrada a MP de 60 dias. Essa manutenção possuía as mesmas atividades que a MP anterior, a única diferença era a periodicidade.

Com o SisBiE e o recadastramento das MPs, a equipe técnica percebeu que a MP de 60 dias foi cadastrada erroneamente, visto que o TVF deve ser realizado pelo operador do EMA, pelo menos uma vez por mês, e não pela equipe de manutenção do hospital (INTERMED, 2000). Diante disso, e com a leitura correta do

manual técnico e operacional do equipamento, foi cadastrada a MP de 365 dias, cujas atividades são: verificar funcionamento do sistema pneumático; realizar teste de segurança elétrica do equipamento; realizar calibração do equipamento; verificar estado geral do equipamento; testar tensão da bateria; e fazer teste funcional.

A MP de 365 dias foi cadastrada de acordo com a Manutenção Preventiva Anual (MPA) sugerida pelo fabricante do equipamento (INTERMED, 2000).

Com o cadastramento dessa MP e de acordo com os dados obtidos do SisBiE, a mesma tem se apresentado de forma efetiva, pois anteriormente a disponibilidade para os equipamentos dos modelos INTER 3 e INTER 5, respectivamente, era de 92,87% e 92,90%, e agora, com a MP cadastrada e com uma periodicidade maior, esses percentuais aumentaram para 98,52% e 97,71%, sendo que alguns EMAs, após a realização da MP, não tiveram nenhuma manutenção corretiva. Além disso, o POP da mesma encontra-se em andamento.

Os ventiladores pulmonares da marca DRÄGER modelo OXYLOG 3000 tiveram sua MP cadastrada em Junho de 2016, sendo que a periodicidade da mesma é de 365 dias. As atividades cadastradas nessa manutenção são: ajuste de rotâmetros para o mínimo; ajuste de rotâmetro para o máximo; ajuste de rotâmetros para a posição inicial; verificação da posição dos rotâmetros; verificar estado geral do equipamento; testar alarmes; e testar tensão da bateria. No Apêndice 3 está o POP criado e cadastrado no SisBiE para essa MP.

Essa MP foi cadastrada de acordo com as recomendações do fabricante, porém se o cálculo da disponibilidade for levado em consideração, não é possível dizer que a mesma é eficaz, pois anteriormente a preventiva este valor era de 96,43% e posteriormente o mesmo foi para 95,83%.

Até a conclusão deste trabalho, não foi possível concluir porque o percentual de disponibilidade diminuiu para este grupo de EMA. Diante disso, deve-se analisar e verificar se realmente esta MP está sendo eficaz.

## **5.8 Monitor Multiparamétrico**

A MP para este tipo de EMA foi cadastrada nos seguintes grupos funcionais:

- MONITORIZAÇÃO – MONITOR – MULTIPARAMÉTRICO – DIXTAL – DX 2010;
- MONITORIZAÇÃO – MONITOR – MULTIPARAMÉTRICO – DRÄGER – INFINITY DELTA XL.

Em um primeiro momento analisou-se quais eram as MPs cadastradas para esses grupos de EMAs no SGE. O grupo do modelo INFINITY DELTA XL não possuía MP cadastrada no SGE. Já o grupo do modelo DX 2010 tinha três MPs cadastradas:

- MP de 185 dias;
- MP de 365 dias;
- MP de 550 dias.

A MP de 185 dias abrangia as seguintes atividades: substituir filtro bacteriológico; testar/substituir trilhos de encaixe módulos dixtal; testar parâmetros de monitoração; verificar estado geral do equipamento. Essa manutenção foi cadastrada em 2007 e foi executada somente uma vez, quando a mesma foi substituída pela MP de 365 dias.

A MP de 365 dias possuía as mesmas atividades da MP de 185 dias, pois o fabricante do EMA recomenda que essas atividades sejam feitas de ano em ano.

A MP de 550 dias possuía somente uma atividade, sendo a mesma substituir pilha ou bateria. Essa MP foi descontinuada em 2013, pois existem monitores que possuem módulo de bateria e monitores que não possuem módulo de bateria. Diante disso, a equipe técnica achou melhor modificar essa atividade e incluí-la na MP de 365 dias.

Sendo assim, com o recadastramento das MPs e a consulta em manuais operacionais e técnicos, decidiu-se manter a MP de 365 dias, porém novas atividades foram incorporadas a essa manutenção: realizar calibração do equipamento; realizar teste de segurança elétrica do equipamento; verificar estado geral do equipamento; testar bateria; e substituir filtro bacteriológico.

Essa MP foi recadastrada em Setembro de 2015 e até o presente momento se apresentou de forma eficaz, pois anteriormente e de acordo com os dados do SisBiE, o percentual de disponibilidade para estes monitores multiparamétricos era de 89,65% e após o recadastro e execução da MP, esse valor aumentou para 98,06%, sendo que alguns EMAs, após a realização da preventiva, não tiveram nenhuma manutenção corretiva. Além disso, o POP da mesma encontra-se em andamento.

Os monitores INFINITY DELTA XL tiveram sua primeira MP cadastrada em Setembro de 2015, sendo que a mesma possui uma periodicidade de 365 dias e as seguintes atividades: realizar calibração do equipamento; realizar teste de segurança elétrica do equipamento; verificar estado geral do equipamento; e testar bateria.

Após o cadastramento dessa MP observou-se que a mesma tem sido efetiva, pois anteriormente e de acordo com os dados do SisBiE, a disponibilidade para este grupo de EMA era de 88,38% e com o cadastro da preventiva, esse percentual aumentou para 99,52%, sem contar que alguns equipamentos não têm nenhum registro de manutenção corretiva.

## 5.9 Microscópio

A MP para este tipo de EMA foi cadastrada nos seguintes grupos funcionais:

- ÓTICA – MICROSCÓPIO – ÓPTICO – OLYMPUS – CX31;
- ÓTICA – MICROSCÓPIO – ÓPTICO – OLYMPUS – CX41;
- ÓTICA – MICROSCÓPIO – ÓPTICO – OLYMPUS – BX51TF;
- ÓTICA – MICROSCÓPIO – ÓPTICO – CARL ZEISS;
- ÓTICA – MICROSCÓPIO – ÓPTICO – NIKON – LABOPHOT;
- ÓTICA – MICROSCÓPIO – ÓPTICO – NIKON – OPTIPHOT;
- ÓTICA – MICROSCÓPIO – ÓPTICO – NIKON – ECLIPSE E200.

Este EMA se enquadrou nos equipamentos que não tinham MP cadastrada no SGE e por isso, a mesma foi lançada somente no SisBiE.

A MP para microscópio necessitou ser cadastrada, pois a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) tem feito inspeções no HCU-UFU e em todos os EAS, para ações de controle sanitário, exercidas por meio de inspeção sanitária e monitoramento de qualidade de produtos e serviços (BRASIL, 2007). Diante disso, uma dessas ações é identificar registros de manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos utilizados, nesse caso, em um laboratório clínico.

Com essas exigências, foram realizadas pesquisas nos manuais dos microscópios e nos fabricantes para que fosse realizado o cadastro dessa MP, e assim foi cadastrada uma MP de periodicidade de 365 dias, com as seguintes atividades: revisão e ajuste do movimento do charriot; revisão e ajuste do movimento da platina; revisão do dispositivo de focalização macrométrica e micrométrica; revisão e ajuste do movimento para o condensador; revisão e ajuste do revólver para as objetivas; revisão de todo o sistema mecânico com nova lubrificação; limpeza e remoção de fungos do tubo trinocular; revisão do sistema de ajuste interpupilar; revisão do sistema de ajuste de dioptrias; limpeza e ajuste do condensador; limpeza e ajuste do sistema de iluminação; ajuste de todo o sistema ótico; e revisão e limpeza do sistema elétrico e eletrônico.

Após o cadastrado dessa MP observou-se que a mesma tem sido eficiente, pois diminuiu o risco de contaminação ao realizar a limpeza de partes que o usuário do equipamento não conseguia ter acesso para limpar. Além disso, de acordo com os dados do SisBiE, antes da execução dessa preventiva, a disponibilidade para os grupos de equipamentos era:

- CX31 = 80,09%;
- CX41 = 98,55%;
- BX51TF = 100%;
- CARL ZEISS = 88,71%;
- LABOPHOT = 95,55%;
- OPTIPHOT = 98,60%
- ECLIPSE E200 = 95,28%.

Posteriormente à execução da MP, a disponibilidade teve uma alteração positiva, sendo:

- CX31 = 90,66%;
- CX41 = 98,67%;
- BX51TF = 100%;
- CARL ZEISS = 95,41%;
- LABOPHOT = 96,87%;
- OPTIPHOT = 100%
- ECLIPSE E200 = 98,32%.

Além da disponibilidade ter aumentando, alguns microscópios foram descontinuados pelo fato de serem muito antigos e o valor financeiro da manutenção ser maior do que seu valor de compra.

### **5.10 Esfigmomanômetro Mecânico**

A MP para este tipo de EMA foi cadastrada no seguinte grupo funcional:

- METROLOGIA – ESFIGMOMANÔMETRO – MECÂNICO.

Este EMA se enquadrou nos equipamentos que não tinham MP cadastrada no SGE e por isso, a mesma foi lançada somente no SisBiE.

No antigo sistema eram feitas somente manutenções corretivas nesses EMAs. Com o recadastramento das MPs no SisBiE e com as instruções da Portaria Inmetro n.<sup>o</sup> 153, de 12 de agosto de 2005, que cita que todos os esfigmomanômetros devem passar por verificação periódica anualmente (BRASIL, 2005), foi cadastrada a MP de 365 dias, em Junho de 2015, com a seguinte atividade: calibrar esfigmomanômetro.

Após o cadastramento dessa MP observou-se que a mesma tem sido efetiva, pois a equipe técnica conseguiu retirar de uso esfigmomanômetros que não passavam na calibração e nem na aferição; e foi possível reorganizar a base de dados referente aos esfigmomanômetros mecânicos no SisBiE, pois os equipamentos que não foram encontrados para a execução da MP, foram considerados inexistentes no HCU-UFG e inativados no sistema. Além disso, a disponibilidade para esse grupo de equipamentos teve uma evolução, pois

anteriormente o valor era de 97,78% e com o cadastro da manutenção, esse percentual aumentou para 98,99%.

### **5.11 Berço Aquecido**

A MP para este tipo de EMA foi cadastrada no seguinte grupo funcional:

- NEONATOLOGIA – BERÇO – AQUECIDO – FANEM.

Em um primeiro momento analisou-se quais eram as MP cadastradas para esse grupo de EMA no SGE, sendo que existia apenas uma MP cadastrada, com a seguinte periodicidade:

- MP de 185 dias.

Essa MP continha as seguintes atividades: verificar estado geral do equipamento; limpeza do equipamento; ajustar temperatura de berço aquecido; testar corrente de fuga/sensores/acessórios. Essa manutenção foi cadastrada em 2007 e ficou em atividade até 2014.

Com o recadastramento das MPs e a consulta em manuais operacionais e técnicos, uma nova MP foi cadastrada para esse grupo de EMA. Em Março de 2016 foi lançada a MP de 365 dias, cujas atividades são: testar corrente de fuga do equipamento; ajustar temperatura do berço aquecido; limpar o equipamento e acessórios; e verificar estado geral do equipamento. No Apêndice 3 pode-se visualizar o POP criado e cadastrado no SisBiE para essa MP.

Após o recadastrado dessa MP e com os dados do SisBiE, observou-se que a mesma tem sido efetiva, pois anteriormente à preventiva, a disponibilidade para este grupo de EMA era de 95,66%, e com a execução da MP, esse valor aumentou para 99,46%, sem contar que existem alguns equipamentos que não têm nenhum registro de manutenção corretiva.

### **5.12 Disponibilidade**

A Tabela 3 traz a disponibilidade por família para os EMAs analisados. A Data Antes é o período escolhido para análise antes da reestruturação das preventivas. A

Data Depois é a data desde o cadastro das preventivas até a data final de coleta de dados para essa pesquisa. A disponibilidade de 100% no período indica que não houve manutenção corretiva no período.

