

UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE  
CAMPINAS

*mestrado*

FACULDADE DE  
ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO

UNICAMP

2002

EL42m

48595/BC



Universidade Estadual de Campinas

Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação

Departamento de Engenharia Biomédica

Dissertação de Mestrado

**Metodologia para o Desenvolvimento de Protocolos para o  
Controle de Qualidade de Equipamentos Eletromédicos após  
Manutenção Corretiva**

Gustavo Alcântara Elias

Orientador: Prof. Dr. Saide Jorge Calil

Banca Examinadora:

Dr. Wayne Brod Beskow

(ANVISA)

Profª. Dra. Vera Lúcia da Silveira Nantes Button

(DEB/FEE/UNICAMP)

Prof. Dr. José Wilson Magalhães Bassani

(DEB/FEE/UNICAMP)

Campinas, janeiro de 2002

SP - Brasil

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

|                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Este exemplar corresponde a redação final da tese defendida por <u>Gustavo Alcântara Elias</u> e aprovada pela Comissão Julgada em <u>19 / 12 / 2001</u> |
| <u>Saide Jorge Calil</u><br>Orientador                                                                                                                   |



|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| UNIDADE    | 32                                  |
| Nº CHAMADA | TI UNICAMP                          |
|            | EL 42m                              |
| V          | EX                                  |
| TOMPO      | 48595                               |
| PREC.      | 16-837102                           |
| C          | <input type="checkbox"/>            |
| D          | <input checked="" type="checkbox"/> |
| PREÇO      | R\$ 11,00                           |
| DATA       |                                     |
| Nº CPD     |                                     |

CM00166934-4

BIBID. 244027

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

EL 42d

Elias, Gustavo Alcântara.

Metodologia para o desenvolvimento de protocolos para o controle de qualidade de equipamentos eletromédicos após manutenção corretiva / Gustavo Alcântara Elias.--Campinas, SP: [s.n.], 2002.

Orientador: Saide Jorge Calil.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.

1. Inspeção. 2. Controle de qualidade. 3. Hospitais-mobiliário e equipamento. 4. Hospitais-manutenção e reparos. I. Calil, Saide Jorge. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. III. Título.



## Resumo

Equipamentos médicos necessitam de manutenção adequada para operar corretamente realizando as funções as quais se propõe. Atualmente no país se realiza predominantemente a manutenção corretiva sendo pouco discutida a manutenção preventiva. Na manutenção corretiva pouco ou nada se fala sobre as inspeções pós-manutenção corretiva. Estas inspeções verificam a integridade física e funcional do equipamento procurando sanar problemas potenciais antes de liberar o equipamento para uso clínico e garantindo um determinado padrão de qualidade na manutenção. O objetivo principal desta dissertação é desenvolver uma metodologia que permita a elaboração de procedimentos de inspeção pós MC adaptados à realidade do departamento que a utiliza. As principais etapas para o desenvolvimento da metodologia são: (1) seleção do tipo de inspeção a ser realizada; (2) seleção dos equipamentos que farão parte do projeto; (3) pesquisa por informações de manutenção nos equipamentos selecionados; (4) ordenação das informações. Após a criação da metodologia foi realizado um estudo de caso em dois locais distintos. As inspeções geradas através da metodologia foram capazes de detectar não conformidades graves que causariam o retorno imediato do equipamento para a manutenção e outras menos graves que poderiam, também, causar esse retorno em períodos de tempo maior.

2002/7925

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE



## Abstract

Adequate maintenance is fundamental to the correct operation of medical equipment. Nowadays in Brazil the main type of maintenance is the corrective one. When talking about corrective maintenance there is no evidence of the execution of post repair inspection in medical equipment. These inspections are responsible to verify physical and functional integrity of the equipment trying to solve potential problems before send the equipment to the user, assuring a certain maintenance quality control. The main objective of this thesis is to develop a methodology to enable a Clinical Engineer group to elaborate post repair inspection procedures. The main stages of this work are: (1) Selection of the inspection type; (2) Selection of the equipment types that will be studied; (3) Research for maintenance information about these equipments; (4) Ordering of the information gathered. A case study was conducted in two different locations. The inspections created by the methodology could detect serious failures responsible to the immediate return from the equipment to the maintenance department and another fails not so serious but that could cause this return in a long time too.

## Epígrafe

“Mas é preciso ter força, é preciso ter raça  
... é preciso ter sonho sempre.  
Quem traz no corpo essa marca  
possui a estranha mania de ter fê na vida.”



## Dedicatória

A meus pais com todo o meu amor.

## Agradecimentos

A meus pais pelo eterno apoio, carinho, dedicação, sacrifício, paciência e amor fundamentais ao desenvolvimento desse trabalho.