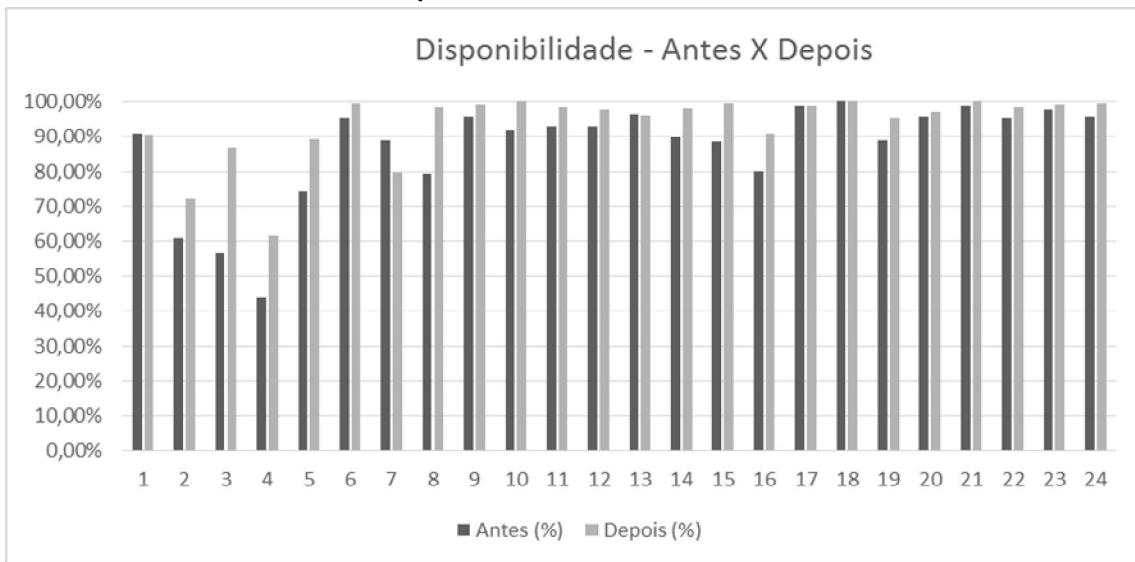
**Tabela 3 – Disponibilidade das famílias de EMAs com MP cadastrada**

	Família	Data Antes	Disp. Antes (%)	Data Depois	Disp. Depois (%)
1	008.002.000.000.000.000.000 (FANEM)	01/01/2012 até 14/09/2014	90,79%	15/09/2014 até 26/10/2016	90,52%
2	016.002.001.001.000.000.000 (IPABRAS)	01/01/2012 até 03/11/2014	60,73%	04/11/2014 até 26/10/2016	72,30%
3	016.002.001.002.000.000.000 (GEHAKA)	01/01/2012 até 06/05/2015	56,70%	07/05/2015 até 26/10/2016	86,63%
4	016.002.001.003.000.000.000 (VEXER)	01/01/2012 até 03/11/2014	43,96%	04/11/2014 até 26/10/2016	61,59%
5	016.002.001.004.000.000.000 (FRESENIUS)	01/01/2012 até 30/06/2015	74,24%	01/07/2015 até 26/10/2016	89,21%
6	008.004.002.002.000.000.000 (3006 BTP)	01/01/2012 até 19/02/2015	95,41%	20/02/2015 até 26/10/2016	99,48%
7	016.001.001.000.000.000.000 (FRESENIUS)	01/01/2012 até 31/03/2015	88,69%	01/04/2015 até 26/10/2016	79,69%
8	004.002.001.000.000.000.000 (DRÄGER)	01/01/2012 até 05/05/2015	79,43%	06/05/2015 até 26/10/2016	98,42%
9	005.001.001.005.000.000.000 (WEM)	01/01/2012 até 09/07/2015	95,58%	10/07/2015 até 26/10/2016	99,02%
10	005.001.001.004.000.000.000 (COVIDIEN)	01/01/2012 até 11/08/2016	91,66%	12/08/2016 até 26/10/2016	100%
11	004.008.001.007.001.000.000 (INTER 3)	01/01/2012 até 02/09/2015	92,87%	03/09/2015 até 26/10/2016	98,52%
12	004.008.001.007.002.000.000 (INTER 5)	01/01/2012 até 15/10/2015	92,90%	16/10/2015 até 26/10/2016	97,71%
13	004.008.002.006.001.000.000 (OXYLOG 3000)	01/01/2012 até 01/06/2016	96,43%	02/06/2016 até 26/10/2016	95,83%
14	003.011.001.003.001.000.000 (DX 2010)	01/01/2012 até 03/09/2015	89,65%	04/09/2015 até 26/10/2016	98,06%
15	003.011.001.004.001.000.000 (INFINITY DELTA XL)	01/01/2012 até 03/09/2015	88,38%	04/09/2015 até 26/10/2016	99,52%
16	002.008.002.001.001.000.000 (CX31)	01/01/2012 até 02/05/2016	80,09%	03/05/2016 até 26/10/2016	90,66%
17	002.008.002.001.002.000.000 (CX41)	01/01/2012 até 02/05/2016	98,55%	03/05/2016 até 26/10/2016	98,67%
18	002.008.002.001.006.000.000 (BX51TF)	01/01/2012 até 02/05/2016	100%	03/05/2016 até 26/10/2016	100%
19	002.008.002.002.000.000.000 (CARL ZEISS)	01/01/2012 até 16/09/2015	88,71%	17/09/2015 até 26/10/2016	95,41%
20	002.008.002.004.008.000.000 (LABOPHOT)	01/01/2012 até 02/05/2016	95,55%	03/05/2016 até 26/10/2016	96,87%
21	002.008.002.004.007.000.000 (OPTIPHOT)	01/01/2012 até 02/05/2016	98,60%	03/05/2016 até 26/10/2016	100%
22	002.008.002.004.002.000.000 (ECLIPSE E200)	01/01/2012 até 02/05/2016	95,28%	03/05/2016 até 26/10/2016	98,32%
23	007.008.001.000.000.000.000 (MECÂNICO)	01/01/2012 até 23/06/2015	97,78%	24/06/2015 até 26/10/2016	98,99%
24	008.001.003.001.000.000.000 (FANEM)	01/01/2012 até 02/05/2016	95,66%	03/05/2016 até 26/10/2016	99,46%

Fonte: do autor.

Como pode ser visto na Tabela 3, das 24 famílias de EMAs, 21 mostraram percentuais de disponibilidade superiores após a implementação da reestruturação das MPs. As que apresentaram percentuais inferiores foram discutidas nas Seções 5.1 a 5.11.

Para uma melhor visualização, o Gráfico 1 traz a disponibilidade por família para os EMAs analisados. Percebe-se que houve melhoria significativa na disponibilidade das famílias dos EMAs.

**Gráfico 1 – Disponibilidade das famílias de EMAs com MP cadastrada**

Fonte: SisBiE, 2016

### 5.13 Análise Estatística

Para confirmação da existência de diferença estatística entre a disponibilidade antes e depois da reestruturação das manutenções preventivas, foi realizado, inicialmente, o teste de normalidade dos dados para um intervalo de confiança de 95%. A análise da distribuição dos dados apontou uma distribuição não normal ( $p < 0,05$ ) para a disponibilidade antes e depois da reestruturação da MP como pode ser visto nas Tabelas 4 e 5. Assim para comparação e teste de hipóteses foi necessária a utilização de um teste não-paramétrico.

**Tabela 4 – Resultado do teste de normalidade para os dados referentes à disponibilidade antes da reestruturação das manutenções preventivas dos equipamentos médico-assistenciais analisados.**

Testes de Normalidade		
Testes	Estatísticas	P-valores
Anderson - Darling	2,195107663	0
Kolmogorov - Smirnov	0,28825918	0
Shapiro - Wilk	0,761528705	0,0001
Ryan - Joiner	0,870198649	0

Fonte: do autor.

**Tabela 5 - Resultado do teste de normalidade para os dados referentes à disponibilidade depois da reestruturação das manutenções preventivas dos equipamentos médico-assistenciais analisados.**

<i>Testes de Normalidade</i>		
<i>Testes</i>	<i>Estatísticas</i>	<i>P-valores</i>
Anderson - Darling	2,901008209	0
Kolmogorov - Smirnov	0,284383904	0
Shapiro - Wilk	0,683885949	0
Ryan - Joiner	0,821808531	0

Fonte: do autor.

O teste não paramétrico utilizado foi o de Wilcoxon-pareado (Tabela 6) para discussão estatística. A hipótese testada foi a de que a disponibilidade dos equipamentos médico-assistenciais analisados é maior depois da reestruturação das manutenções preventivas. Com o *p*-valor menor que 5% essa hipótese não é rejeitada, o que mostra que estatisticamente tem-se diferença entre as disponibilidades antes e depois da reestruturação.

**Tabela 6 - Resultado do Teste de Wilcoxon pareado para disponibilidade antes e depois da reestruturação das manutenções preventivas dos equipamentos médico-assistenciais analisados.**

<i>Tabela da Estatística do Teste (Wilcoxon)</i>	
<i>Informações</i>	<i>Valores</i>
Estatística	255
P-valor	2,00E-04
Hipótese Nula	0
Limite Inferior	0,035242713
(Pseudo) Mediana	0,059736236
Limite Superior	Inf
Nível de Confiança	0,95

Fonte: do autor.

#### 5.14 Alteração no SisBiE

Após o cadastro das manutenções preventivas, percebeu-se a necessidade de visualizar, de uma forma geral, quais eram os grupos de EMAs que já tinham MP cadastrada. Com isso, por meio da família de equipamentos, adotou-se sinalizar, por meio de uma cor, aquelas que têm preventiva.

A Figura 13 ilustra as famílias de equipamentos que tem MP cadastrada em destaque.

**Figura 18 – Famílias de Equipamentos com MP cadastrada**

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

Fonte: SisBiE, 2016

## 6. CONCLUSÃO

A gestão de tecnologias nos EASs buscando aumento da qualidade, segurança e consequentemente aumentando a disponibilidade de equipamentos, tem sido objetivo das equipes de Engenharia Clínica. Disponibilidade maior significa possibilidade de aumentar o número de pacientes atendidos, o que tem grande significado, principalmente para EASs da rede SUS que estão sempre com elevadas demandas.

Assim, a análise da disponibilidade após a reestruturação do programa de manutenção preventiva de equipamentos médico-assistenciais em um hospital público de grande porte e alta complexidade foi o objetivo deste trabalho. Nos 11 tipos de equipamentos médico-assistenciais que tiveram suas manutenções preventivas reestruturadas e cadastradas, percebeu-se a necessidade de cada uma, visto que as mesmas são as principais responsáveis pela diminuição ou impedimento de falhas no desempenho desses EMAs.

As manutenções preventivas apresentadas nesse trabalho já estão cadastradas e em execução na BioEngenharia e até o presente momento têm funcionado de maneira eficaz, o que pode ser confirmado pela análise da disponibilidade das 24 famílias de EMAs, 21 mostraram percentuais de disponibilidade superiores após a implementação da reestruturação das MPs e pela análise estatística que mostrou um *p*-valor < 0,05 para a hipótese de que a disponibilidade das famílias de equipamentos médico-assistenciais analisados é maior depois da reestruturação das manutenções preventivas.

Como visto, antes de implementar ou reestruturar o programa de MP de EMAs, foi importante conhecer e entender a situação dos equipamentos, dos setores que utilizam esses equipamentos e do setor de manutenção, pois isso facilita na tomada de decisão com relação às periodicidades das manutenções, se existe a necessidade da troca ou compra de uma peça, quanto tempo será necessário para executar o serviço, entre outros fatores.

Além disso, é importante salientar que este processo deve ser revisto periodicamente, pois muitas manutenções preventivas são executadas de acordo com as condições e situações do EAS.

Certamente o método utilizado nesse trabalho pode ser usado como base para outros EASs, como forma de orientação para a gestão de MPs, independentemente de seu porte.

Como trabalhos futuros sugere-se:

- Cadastrar outras manutenções preventivas para outros tipos, marcas e modelos de EMAs;
- Cadastrar novos POPs;
- Fazer novos estudos sobre a eficácia das manutenções preventivas utilizando outros indicadores.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBORNOZ, L. J. C. **Determinação do Ciclo de Vida Útil de Equipamentos Eletromédicos.** 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- AMERICAN COLLEGE OF CLINICAL ENGINEERS (ACCE). **Clinical Engineer – defined.** 1992. Disponível em: <<http://accenet.org/about/Pages/ClinicalEngineer.aspx>>. Acesso em: 29 out. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 5462:** Define os termos relacionados com a confiabilidade e mantinabilidade. Rio de Janeiro, 1994.
- AZEVEDO, F. S. **Gestão de Equipamentos Médico-Hospitalares em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.** 2010. 98p. Dissertação. (Mestrado em Gestão dos Serviços de Saúde). Instituto Universitário de Lisboa. Lisboa.
- BAULD, T. J. The Definition of a Clinical Engineer. **Journal of Clinical Engineering**, v.16, n.5, p.403-405, 1991. <https://doi.org/10.1097/00004669-199109000-00011>
- BEM-ZVI, S. Na urgente plea for realistic preventive maintenance guidelines. **Medical instrumentation**, v. 16, n. 2, p. 115, 1982.
- BETTS, W. F. Cost-effective clinical engineering programs: an expanding role in hospitals. **Journal of Clinical Engineering**, v.12, n.2, p.119-125, 1987. <https://doi.org/10.1097/00004669-198703000-00008>
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Boletim Informativo de Tecnovigilância. Segurança e Equipamentos Médico-Hospitalares.** Brasília, p. 36, 2004.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Protocolo das Ações de Vigilância Sanitária.** Brasília, DF. 2007. 82p. Disponível em:

<[www.anvisa.gov.br/hotsite/pdvisa/protocolo\\_acao.pdf](http://www.anvisa.gov.br/hotsite/pdvisa/protocolo_acao.pdf)>. Acesso em: 05 jul. 16.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 02, de 25 de janeiro de 2010.** Dispõe sobre o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde. Brasília, 2010. Disponível em: <[www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao\\_consumidor/.../RDC%202-2010.doc](http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_consumidor/.../RDC%202-2010.doc)>. Acesso em: 06 ago. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Segurança no Ambiente Hospitalar: Saúde e Tecnologia.** Brasília, p. 172, 1995. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33852/271121/seguranca\\_hosp.pdf/473c5e32-025a-4dc2-ab2e-fb5905d7233a](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33852/271121/seguranca_hosp.pdf/473c5e32-025a-4dc2-ab2e-fb5905d7233a)>. Acesso em: 20 ago. 2016.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria Inmetro n.º 153, de 12 de agosto de 2005.** Disponível em: <[www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000966.pdf](http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000966.pdf)>. Acesso em: 05 jul. 16.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão de Investimentos em Saúde. Projeto REFORSUS. **Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção: capacitação a distância.** Brasília, DF. 2002.

BRITO, L. F. M. **Segurança Aplicada às Instalações Hospitalares.** Série Apontamentos. Senan. 4ª edição. São Paulo. 451p. 2006.

BRONZINO, J. D. **Management of medical technology: a primer for clinical engineers.** Stoneham: Butterworth-Heinemann, 1992. 452p.

BRONZINO, J. D. **Biomedical Engineering Handbook.** Boca Raton, FL: CRC Press, 2000.

CALIL, S. J. Papel do Engenheiro Hospitalar nas Unidades de Saúde. **Revista Brasileira de Engenharia – Caderno de Engenharia Biomédica.** v.7, n.1, p.325-330, 1990.

CARPIO, A.; FLORES, J. M. Análisis y Propuesta para una Gestión de Mantenimiento Hospitalario. In: **Anales do 1er Congresso Latinoamericano de Ingenieria Biomédica.** Mazatlán, México, IC20-pp. 1998. p. 475-480.

CASTRO, B. N. R.; ALVES, C. M.; VIGINÉSKI, I. W. S.; MAZOTTI, N. L.; MILAGRE, S. T.; GODOI, C. M. Procedimento Operacional Padrão para Manutenção Preventiva de Estações de Anestesia. **Anais do VIII Simpósio em Engenharia Biomédica.** Uberlândia, MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2015. 396p. Disponível em: <[http://www.biolab.eletrica.ufu.br/simposios/viiiseb/pdf/anais\\_viii\\_seb.pdf](http://www.biolab.eletrica.ufu.br/simposios/viiiseb/pdf/anais_viii_seb.pdf)>. Acesso em: 27 mai. 16.

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.

COOK, A. M.; WEBSTER, J. G. (Ed.). **Clinical Engineering: Principles and Practices.** Prentice-Hall, 1979.

CUNHA, J. F. L. **Desenvolvimento de uma Base de dados de controle da Manutenção de Equipamentos da ULSM.** 2011. 69p. Dissertação. (Mestrado em Bioengenharia – Ramo de Engenharia Biomédica). Universidade do Porto. Porto.

DE ARAUJO, T. L.; ARCURI, E. A. M.; MARTINS, E. Instrumentação na medida da pressão arterial: aspectos históricos, conceituais e fontes de erro. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 32, n. 1, p. 33-41, 1998. <https://doi.org/10.1590/S0080-62341998000100006>

- DE VIVO, L.; DERRICO, P.; TOMAIUOLO, D.; CAPUSSOTTO, C.; REALI, A. Evaluating alternative service contracts for medical equipment. In: **Engineering in Medicine and Biology Society, 2004. IEMBS'04. 26th Annual International Conference of the IEEE.** IEEE, 2004. p. 3485-3488.
- DYRO, J. F. **Clinical Engineering Handbook.** New York: Elsevier Academic Press, 2004.
- ERDMANN, A. L.; LENTZ, R. A. Conhecimentos e práticas de cuidados mais livres de riscos de infecções hospitalares e o processo de aprendizagem contínua no trabalho em saúde. **Texto contexto – Enfermagem**, v. 13, p. 34-49, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072004000500004>
- FANEM. **Manual do Usuário Bilitron Modelo 3006.** São Paulo, 2014. 33p.
- FANEM. **Manual do Usuário Multisystem 2051.** São Paulo, 2007. 34p.
- FONSECA, N. M. Conceitos fundamentais do aparelho de anestesia. **Em Medicina Perioperatória: Cavalcanti IL, Cantinho FAF, Assad A. Rio de Janeiro: SAERJ**, v. 251, 2006.
- GERAGHTY, T. Beyond TPM. **Manufacturing Engineer.** Vol. 75. Nº4. pp.183-6. 1996. <https://doi.org/10.1049/me:19960414>
- GODOI, C. M. **Metodologia para Classificação de Equipamentos Médico-Hospitalares no Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia.** 2014. 53p. Monografia. (Graduação em Engenharia Biomédica) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.
- GOODMAN, G. R. Technology assessment, transfer, and management: the implications to the professional development of clinical engineering. **Journal of Clinical Engineering**, v.16, n.2, p.117-122, 1991. <https://doi.org/10.1097/00004669-199103000-00008>
- HELENO, B. C. **Aplicação da Manutenção Centrada na Fiabilidade a Dispositivos Médicos.** 2014. 131p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Biomédica). Universidade Católica Portuguesa.

HOSPITAL DE CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (HCU-UFG). **Institucional.** Disponível em: <<http://www.hc.ufu.br/pagina/institucional>>. Acesso em: 30 abr. 2016.

HOSPITAL DE CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (HCU-UFG). **Serviços Prestados.** Disponível em: <<http://www.hc.ufu.br/pagina/servicos-prestados>>. Acesso em: 30 abr. 2016.

**INTERMED. Manual de Operação Respirador Neonatal, Pediátrico e Adulto Inter 5.** São Paulo, 2000. 101p.

**KARMAN, J. Manutenção e Segurança Hospitalar Preditiva.** Editora PIH, Edição 2011. 437p.

KAUR, R.; DEFRENCESCO, V.; ENDERLE, J. Design, development and evaluation of na asset tracking system. In: **Proceedings of the IEEE 31st Annual Northeast Bioengineering Conference, 2005.** IEEE, 2005. p. 110-111.

KHALAF, A.; DJOUANI, K.; HAMAM, Y.; ALAYLI, Y. Evidence-based mathematical maintenance model for medical equipmento. In: **2010 International Conference on Electronic Devices, Systems and Applications.** IEEE, 2010. p. 222-226.  
<https://doi.org/10.1109/ICEDSA.2010.5503071>

**LAFRAIA, J. R. B. Manual de Confiabilidade, Mantenabilidade e Disponibilidade.** Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2001. 388p.

LAMBERTI, C.; PANFILI, A.; GNUDI, G.; AVAMZOLINI, G. A new model to estimate the appropriate staff for a clinical engineering department. **Journal of clinical engineering**, v. 22, n. 5, p. 335-341, 1997.  
<https://doi.org/10.1097/00004669-199709000-00020>

**LEÃO, E. Qualidade em Saúde.** Editora YENDIS. 2008. 334p.

**LUCATELLI, M. V. Proposta de Aplicação da Manutenção Centrada em Confiabilidade em Equipamentos Médico-Hospitalares.** 2002. Tese.

(Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

LUCATELLI, M. C.; OJEDA, R. G. **Proposta de aplicação da manutenção centrada em confiabilidade em estabelecimentos assistenciais de saúde.** In: II Congresso Latino-americano de Engenharia Biomédica, 2001, Havana, Cuba.

MANSO, J. M. D. **Práticas de Gestão de Equipamentos Médicos no Hospital da Luz.** 2012. 83p. Dissertação. (Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica e Biofísica) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. Lisboa.

MARTINI, F. P. **Práticas de manutenção em equipamentos de diagnóstico e terapia em serviços de oftalmologia na cidade de Porto Alegre.** 2005. 37p. Monografia. (Especialização de Gestão em Saúde) – Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MENDONÇA, G. S. **Levantamento do Perfil dos Esfigmomanômetros Aneroides do Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia por meio de Avaliação Eventual.** 2012. 81p. Monografia. (Graduação em Engenharia Biomédica) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.

MIRSHAWKA, V. & OLMEDO, N. L. **Manutenção – combate aos custos da não-eficácia – a vez do Brasil.** São Paulo: Makron Books do Brasil Ed., 1993.

MONCHY, F. A Função **Manutenção – Formação para a gerência da manutenção industrial.** São Paulo: Editora Durban Ltda, 1989.

MOUBRAY, J. **Reliability-Centered Maintenance.** 2nd ed - Woodbine, NJ Industrial Press Inc., 1997.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de manutenção preditiva.** E. Blucher, 1989.

OLIVEIRA, J. V. Avaliação técnica dos aparelhos de fototerapia do Serviço de Neonatologia do Hospital Regional da Asa Sul, Brasília, Distrito Federal. **Residência Médica em Pediatria**, 2006.

OLYMPUS. **Instruções de Uso Microscópios Biológicos Modelos BX62, BX61, BX51, BX41, BX45, BX45A, BX52, BX51WI, BX61WI**. São Paulo, 2008. 64p.

PAINTER, F.; BETTS, W. F.; CARVER, M. E. Current issues in clinical engineering and biomedical technology certification. **Biomedical instrumentation & technology/Association for the Advancement of Medical Instrumentation**, v. 23, n.6, p.434, 1989.

PALOTA, L.; CORDELLA, M. P.; OLVEIRA, S. M.; CESARINO, C. B. A verificação da calibração dos manômetros dos esfigmomanômetros aneroides: um programa de educação continuada para enfermeiros supervisores do Hospital de Base. **Arq Cienc Saúde**, v. 11, p.2-6, 2004.

PENTÓN, Y. B.; MARTÍNEZ, E. M. P. **Procedimiento para la Selección de Alternativas de Mantenimiento para Activos Fijos Hospitalarios**. 2001.

PERMUTION. **Manual do Usuário da Osmose Reversa Portátil RO 2000**. Curitiba, 2016. 48p.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2001.

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

RAMIREZ, E. F. F.; CALDAS, E. C.; SANTOS, P. R. **Manual Hospitalar de Manutenção Preventiva**. Editora da Universidade Estadual de Londrina – Londrina, 2002. 180p.

- ROMERO, J. C. **Confiabilidade Metrológica de Ventiladores Pulmonares.** 2006. Dissertação. (Mestrado em Metrologia para Qualidade e Inovação) – Pontifícia Universidade Católica – PUC. Rio de Janeiro.
- RUAS, M. S.; SILVA, H. A. N.; SOUZA, C. R. B. Sistema de Hemodiálise: variáveis importantes para o funcionamento e segurança do paciente. **VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação.** Palmas, TO. 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/5127/2494>>. Acesso em: 29 out. 16.
- SANTOS, M. J. M. F. **Gestão de Manutenção do Equipamento.** 2009. 65p. Dissertação. (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto.
- SHAFFER, M. J. & SHAFFER, M. D. Clinical engineering participation in hospital technology assessment. **Biomedical Instrumentation & Technology**, v.25, n.4, p.282-286, 1991.
- SILVA, D. R. C. **Engenharia Clínica – Manutenção de Equipamentos de Eletromedicina.** 2015. Relatório de Estágio (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Área de Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia). Instituto Politécnico de Coimbra. Coimbra.
- SILVA, R. & PINEDA, M. Risk-Based Preventive Maintenance Program for Medical Equipment. **Journal of Clinical Engineering.** Set/Out, 2000.p. 265-268.
- SIQUEIRA, Y. P. D. S. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implantação.** 1<sup>a</sup> (Reimpressão). ed. Rio de Janeiro: Qulitymark, 2009.
- SLACK, N. et. al. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2002.
- SMITH, A. M. **Reliability – Centered Maintenance.** USA: McGraw – Hill, Inc., 1993.

SOUZA, M. N. A. de. **Gestão hospitalar: da origem dos hospitais aos aportes teóricos da ciência gerencial e sua aplicabilidade no âmbito hospitalar.** 1. ed. Curitiba: Editora CRV, 2008.

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.

VEXER. **Manual de Operação Osmose Reversa Portátil Modelo: VOP 00100.** Curitiba, 2012. 26p.

VIZZONI, E. **Manutenção Centrada em Confiabilidade – Avaliação da sua Aplicabilidade e Adaptação e Sustentações de Energia Elétrica.** 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – DEE – PUC.

WANG, B.; CALLIL, S. J. Clinical engineering in Brazil: current status. **Journal of Clinical Engineering**, v. 16, n. 2, p. 129-136, 1991.  
<https://doi.org/10.1097/00004669-199103000-00010>

WEM. **Manual de Utilização Bisturi Eletrônico Microprocessado Modelo SS 601-MCa.** Ribeirão Preto, 2015. 59p.