Ao prof. Saide Jorge Calil pela orientação, apoio e paciência muito importantes ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do DEB - Sérgio Müllen, Eduardo Costa, Quevedo, Vera Button e Rosana Bassani pela boa formação nas disciplinas da Engenharia Biomédica.

Aos colegas e amigos: Maurício, Lúcio, Márcio, João, Marcus Vinicius, Valéria, Zé Eduardo, Érica, Sandro, Ricardo, Lucianne e tantos outros com os quais tive a oportunidade de conviver. Muito em especial a Suzy, Gláucia e Beatriz pela preciosa amizade, pelas palavras de apoio e pelas boas risadas.

A Jane pelas palavras de incentivo, apoio e carinho durante boa parte desse trabalho.

A bibliotecária Valdinéia Sônia Petinari pela boa vontade e competência. E também a estagiária Silvia Maria Tavernaro.

Ao professor e diretor do CEB José Wilson Magalhães Bassani por ter permitido e apoiado a realização do estudo de caso no departamento de Engenharia do CEB.

A Icaro F. Bellentani.

Aos engenheiros Paulo Roberto Martinussi Pedro e Ryan Pinto Ferreira e técnico Carlos Rios pela colaboração e boa vontade durante o estudo de caso.

Ao engenheiro clínico Jean André Lage Michalaros por ter aberto as portas do departamento de Engenharia Clínica do Hospital São Francisco de Assis.

Aos técnicos do Hospital São Francisco de Assis Túlio, Adriano e Ralf pela colaboração.

A todos aqueles que de alguma forma colaboraram para a realização desse trabalho.

A Capes pelo apoio financeiro.

E, não menos importante, a Deus pelo dom da vida e pelo livre arbítrio.



## Lista de Abreviaturas

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
AHA - American Hospital Association  
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
CEB - Centro de Engenharia Biomédica  
EC - Engenharia Clínica  
ECG - Eletrocardiógrafo  
ECRI - Emergency Care Research Institute  
FAA - Federal Aviation Agency  
HSFA - Hospital São Francisco de Assis  
JCAHO - Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations  
JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance  
MBC - Manutenção Baseada em Confiabilidade  
MC - Manutenção Corretiva  
MCC - Manutenção Centrada em Confiabilidade  
MP - Manutenção Preventiva  
MPd - Manutenção Preditiva  
MPT - Manutenção Produtiva Total  
MTR - Mean Time to Repair (Tempo médio de reparo)  
RCM - Reliability Centered Maintenance  
TPM - Total Productive Maintenance  
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas  
UTI - Unidade de Terapia Intensiva  
VHT - Valor da Hora Técnica

## Índice

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introdução.....                                                            | 1  |
| 1.1 Objetivos .....                                                           | 3  |
| 1.2 Motivação e Justificativas .....                                          | 3  |
| 2. Revisão da Literatura.....                                                 | 7  |
| 2.1 Manutenção .....                                                          | 7  |
| 2.1.1 Histórico .....                                                         | 7  |
| 2.1.2 Definições.....                                                         | 8  |
| 2.2 Técnicas de Manutenção .....                                              | 9  |
| 2.2.1 Manutenção Corretiva - MC.....                                          | 9  |
| 2.2.2 Manutenção Preventiva - MP .....                                        | 10 |
| 2.2.3 Manutenção Preditiva.....                                               | 13 |
| 2.3 Metodologias de Manutenção .....                                          | 15 |
| 2.3.1 Manutenção Produtiva Total - MPT.....                                   | 15 |
| 2.3.2 Manutenção Centrada em Confiabilidade - MCC.....                        | 18 |
| 2.4 Manutenção de Equipamentos Médico-Hospitalares em Unidades de Saúde ..... | 22 |
| 2.4.1 Manutenção Preventiva - MP .....                                        | 24 |
| 2.4.2 Manutenção Corretiva - MC.....                                          | 26 |
| 3. Metodologia.....                                                           | 31 |
| 3.1 Determinação do tipo de inspeção efetuada .....                           | 32 |
| 3.2 Seleção dos equipamentos.....                                             | 35 |
| 3.3 Extração de Informações de Inspeção / Manutenção .....                    | 36 |
| 3.4 Ordenação das Informações .....                                           | 41 |
| 3.5 Aplicação da metodologia .....                                            | 43 |
| 4. Estudo de Caso .....                                                       | 45 |
| 4.1 Locais .....                                                              | 45 |
| 4.2 Método de Aplicação.....                                                  | 46 |
| 4.3 Resultados .....                                                          | 49 |
| 4.3.1 Não conformidades.....                                                  | 49 |
| 4.3.2 Tempo para inspeção.....                                                | 54 |