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

## APÊNDICE 1

 <p>Hospital de Clínicas De Uberlândia</p>	<b>PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO</b>			
<b>Título:</b> Protocolo de Manutenção Preventiva da Fototerapia Fanem Bilitron 3006 BTP	<b>Elaborado por:</b> Carolina Mendes de Godoi Cláudio Carrijo de Oliveira	<b>Data:</b> 22/01/2015		
	<b>Versão:</b> 1.2	<b>Data:</b> 23/02/2015		
	<b>Periodicidade:</b> Anual			
<b>SUMÁRIO</b>				
1. OBJETIVO ..... 2. INSTRUMENTAL NECESSÁRIO..... 3. SEQUÊNCIA DE TESTE ..... 3.1 Posição Inicial ..... 3.2 Separação do Braço de Articulação da Unidade Microprocessada (Caixa de Controle)..... 3.3 Abrir a Unidade Microprocessada..... 3.4 Desconectar placa de circuito ..... 3.5 Desconectar o Módulo Fonte..... 3.6 Limpeza dos Componentes..... 3.7 Montagem da Unidade Microprocessada..... 3.8 Testes de continuidade ..... 3.9 Teste de alimentação ..... 3.10 Verificação dos rodízios ..... 3.11 Verificação da ventosa e dos amortecedores ..... 3.12 Teste da bateria ..... 3.13 Teste da Radiância .....  1. OBJETIVO				
Este documento tem como objetivo orientar o profissional da				

BioEngenharia na manutenção preventiva anual da fototerapia FANEM Bilitron 3006 BTP, realizando a limpeza e verificação de todo o equipamento.

## 2. INSTRUMENTAL NECESSÁRIO

- Chave Philips;
- Chave de Fenda;
- Chave Allen de 5 mm;
- Trincha;
- Régua;
- Multímetro;
- THOR Multitester 3620 com Sonda de Radiação.

## 3. SEQUÊNCIA DE TESTE

### 3.1 Posição Inicial

- Para que o braço de articulação fique na posição vertical, deve-se girar o manípulo no sentido anti-horário, conforme a Figura 1, para afrouxar a junção. É necessário ter cuidado para que o mesmo não perca a mola interna até que o movimento seja permitido. Quando estiver na posição vertical, é necessário verificar se o braço de articulação está dente a dente, conforme ilustra a Figura 2. O manípulo deve ser girado no sentido horário para prender a junção de forma que o braço esteja firme.



**Figura 1:** Girando o manípulo no sentido anti-horário.



**Figura 2:** Braço de articulação dente a dente.

- A Figura 3 mostra como deve ser posicionado o braço de articulação.



**Figura 3:** Braço de articulação.

### **3.2 Separação do Braço de Articulação da Unidade Microprocessada (Caixa de Controle)**

- O cabo de alimentação deve ser retirado, conforme a Figura 4.



**Figura 4:** Cabo de alimentação.

- Em seguida deve-se retirar o parafuso utilizando uma chave Philips ou uma chave de fenda, conforme a Figura 5.



**Figura 5:** Retirando o parafuso.

- Em seguida retire a Unidade Microprocessada do braço, conforme a Figura 6.



**Figura 6:** Unidade Microprocessada.

### 3.3 Abrir a Unidade Microprocessada

- Deve-se retirar os seis parafusos que se localizam na parte inferior da unidade utilizando a chave Philips, conforme demonstrado na Figura 7. É necessário atentar para o tamanho dos parafusos, os quais os quatro localizados na parte que contem o Super Led são um pouco maiores que os outros dois.



**Figura 7:** Retirando os parafusos da Unidade Microprocessada.

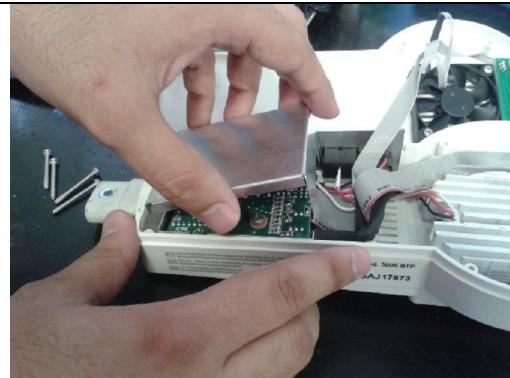
- Logo após deve-se abrir a unidade, conforme a Figura 8.



**Figura 8:** Abertura da unidade.

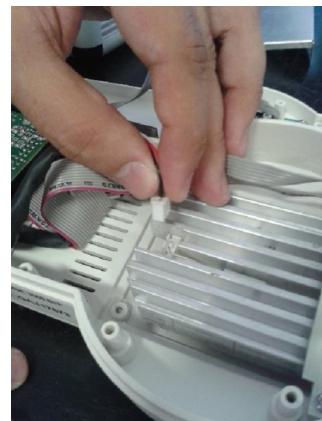
### 3.4 Desconectar placa de circuito

- Em seguida deve-se retirar a proteção de alumínio superior da placa de circuito interna à unidade, conforme Figura 9.



**Figura 9:** Placa de alumínio.

- É necessário desconectar os conectores, pertencentes à placa, do módulo fonte, conforme Figura 10.



**Figura 10:** Conectores pertencentes à placa.

- Após deve-se retirar o parafuso que prende a placa do circuito à unidade microprocessada, conforme Figura 11, e consequentemente retirar a placa da unidade.

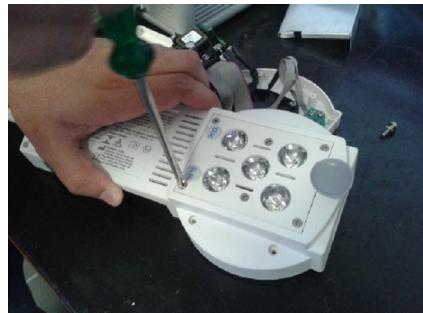


**Figura 11:** Parafuso da placa de circuito.

- Feito o passo anterior, deve-se retirar a proteção de alumínio inferior.

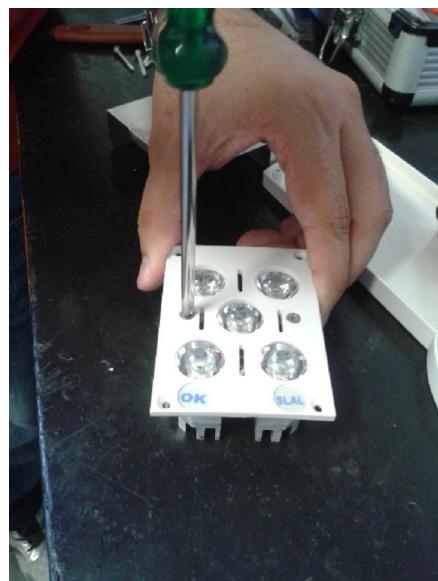
### 3.5 Desconectar o Módulo Fonte

- Para desconectar o módulo é necessário retirar os quatro parafusos externos utilizando uma chave Philips, conforme a Figura 12.

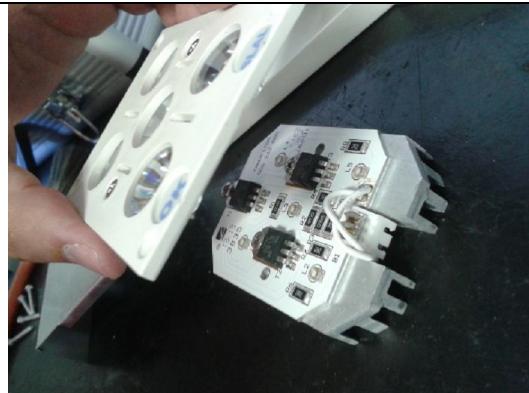


**Figura 12:** Retirando os parafusos.

- Após retirar os parafusos, retire também o módulo fonte da unidade microprocessada.
- Em seguida retire os dois parafusos centrais para desprender a placa dos LEDs da tampa, como mostrado nas Figuras 13 e 14. Verificar se os parafusos que prendem os transistores na placa estão firmes, caso contrário parafuse-os.



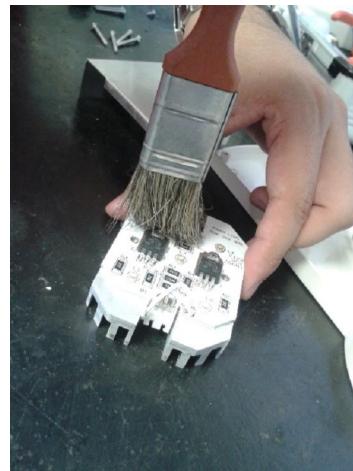
**Figura 13:** Parafusos centrais.



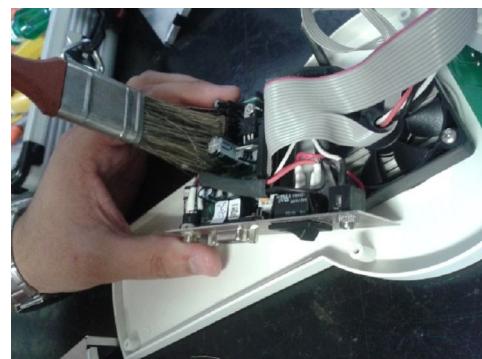
**Figura 14:** Tampa retirada.

### **3.6 Limpeza dos Componentes**

- Com o auxílio da trincha deve-se realizar a limpeza das placas, de acordo com as Figuras 15 e 16.



**Figura 15:** Limpeza da placa.



**Figura 16:** Limpeza da placa.

- Em seguida deve-se limpar o micro ventilador, conforme a Figura 17.



**Figura 17:** Limpeza do micro ventilador.

- Para finalizar a limpeza, a carcaça também deve ser limpa, como mostra a Figura 18.



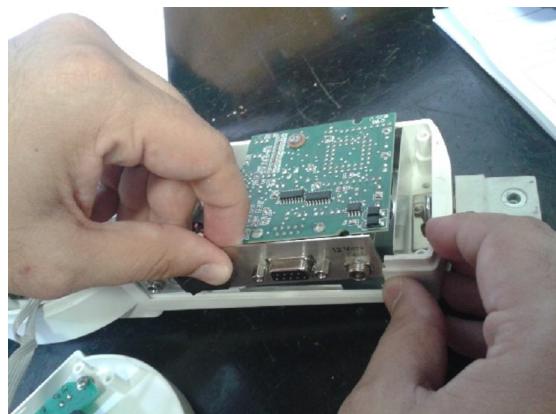
**Figura 18:** Limpeza da carcaça.

### **3.7 Montagem da Unidade Microprocessada**

- Após a limpeza deve-se conectar novamente os módulos, conforme as Figuras 19 a 22.



**Figura 19:** Parte metálica inferior.



**Figura 20:** Placa.

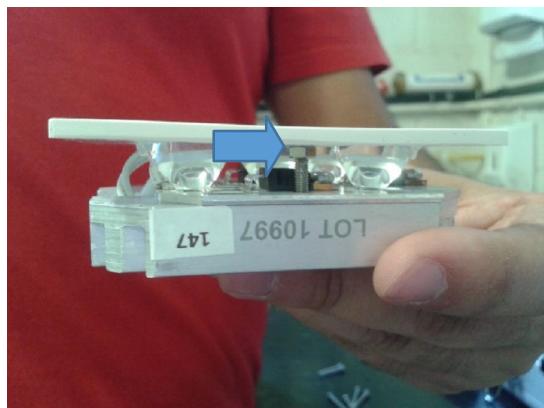


**Figura 21:** Parte metálica superior.



**Figura 22:** Placa de LEDs com a tampa.

- Ao conectar a placa dos LEDs com os parafusos centrais na tampa, deve-se verificar se a placa e a tampa estão paralelas, conforme a Figura 23, caso não estejam deve-se retirar os parafusos e encaixar a tampa novamente.
- Observação: Verificar se a porca do parafuso está rente à tampa, conforme indica as



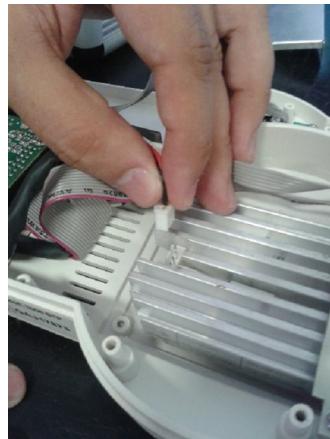
**Figura 23:** Placa de LEDs com a tampa.

- Logo após, deve-se encaixar e parafusar o módulo fonte na Unidade Controladora, conforme a Figura 24. Note que os símbolos “OK” e “SLAL” devem ficar para baixo.



**Figura 24:** Encaixe do módulo.

- Deve-se reconectar o módulo fonte com a placa, conforme a Figura 25.



**Figura 25:** Reconectando o módulo.

- Em seguida, fechar a Unidade Controladora Microprocessada, conforme a Figura 26.



**Figura 26:** Fechando o equipamento.

### 3.8 Teste de Continuidade

- É necessário verificar a continuidade do cabo de alimentação, conforme a Figura 27.



**Figura 27:** Continuidade do cabo de energia.

- Antes de realizar os próximos três passos, identifique se o equipamento é da situação 1 ou situação 2, conforme Figura 28 e Figura 29, respectivamente.
- Caso o mesmo seja da situação 2, os próximos três passos não serão executados, visto que não é possível medir a continuidade conforme os métodos citados abaixo.



**Figura 28:** Modelo fototerapia situação 1.



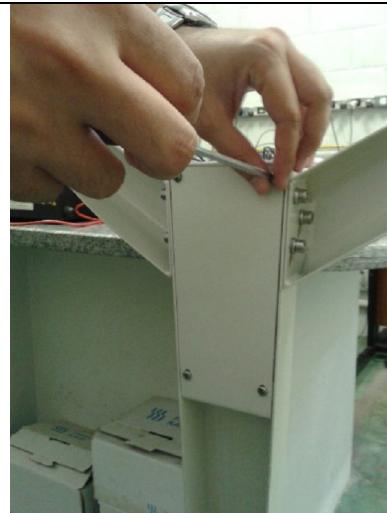
**Figura 29:** Modelo fototerapia situação 2.

- Se o equipamento pertencer a situação 1, deve-se colocar a fototerapia na posição horizontal para acesso ao compartimento da fonte, conforme a Figura 30.



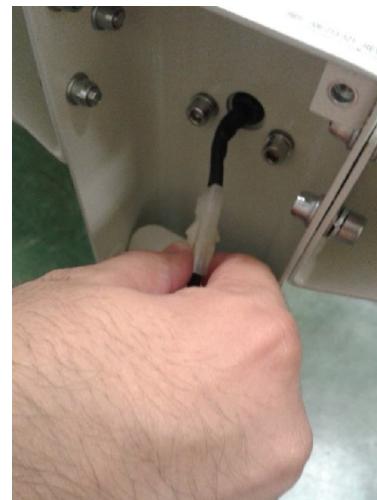
**Figura 30:** Fototerapia na posição horizontal.

- De acordo com a Figura 31, é necessário retirar os parafusos utilizando uma chave Philips. Caso o equipamento não possua os 4 parafusos, providenciar parafusos equivalentes para posteriormente fazer-se a fixação da fonte.



**Figura 31:** Retirada dos parafusos.

- Logo, conforme mostrado na Figura 32, deve-se separar o conector da fonte para medir a continuidade do cabo interno à carcaça (verificar Figura 33 que mostra a outra extremidade do cabo).



**Figura 32:** Conector da fonte.



**Figura 33:** Parte superior do cabo da fonte.

### 3.9 Teste de alimentação

- Este teste é realizado somente para equipamentos da situação 1.
- Deve-se ligar o cabo de alimentação à rede elétrica e em seguida verificar a saída de 12 Volts da fonte, de acordo com a Figura 34. É necessário verificar se o multímetro encontra-se na opção de corrente contínua.



**Figura 34:** Teste de alimentação.

- Após o teste, reconecte a fonte ao equipamento e parafuse a carcaça.

### 3.10 Verificação dos rodízios

- Se o equipamento possuir travas para freio, acione os freios das três rodas da fototerapia, conforme Figura 35. Caso contrário, apenas verifique se os rodízios estão funcionamento corretamente.



**Figura 35:** Acionamento dos freios.

- Verifique a estabilidade da fototerapia tentando deslocá-la com os freios dos rodízios acionado, ela deve permanecer imóvel. Caso isto não ocorra, a mesma deve ser enviada para reparo nos rodízios.
- A Figura 36 indica como o freio deve ser desacionado.



**Figura 36:** Desacionamento dos freios.

- Desloque a fototerapia sem os freios acionados e verifique se os rodízios estão travando. Caso esteja, deve ser providenciado o reparo. Para finalizar, verifique o estado geral dos rodízios realizando a limpeza adequada.

### **3.11 Verificação da ventosa e dos amortecedores**

- Verificar se na parte inferior da unidade microprocessada existe uma ventosa e verificar o estado da mesma, de acordo com a Figura 37.



**Figura 37:** Ventosa.

- Caso o equipamento não possua a ventosa, solicite-a e coloque no lugar apropriado.
- Em seguida verificar se existem amortecedores e o estado dos mesmos, conforme a Figura 38.



**Figura 38:** Amortecedores.

- Caso o equipamento não possua os amortecedores, solicite-os e coloque no lugar apropriado. (Código do Almoxarifado: 15293).

### 3.12 Teste da bateria

- Conecte a unidade processada no braço de articulação e coloque o parafuso.
- Para que seja realizado o teste da bateria deve-se ligar o equipamento na rede elétrica e colocar a chave liga/desliga na posição “ligar”, de acordo com a Figura 39.



**Figura 39:** Ligando o equipamento.

- A tela inicial da fototerapia deverá ser de acordo com a Figura 40.



**Figura 40:** Tela inicial.

- Em seguida aperte a tecla MENU, representada na Figura 41, para que apareça no display “Config. Sistema”.



**Figura 41:** “Conf. Sistema”.

- Pressionar a tecla SOBE, de acordo com a Figura 42, até o aparecimento do “Ajustar relógio”.



**Figura 42:** “Ajustar Relógio”.

- Pressione a tecla ENTER, conforme Figura 43, até que o dígito fique piscando.



**Figura 43:** Tecla ENTER.

- Por meio da tecla SOBE, ajuste o valor desejado. Pressione a tecla ENTER para o próximo dígito e faça os ajustes, e, assim sucessivamente até ajustar todos os valores. Pressione a tecla MENU para voltar a tela inicial. Feito isso, desligue o equipamento, como mostra na Figura 44. Ligue novamente, verifique se o valor ajustado anteriormente é o mesmo e caso não seja, a bateria apresenta defeito.



**Figura 44:** Desligando o equipamento.

### 3.13 Teste da Radiância

- Inicialmente coloque a fototerapia de forma paralela a uma superfície plana. Com o auxílio de uma régua, posicione o equipamento a uma distância de 30 cm da superfície, conforme mostrado na Figura 45.



**Figura 45:** Posicionamento do equipamento.

- Posteriormente, ligue o equipamento e selecione a opção AJUSTAR RADIAÇÃO utilizando a tecla MENU, conforme Figura 46.



**Figura 46:** Ajustar Radiação.

- Em seguida, aperte a tecla DESCE ou SOBE até que apareça a indicação de potência e ajuste para o nível 100% utilizando a tecla SOBE, conforme Figura 47.



**Figura 47:** Ajustando o nível de radiância.

- Utilize o THOR Multitester 3620 com Sonda de Radiação, mostrado na Figura 48, para o próximo passo.



**Figura 48:** THOR Multitesters 3620.

- Conecte a Sonda de Radiação no aparelho, conforme Figura 49, e pressione a tecla Ligar, como mostrado na Figura 50.



**Figura 49:** Sonda de Radiação.



**Figura 50:** Ligando o equipamento.

- No THOR, aperte a tecla MENU até aparecer o nível de radiação para LEDs, conforme mostrado na Figura 51. Esse valor é lido em  $\mu\text{W}/\text{cm}^2\cdot\text{nm}$ .



**Figura 51:** Nível de radiação para LEDs.

- Posicione a Sonda de Radiação paralela à superfície e perpendicular à radiação, em seguida, ligue a Fototerapia, de acordo com a Figura 52.



**Figura 52:** Posicionamento da sonda.

- Faça a leitura do valor apresentado no THOR, como mostrado na Figura 53, o qual deve estar entre os valores  $45 \mu\text{W}/\text{cm}^2.\text{nm} \leq \text{Valor Lido} \leq 65 \mu\text{W}/\text{cm}^2.\text{nm}$  para esta distância de 30 cm. Se esse valor for diferente, a placa de LEDs deverá ser trocada.



**Figura 53:** Leitura do nível de radiância.

- Para finalizar, desligue e guarde todos os equipamentos utilizados nessa manutenção preventiva, e não se esqueça de colar a etiqueta de manutenção preventiva.

## APÊNDICE 2

 <p>Hospital de Clínicas De Uberlândia</p>	<b>PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO</b>																													
<p><b>Título:</b> Protocolo de Manutenção Preventiva dos Carrinhos de Anestesia</p>	<b>Elaborado por:</b> Carolina Mendes de Godoi / Camille Marques Alves / Brunna Nunes / Iohanna Wielewski	<b>Data:</b>																												
	<b>Versão:</b> 1.0	<b>Data:</b> 12/05/2015																												
	<b>Periodicidade:</b> Semestral																													
<b>SUMÁRIO</b>																														
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1. OBJETIVO .....</td><td style="width: 80%; text-align: right;">1</td></tr> <tr> <td>2. INSTRUMENTAL NECESSÁRIO .....</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr> <td>3. SEQUÊNCIA DE TESTES .....</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr> <td>    3.1 Verificar funcionamento da bateria.....</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr> <td>    3.2 Verificar o sensor de O2.....</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr> <td>    3.3 Verificação e limpeza do ramo expiratório.....</td><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr> <td>    3.4 Limpeza do ramo inspiratório.....</td><td style="text-align: right;">7</td></tr> <tr> <td>    3.5 Verificar as válvulas expiratória e inspiratória.....</td><td style="text-align: right;">7</td></tr> <tr> <td>    3.6 Verificar o canister.....</td><td style="text-align: right;">9</td></tr> <tr> <td>    3.7 Verificar a válvula APL.....</td><td style="text-align: right;">11</td></tr> <tr> <td>    3.8 Limpeza do filtro.....</td><td style="text-align: right;">11</td></tr> <tr> <td>    3.9 Realizar os testes do sistema.....</td><td style="text-align: right;">12</td></tr> <tr> <td>    3.10 Simular o circuito com o pulmão teste e com o Fluke.....</td><td style="text-align: right;">14</td></tr> <tr> <td>    3.11 Verificar os rodízios.....</td><td style="text-align: right;">16</td></tr> </table>			1. OBJETIVO .....	1	2. INSTRUMENTAL NECESSÁRIO .....	1	3. SEQUÊNCIA DE TESTES .....	2	3.1 Verificar funcionamento da bateria.....	3	3.2 Verificar o sensor de O2.....	3	3.3 Verificação e limpeza do ramo expiratório.....	5	3.4 Limpeza do ramo inspiratório.....	7	3.5 Verificar as válvulas expiratória e inspiratória.....	7	3.6 Verificar o canister.....	9	3.7 Verificar a válvula APL.....	11	3.8 Limpeza do filtro.....	11	3.9 Realizar os testes do sistema.....	12	3.10 Simular o circuito com o pulmão teste e com o Fluke.....	14	3.11 Verificar os rodízios.....	16
1. OBJETIVO .....	1																													
2. INSTRUMENTAL NECESSÁRIO .....	1																													
3. SEQUÊNCIA DE TESTES .....	2																													
3.1 Verificar funcionamento da bateria.....	3																													
3.2 Verificar o sensor de O2.....	3																													
3.3 Verificação e limpeza do ramo expiratório.....	5																													
3.4 Limpeza do ramo inspiratório.....	7																													
3.5 Verificar as válvulas expiratória e inspiratória.....	7																													
3.6 Verificar o canister.....	9																													
3.7 Verificar a válvula APL.....	11																													
3.8 Limpeza do filtro.....	11																													
3.9 Realizar os testes do sistema.....	12																													
3.10 Simular o circuito com o pulmão teste e com o Fluke.....	14																													
3.11 Verificar os rodízios.....	16																													
<p><b>1. OBJETIVO</b></p> <p>Este documento tem como objetivo, orientar o profissional da BioEngenharia na manutenção preventiva semestral dos carrinhos de</p>																														

anestesiadas, verificando os sensores, o filtro e o desempenho do mesmo nos testes de fluxo e fuga.

## **2. INSTRUMENTAL NECESSÁRIO**

- Compressas de pano;
- Luva;
- Álcool;
- Pinça;
- Conector Y;
- Fluke;
- Pulmão teste;
- Três Bombas de posto (Oxigênio, óxido nitroso e ar comprimido);

## **3. SEQUÊNCIA DE TESTES**

### **3.1 Verificar funcionamento da bateria**

- Para se realizar o teste de funcionamento da bateria, é necessário deixar a estação de anestesia durante pelo menos 30 minutos desconectada da rede. Portanto, aconselha-se realizar todos os testes na bateria, assim é possível perceber o estado de funcionamento dela.

### **3.2 Verificar o sensor de O<sub>2</sub>**

- O sensor se localiza acoplado ao ramo inspiratório. Como mostrado na Figura 1.



Figura 1: Sensor de O<sub>2</sub> acoplado ao ramo inspiratório.

- É necessário desacoplar o sensor do ramo e abri-lo para verificar se a célula de O<sub>2</sub>, está dentro dos prazos de validade. Conforme a Figura 2 e Figura 3. A válvula deve ser “rosqueada” para cima, para evitar a queda da célula.



Figura 2: Sensor de O<sub>2</sub>.



Figura 3: Validade da célula de O<sub>2</sub>.

- Realizar a limpeza da cápsula do sensor de O<sub>2</sub>, de acordo com a Figura 4.



Figura 4: Limpeza da cápsula do sensor de O<sub>2</sub>

- Verificar os orings. Eles se localizam na cápsula do sensor de O<sub>2</sub>. Conforme a Figura 5. Verificar se os dois orings estão na posição correta e caso não estejam presentes devem ser colocados orings novos.

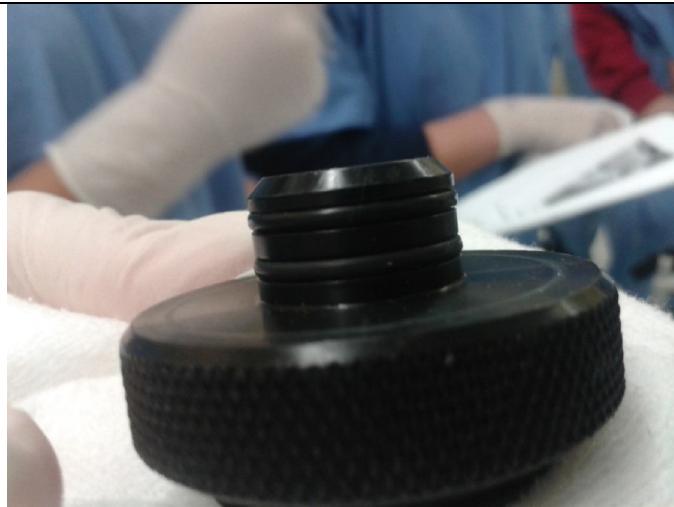


Figura 5: Posição dos orings.