---

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 4.3.3 Tempo de manutenção x Tempo de inspeção ..... | 55  |
| 5. Conclusão .....                                  | 57  |
| 6. Sugestões para trabalhos futuros .....           | 61  |
| Referências Bibliográficas .....                    | 63  |
| Apêndice 1 .....                                    | 69  |
| Apêndice 2 .....                                    | 85  |
| Apêndice 3 .....                                    | 109 |
| Apêndice 4 .....                                    | 111 |



## 1. Introdução

A Engenharia Clínica - EC surgiu nos Estados Unidos por volta dos anos 70 impulsionada por uma publicação que revelava altos índices de eletrocussão de pacientes nos hospitais americanos. O conceito de engenheiro clínico também desenvolveu-se no início dos anos 70 quando César Cáceres, MD, e Thomas Hargest, o primeiro profissional certificado em EC, cunharam o nome “engenheiro clínico” pensando na necessidade que estava por vir de engenheiros com habilidades em equipamentos médicos. Estes ficariam de prontidão nas salas de operação para “salvar o dia” se um equipamento médico falhasse (GORDON, 1990). Além das queixas de mortes causadas por eletrocussão, os motivos para estabelecer departamentos de engenharia clínica nos EUA foram uma combinação de ameaça de ações judiciais por má prática e aumento dos custos de serviço pelos vendedores (WANG & CALIL, 1991).

A Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organization - JCAHO, entidade norte americana responsável pela acreditação dos hospitais, publicou uma série de roteiros com requisitos para qualidade dos serviços na área de saúde. Estes documentos foram importantes para o desenvolvimento da engenharia clínica na América do Norte (BÖLSTROM et al, 1993). Desde aqueles dias, quando segurança elétrica era de suma importância, até o presente, a EC tem continuamente tomado novas e complexas responsabilidades (BEN-ZVI, 1989). Dentre elas incluem-se a manutenção corretiva e preventiva de equipamentos simples e complexos, participação no processo de aquisição de equipamentos, gerenciamento de contratos de manutenção, realização de avaliações tecnológicas em equipamentos médicos, gerenciamento de riscos, investigações de incidentes e treinamento de usuários.

No Brasil os principais motivos para o aparecimento da EC, na década de 80, foram a grande quantidade de equipamentos fora de operação e os aumentos dos custos e queda da qualidade dos serviços providos pelo fabricante e seus representantes. Os hospitais iniciaram a criação de departamentos de manutenção próprios. A idéia era realizar reparos simples e supervisionar serviços de fabricantes e terceiros. O esforço resultou em economia pois muitos contratos de serviços não eram necessários e trocas de peças não eram justificadas (WANG & CALIL, 1991). Entretanto, a falta de suporte financeiro da administração hospitalar e da compreensão do papel do engenheiro clínico permitiu somente uma pequena expansão da

profissão (CALIL, 1994). Ainda hoje esta profissão não é bem entendida e reconhecida. O seu potencial não é bem explorado. Comumente os departamentos trabalham sub-dimensionados, com menor número de funcionários que o ideal. Como a EC consome uma pequena fração do orçamento na maioria dos hospitais, o problema não é o custo mas o fato que hospitais vêem muito do trabalho da EC como arbitrário e, portanto, prescindível (KEIL & CAMPLIM, 1987). Em alguns estados, destacando-se São Paulo, Rio de Janeiro e Santa Catarina, esse panorama vem se modificando. Em algumas Unidades de Saúde o valor da Engenharia Clínica está sendo reconhecido e estão sendo realizados investimentos em pessoal e infra-estrutura.

Pode-se considerar a manutenção se não a atividade mais importante, a de maior impacto para o hospital e o próprio departamento. Como escreveu Bronzino (1992), a manutenção é o pão-com-manteiga de todo o departamento de engenharia clínica. Representa um papel fundamental em qualquer instituição de saúde. A segurança e eficácia dos procedimentos médicos realizados dependem dos equipamentos. E estes, para realizarem suas funções, dependem dentre outros fatores da manutenção (SILVA & PINEDA, 2000). Uma manutenção mal executada em equipamentos médicos pode acarretar transtornos à equipe médica e pacientes, diagnósticos e terapias incorretos, riscos a vida do paciente e a do operador e prejuízo financeiro ao hospital.

A manutenção de um equipamento médico-hospitalar é composta, basicamente, de manutenção corretiva - MC e manutenção preventiva - MP. De maneira breve, a MC é o reparo executado em um equipamento quando este vem a falhar. Já a MP consiste de procedimentos periódicos para diminuir a probabilidade de falha e garantir operação apropriada do equipamento (BRONZINO, 1992). Após o reparo muitos departamentos, principalmente nos Estados Unidos, realizam inspeções compostas de testes de segurança e desempenho e inspeção visual. Os testes de segurança verificam conformidade do equipamento com normas e padrões de segurança pré-estabelecidos. Testes de desempenho procuram verificar se o equipamento opera de acordo com especificações do fabricante e realiza as funções para as quais é destinado. A inspeção visual examina o estado físico das partes que compõem o equipamento. Ações necessárias são tomadas caso se encontre alguma irregularidade durante a inspeção.