### 3.3 Verificação e limpeza do ramo expiratório

- O ramo expiratório deve ser retirado para a verificação do sensor de fluxo. O mesmo se localiza dentro do conector de expiração. Fazer a devida limpeza no interior do ramo com o auxílio da pinça. O conjunto do ramo expiratório pode ser visto na Figura 6.



Figura 6: Ramo expiratório.

- Deverá ser observado se o sensor de fluxo não apresenta nenhum problema, observando dois fios extremamente finos no seu interior e verificando se os mesmos não estão rompidos. É possível ver o sensor de fluxo na Figura 7.



Figura 7: Sensor de fluxo.

- Deve se observar a integridade e a presença do oring que se localiza dentro do conector do ramo expiratório. Como pode-se observar na Figura 8.



Figura 8: Oring do ramo expiratório.

### **3.4 Limpeza do ramo inspiratório**

- Deve-se realizar, com o auxílio da pinça, a limpeza do ramo inspiratório, que pode ser visto na Figura 9.



Figura 9: Ramo inspiratório.

### 3.5 Verificar as válvulas expiratória e inspiratória

- As válvulas se localizam acima dos ramos expiratório e inspiratório, como mostra a Figura 10.

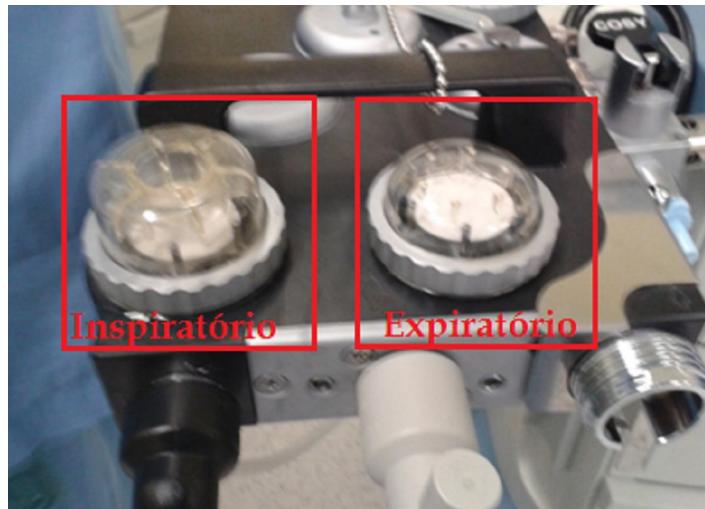


Figura 10: Válvulas inspiratória e expiratória.

- É necessário retirar as válvulas para verificar se o disco não está danificado. É possível ver o disco na Figura 11. É importante manusear o disco com cuidado para este não quebrar.



Figura 11: Disco das válvulas.

- Após retirar as válvulas deverá ser feita a limpeza das mesmas, observando se não há excesso de água, conforme ilustra a Figura 12.

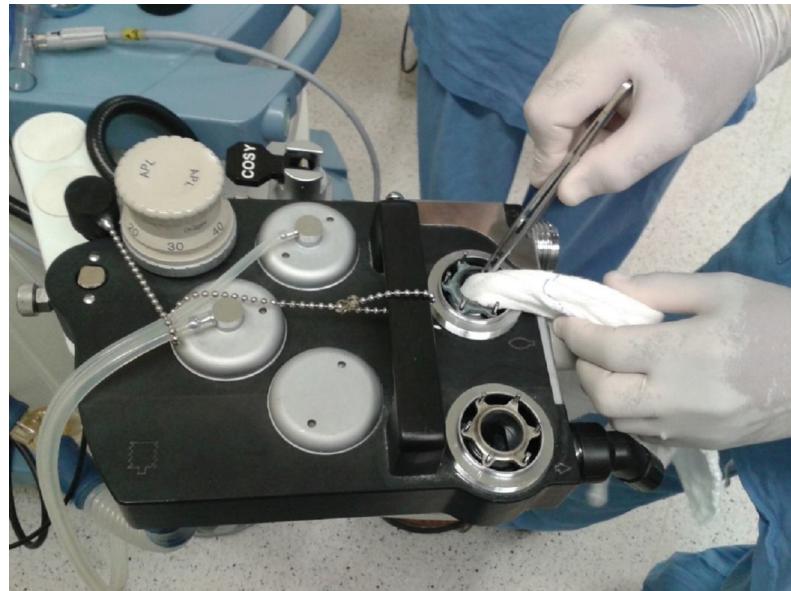


Figura 12: Limpeza das válvulas.

- Verificar e limpar os orings presentes nas duas válvulas, conforme mostra a Figura 13.



Figura 13: Limpeza e verificação do oring das válvulas.

### 3.6 Verificar o Canister

- O canister deve ser desmontado, e assim, deverá ser realizada a limpeza e verificação de todas as partes pertencentes à ele. Deve-se verificar se há presença de cal sodada no interior do canister e sempre que houver a mesma deve ser descartada. O canister pode ser observado na Figura 14.



Figura 14: Limpeza do Canister.

- Verificar os orings que se encontram no encaixe do canister. Estes orings devem ser retirados para limpeza. Ao recolocá-los, deve-se tomar cuidado com a posição dos mesmos. Podemos observá-los na Figura 15.



Figura 15: Encaixe do canister.

### 3.7 Verificar a válvula APL

- Verificar o botão de regulação da válvula APL responsável pela ventilação manual espontânea. Quando os dois pontos da válvula coincidirem a mesma deve sofrer uma leve elevação. Podemos observar a válvula na Figura 16.



Figura 16: Válvula APL.

### 3.8 Limpeza do filtro

- Deve se abrir o compartimento do filtro e realizar a limpeza do mesmo. Este compartimento pode ser visto na Figura 17.



Figura 17: Compartimento do filtro.

### 3.9 Realizar os testes do sistema

- É necessário realizar os testes de verificação do sistema, para analisar se o equipamento está dentro das conformidades. Para esses testes, é necessário conectar as válvulas de posto na saída da estação de anestesia. Os conectores de saída da estação de anestesia podem ser vistos na Figura 18.



Figura 18: Conectores de gases da estação de anestesia.

- Para realização dos testes deve-se montar o circuito de respiração utilizando as corrugadas e o conector em Y. Essa montagem pode-se vista na Figura 19.



Figura 19: Circuito para testes.

- Primeiro teste: Calibre sensor de fluxo. A explicação dos passos do teste é apresentada pelo próprio equipamento e pode ser visto na Figura 20.

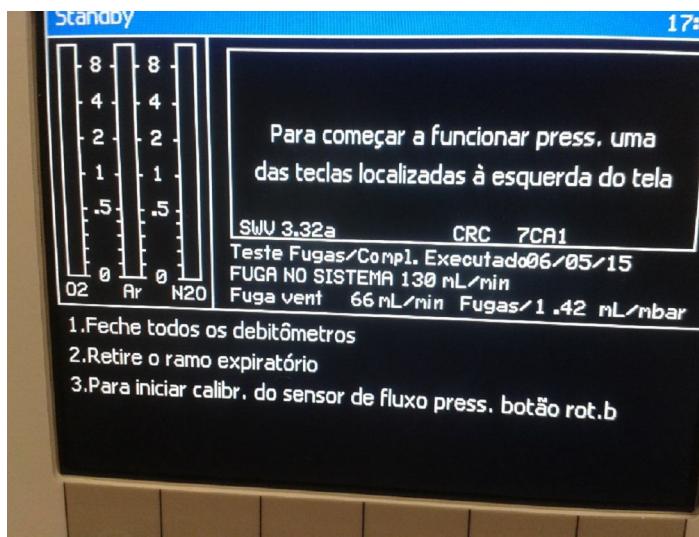


Figura 20: Teste de fluxo.

- Segundo teste: Calibre sensor O<sub>2</sub>. A explicação dos passos do teste é apresentada pelo próprio equipamento e pode ser visto na Figura 21.

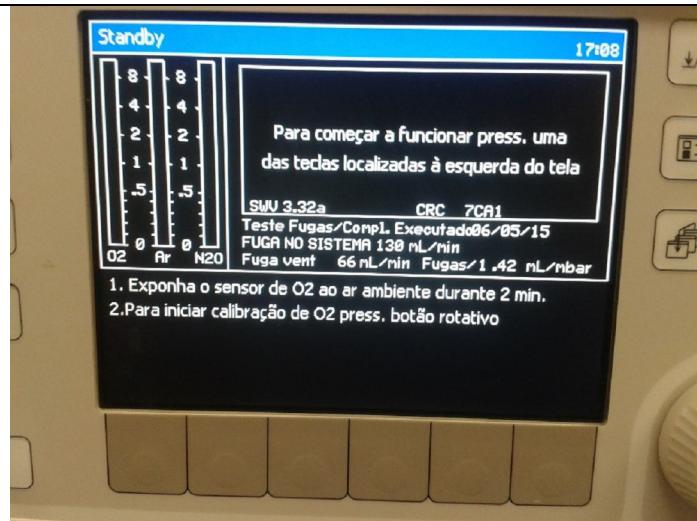


Figura 21: Teste do sensor de O2.

- Terceiro teste: Teste Fugas/ ComplânciA. A explicação dos passos do teste é apresentada pelo próprio equipamento e pode ser visto na Figura 22. Os debitômetros e o botão “O2 Emerg.” Podem ser vistos na Figura 23.

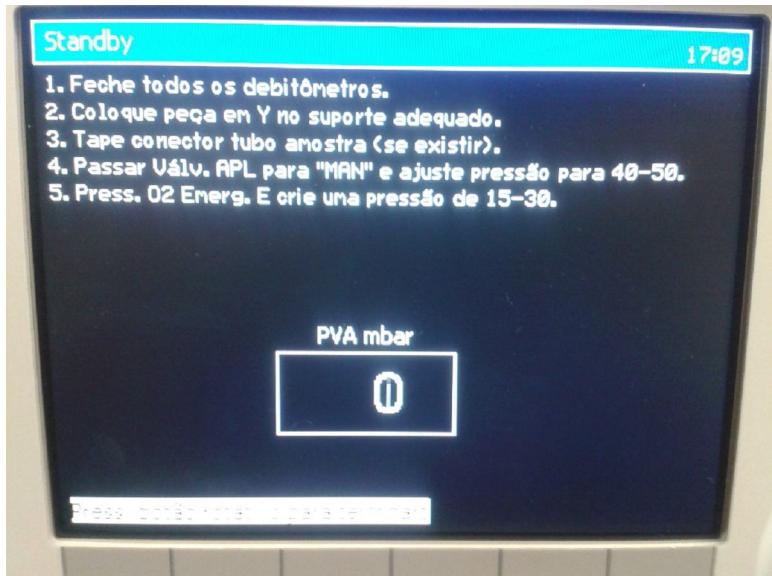


Figura 22: Teste de Fugas/ComplânciA.



Figura 23: Debitômetros e botão “O2 Emerg.”

### 3.10 Simular o circuito com o pulmão teste e com o Fluke

- Deverá ser feito a simulação com um pulmão teste, e coletar as medidas com o Fluke, para assim poder comparar com as medidas do carrinho de anestesia. A montagem é feita assim como na Figura 24. O volume de ar comprimido e oxigênio devem totalizar 1L quando somadas.



Figura 24: Montagem com pulmão teste e Fluke.

- Deve ser montado o circuito em Y e o pulmão teste deve estar com a sua Rp em 20. Como mostrado na Figura 25.

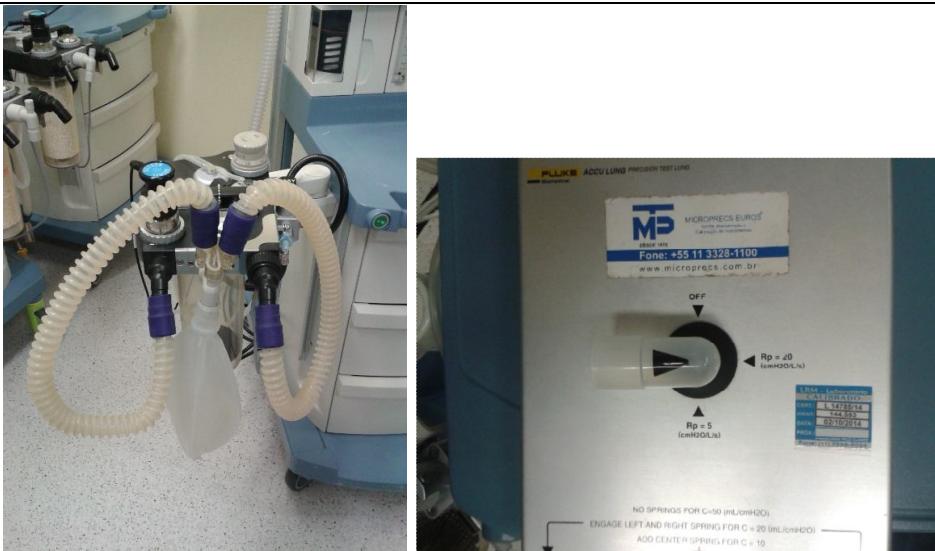


Figura 25: Montagem do circuito em Y e pulmão teste.

- Observar se quando o debitômetro de oxigênio está fechado, o volume de nitrogênio é nulo.
- É necessário verificar os alarmes de mínimo e máximo volume.

### 3.11 Verificar os rodízios

- É necessário verificar se os rodízios estão bons. Para isso, travam e destravam-se as rodas do carrinho. É possível ver a trava das rodas na Figura 26.



Figura 26: Trava dos rodízios.

## APÊNDICE 3

 <p>Hospital de Clínicas De Uberlândia</p>	<b>PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO</b>			
<p><b>Título:</b> Protocolo de Manutenção Preventiva Berço Aquecido Fanem (003BG; Multisystem 2051; AQ 50; AQ 50 TS; BA 51 TS)</p>	<b>Elaborado por:</b> Nyalla Maria do Valle Alves / Carolina Mendes de Godoi	<b>Data:</b> 13/05/2016		
	<b>Versão:</b> 2.0	<b>Data:</b> 09/06/2016		
<b>Periodicidade:</b> Anual				
<b>SUMÁRIO</b>				
1. OBJETIVO ..... 2. INSTRUMENTAL NECESSÁRIO ..... 3. SEQUÊNCIA DE TESTES ..... 3.1 Aspirar o pó no interior do compartimento superior ..... 3.2 Averiguação das portinholas de vidro ..... 3.3 Verificar o mecanismo de inclinação do berço..... 3.4 Teste de fuga de corrente..... 3.5 Teste de tensão ..... 3.6 Teste de pressão ..... 3.7 Ajustes finais .....	1 1 3 3 4 9 10 14 16 18			
<b>1. OBJETIVO</b> <p>Este documento tem como objetivo, orientar o profissional da BioEngenharia na manutenção preventiva semestral dos berços aquecidos Fanem (Modelos: 003BG; Multisystem 2051; AQ 50; AQ 50 TS; BA 51 TS), visando manter estes equipamentos em perfeito estado físico, limpos e funcionando corretamente.</p>				
<b>2. INSTRUMENTAL NECESSÁRIO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chave Philips;</li> </ul>				

- Chave de Fenda;
- Multímetro analógico;
- Multímetro digital;
- Trincha;
- Luvas;
- Válvula de posto;
- Mangueira;
- Álcool;
- Compressa.

### 3. SEQUÊNCIA DE TESTES

#### 3.1 Retirar o pó no interior do compartimento superior

- A carcaça presente na parte superior do berço aquecido deve ser retirada a fim de retirar o pó armazenado no local.
- Abra o compartimento superior do equipamento desparafusando, como mostra a Figura 1.



Figura 1: parafusos do compartimento superior.

- Após retirar todos os parafusos, retire a carcaça como ilustrado na Figura 2.



Figura 2: retire a carcaça do compartimento superior.

- Conserve a carcaça em local apropriado até o momento em que seja solicitado que a mesma seja reencaixada no compartimento superior.
- Limpe com a trincha o interior do compartimento segundo a Figura 3.

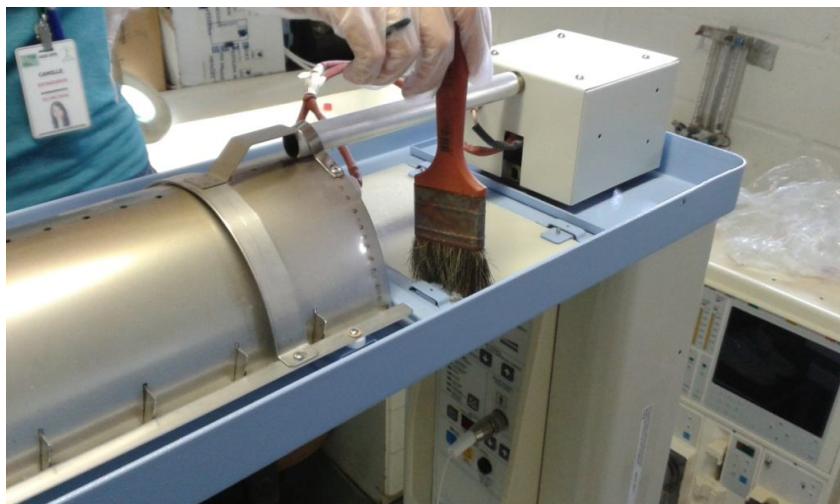


Figura 3: interior do compartimento superior.

### 3.2 Averiguação dos protetores de acrílico

- Retire o acolchoamento do berço.
- Destrave as dobradiças deslizando a peça de acrílico como indicado pelas seta mostrada na Figura 4.

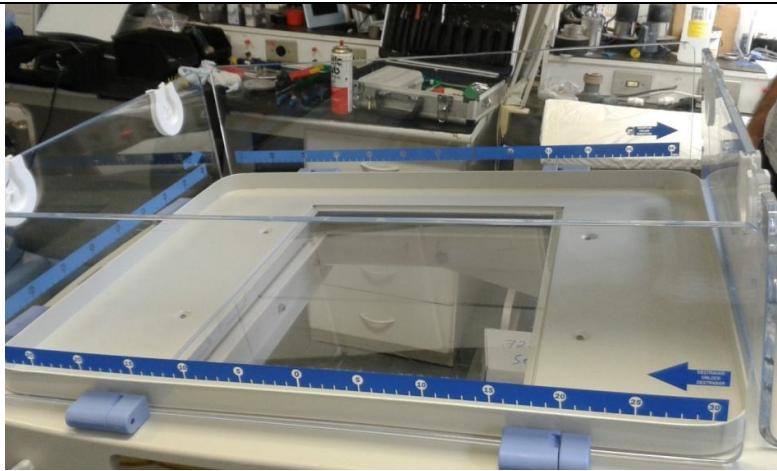


Figura 4: setas ilustrativas para destrave dos protetores.

- Abra os protetores segundo a Figura 5.



Figura 5: protetor da incubadora.

- Desparafuse as dobradiças como mostra a Figura 6.



Figura 6: parafuso das dobradiças.

- Para a retirada da protetor traseiro basta levantá-lo.
- Utilize a compressa e o álcool para limpar os protetores conforme a Figura 7.



Figura 7: protetor da incubadora.

- Retire os parafusos presentes na parte inferior do berço para retirar as dobradiças como mostra a Figura 8.



Figura 8: parafusos na parte inferior do equipamento.

- Limpe as dobradiças com o auxílio de pano e álcool, segundo a Figura 9 e verifique a integridade das mesmas substituindo-as caso necessário.



Figura 9: dobradiças removidas.

- Higienize todo o berço conforme a Figura 10.



Figura 10: berço higienizado.

- Reencaixe as dobradiças e parafuse-as como mostra, respectivamente, as Figuras 11 e 12.



Figura 11: dobradiças reencaixadas.



Figura 12: dobradiças parafusadas.

- Parafuse as portinholas limpas às dobradiças segundo a Figura 13.



Figura 13: portinholas encaixadas.

- Retire o suporte para cassette conforme a Figura 14 e limpe-o.

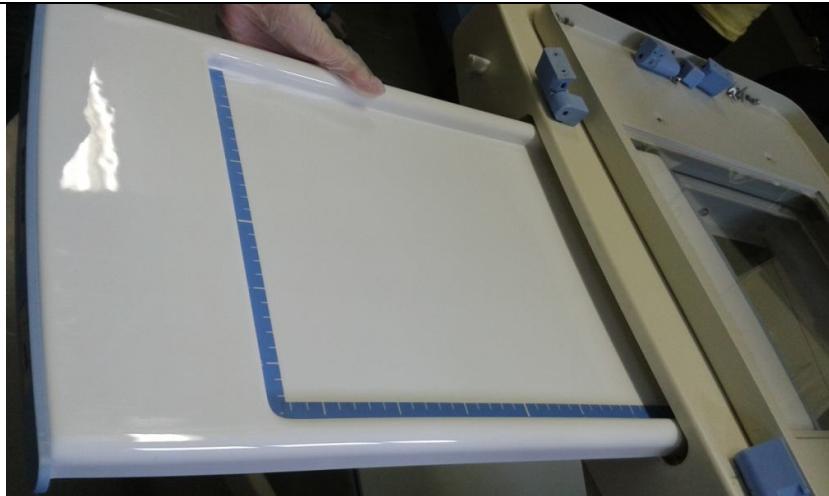


Figura 14: suporte para cassete.

- Verifique os abafadores mostrados na Figura 15 e substitua-os caso necessário.



Figura 15: abafadores.

### 3.3 Verificar o mecanismo de inclinação do berço

- Pressione o botão presente na parte posterior do berço como mostrado na Figura 16 e certifique se é possível inclinar o berço nas duas direções como mostram as Figuras 17 e 18.



Figura 16: botão de controle da inclinação do berço.



Figura 17: berço inclinado.

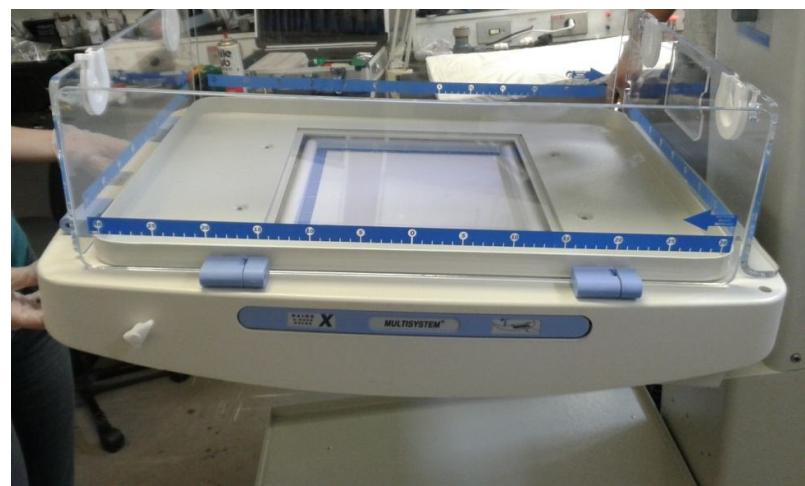


Figura 18: berço levemente inclinado para trás.

### 3.4 Teste de fuga de corrente

- Ainda com o compartimento superior aberto desconecte o cano que liga o aquecedor à caixa de comando eletrônico. Para isso desparafuse a conexão com o aquecedor como ilustrado na Figura 19.

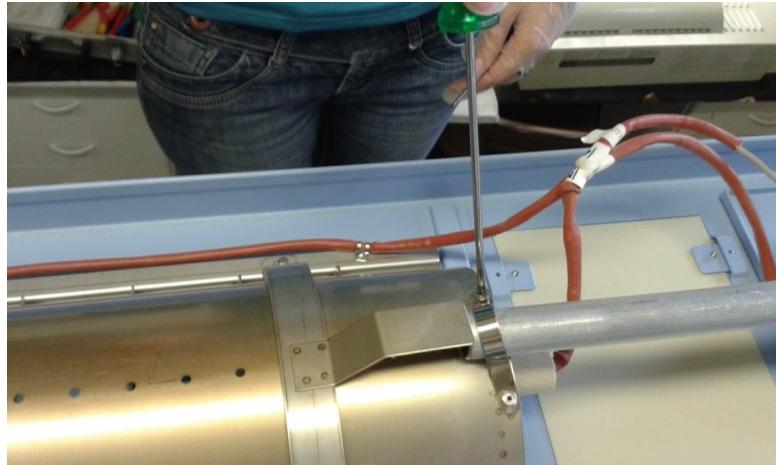


Figura 19: conexão do cano com o aquecedor.

- Desparafuse ainda a parte superior da caixa de comando eletrônico como mostra a Figura 20.

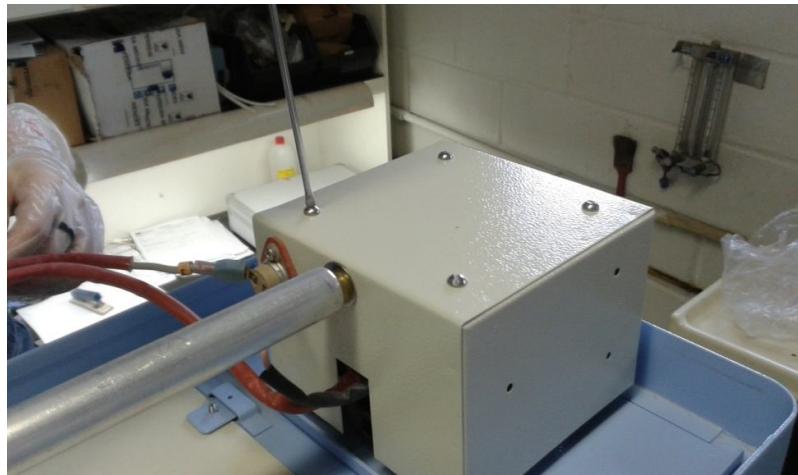


Figura 20: caixa de comando eletrônico.

- Desencaixe o cano como mostrado pela Figura 21.



Figura 21: cano de conexão entre o aquecedor e a caixa de comando eletrônico.

- Para que a retirada da caixa de comando possa ser efetivada desfaça as conexões puxando os fios da caixa de comando eletrônico com cuidado como ilustrado pela Figura 22 e abra o compartimento conforme a Figura 23.

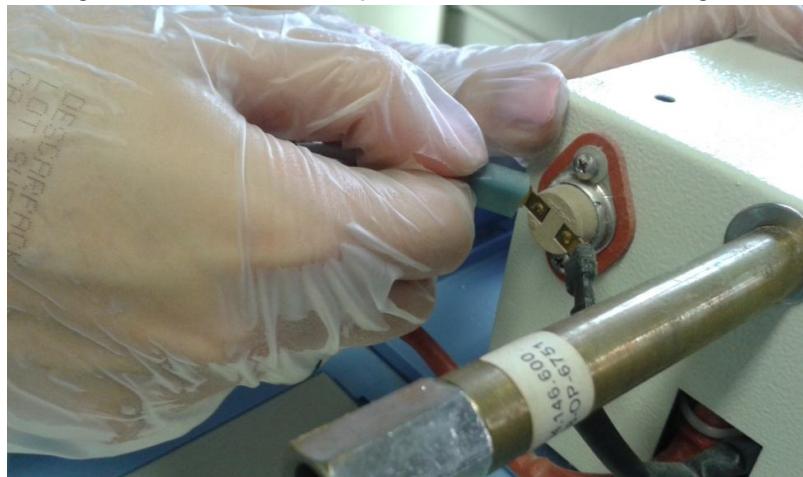


Figura 22: fios da caixa de comando eletrônico.

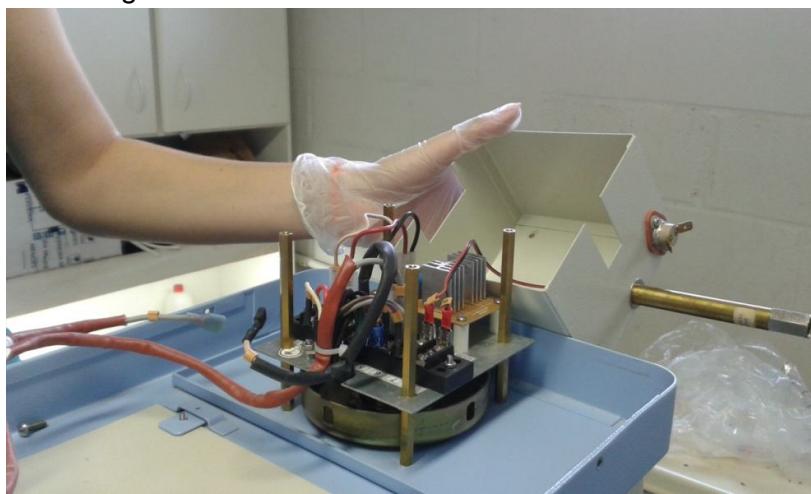


Figura 23: comando eletrônico sem a caixa de proteção.

- Inicialmente, com o auxílio do multímetro verifique se há corrente entre o dissipador e os aterramentos como mostra a Figura 24.



Figura 24: medição de corrente entre dissipador e aterramentos.

- Obs.: o valor de corrente registrado deve ser igual à ZERO.
- Em seguida, por convenção, adote o fio preto do multímetro como sendo a extremidade de menor tensão, este deve ser associado às fases e terra da tomada. Já o fio vermelho estará associado às diversas partes do equipamento a fim de se verificar se há passagem de corrente. Quando o fio de menor tensão (preto) estiver associado às fases o multímetro deve registrar valor de corrente igual à ZERO e quando associado ao terra o multímetro deve registrar valores diferentes de zero para a corrente. Para tal ajuste o multímetro para função de amperímetro. As Figuras 25, 26, 27, e 28 mostram tais associações e os valores de corrente registrado pelo multímetro:



Figura 25: corrente inexistente entre uma das fases da tomada e um parafuso do comando eletrônico.

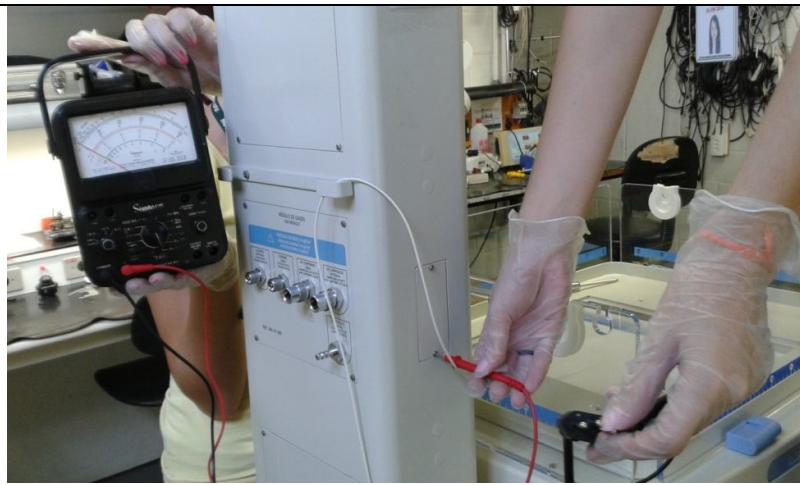


Figura 26: corrente inexistente entre uma das fases da tomada e um parafuso da carcaça do equipamento.

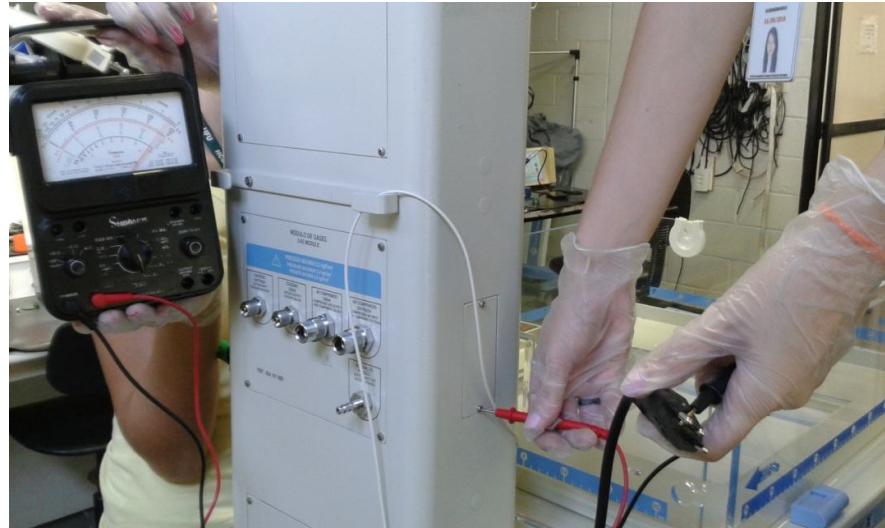


Figura 27: presença de corrente entre o terra da tomada e um parafuso da carcaça do equipamento.



Figura 28: presença de corrente entre o terra da tomada e aquecedor.

### 3.5 Teste de tensão

- Primeiramente, reconecte os fios exteriores da caixa de comando que a liga ao aquecedor. Posteriormente ligue o aparelho e desligue o sensor que encontra-se próximo ao painel de comando.
- Com o auxílio do multímetro digital, ajustado para função de voltímetro, e na escala de 1000V, verifique se a tensão registrada entre a resistência de aquecimento é a mesma informada pelo fabricante como ilustrado pela Figura 29.

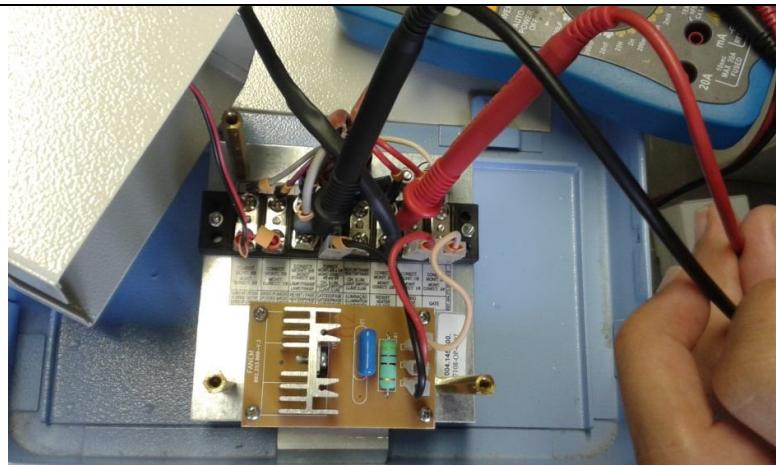


Figura 29: cabos do multímetro medindo a tensão da resistência de aquecimento.

- Para tal ligue o equipamento e deixe-o aquecer durante um intervalo de tempo na potência máxima (100%) como mostra a Figura 30.



Figura 30: equipamento ligado com potência máxima em 100%.

- Após a finalização do teste de tensão desligue o equipamento, parafuse e feche a caixa de comando eletrônico, reconecte o cano de conexão entre o aquecedor e a caixa de comando e feche o compartimento superior como ilustrado pela Figura 31.



Figura 31: compartimento superior fechado.

### 3.6 Teste de pressão

- Conecte a mangueira de saída de ar à entrada de ar comprimido do aparelho conforme a Figura 32.

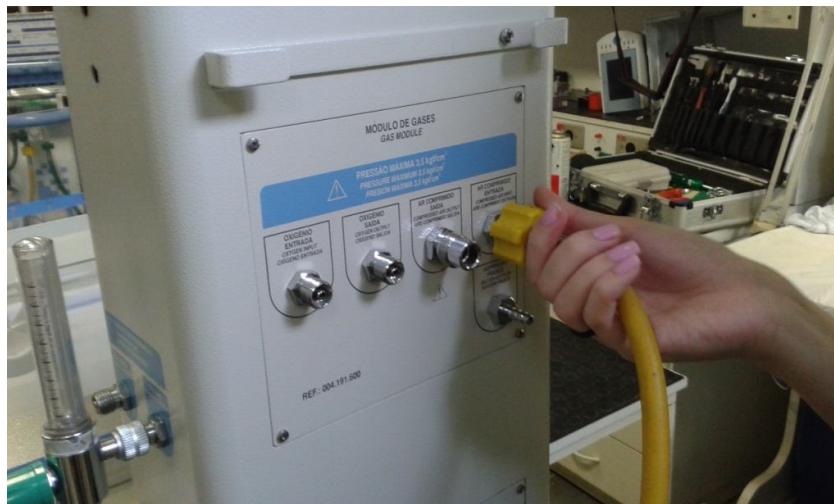


Figura 32: mangueira da saída de ar conectada à entrada de ar comprimido do equipamento.

- Ajuste a pressão a 3KPa como ilustrado pela Figura 33.



Figura 33: pressão ajustada a 3Pa.

- Obstrua a aspiração de frasco demonstrada na Figura 34.



Figura 34: aspiração de frasco.

- Ao fazê-lo certifique se a pressão registrada no medidor de pressão do aparelho é negativa conforme a Figura 35.

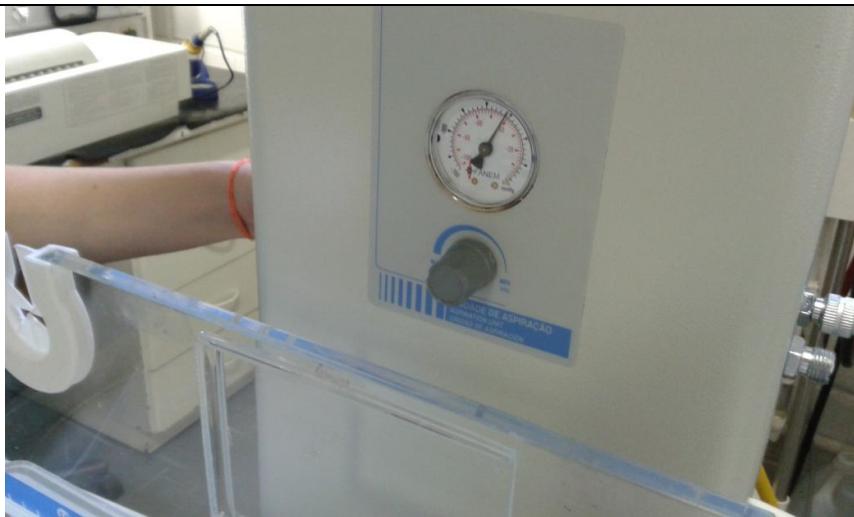


Figura 35: pressão negativa registrada no medidor de pressão do equipamento.

### 3.7 Ajustes finais

- Certifique se os parafusos presente na carcaça do equipamento estão apertados conforme a Figura 36.



Figura 36: parafusos da carcaça.

- Verifique se os botões que compõe o painel do equipamento não estão violados e caso julgue necessário providencie substitutos.
- Verifique ainda os rodízios do berço se estão em bom estado de conservação, trocando-os caso necessário.