## **1.1 Objetivos**

Criar uma metodologia que possibilite a geração de procedimentos para inspeção de equipamentos médicos após o reparo. Estes procedimentos procuram verificar a integridade física das partes e algumas características funcionais dos equipamentos.

## **1.2 Motivação e Justificativas**

Primeiramente deve-se ressaltar que as fontes consultadas são bastante antigas e com defasagem de aproximadamente 8 anos. Os motivos dessa desatualização de dados e informações são a escassez de publicações na área que sejam mais recentes e que forneçam uma visão macro do que está ocorrendo atualmente no país na área de engenharia clínica. É importante salientar que embora de forma focalizada, principalmente em alguns estados da região sul e sudeste, o quadro apresentado a seguir com relação à implantação e importância de grupos de engenharia clínica nas Unidades de Saúde progrediu bastante. O estágio da implantação de grupos de engenharia clínica e, conseqüentemente, de sistemas de gerenciamento e manutenção, na grande maioria dos estados brasileiros, ainda pode ser perfeitamente descrito pelo que foi apresentado em trabalhos bibliográficos elaborados no período de 1986 a 1994.

Inicialmente no Brasil, devido ao atraso na implementação da profissão, houve uma aglutinação e aceleração das tendências da EC em copiar o modelo Norte Americano numa tentativa de acompanhar a evolução estável e gradativa que vinha ocorrendo naquele país (WANG & CALIL, 1991). Este fato trouxe consigo inconveniências. Procedimentos utilizados nos Estados Unidos nem sempre produzem resultados semelhantes aqui no Brasil por se tratarem de realidades distintas. As metodologias devem ser adaptadas à realidade nacional para que possam surtir bons resultados. No Brasil, muitos hospitais públicos raramente são responsáveis por utilizar idéias que permitam economia de dinheiro e não é exigido das instituições privadas oferecer alta qualidade de atendimento (WANG & CALIL, 1991). Fato este que tende a mudar pois o governo através de seus órgãos competentes está implantando



programas de melhoria na qualidade dos serviços de saúde. Os resultados serão visíveis a médio e longo prazo.

Em uma pesquisa realizada em 1992, o próprio Ministério da Saúde cita que até 40% do parque instalado de equipamentos do setor público esteja sub-utilizado ou inoperante devido a aquisições inadequadas, qualidade insatisfatória dos equipamentos, uso indevido ou gerência e manutenção deficientes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1997). Apesar de reparos estarem sendo realizados em equipamentos simples e intermediários, quase nenhuma MP está sendo utilizada. A limitação de recursos materiais, humanos e financeiros tem restringido o desenvolvimento de programas de MP em diversos grupos de manutenção de equipamentos hospitalares (CALIL & TEIXEIRA, 1998).

Este fator juntamente com a falta de treinamento de usuário causa a deterioração do equipamento mais cedo (WANG & CALIL, 1991). Embora na década de noventa muitas Unidades de Saúde se conscientizaram e implementaram sistemas de gerenciamento de equipamentos, de um modo geral no Brasil as dificuldades mais frequentes encontradas na manutenção corretiva ainda são: falta de pessoal especializado, falta de peças de reposição, falta de documentação técnica e infra-estrutura adequada, além da morosidade na aquisição de material. Na média, Unidades de Saúde brasileiras utilizam um mesmo equipamento médico por mais de 10 anos. Muitas vezes, a maioria dos equipamentos foi adquirida antes da EC ser implantada ou suas aquisições feitas sem avaliação prévia da real necessidade e sem os manuais de manutenção. A falta destes manuais dificulta o reparo caso haja um grupo interno de manutenção ou caso o hospital decida implantá-lo.

Além de essencial para cuidados à saúde, equipamentos são caros para adquirir, usar e manter e necessitam pessoal qualificado (WANG, 1990). A maioria dos técnicos obteve treinamento prático dentro do próprio hospital e muitas vezes sem que houvesse um planejamento sistemático. Atualmente são raras as Unidades de Saúde que possuem uma política de treinamento continuado e reciclagem. A falta de treinamento formal explica, em parte, porque muitos técnicos e engenheiros têm pouco conhecimento e domínio de códigos, normas e literatura em geral que já estão disponíveis no Brasil. Isto justifica a excessiva ênfase no reparo e manutenção dos equipamentos médicos, deixando para segundo plano a atenção com a segurança, registro de atividades e gerenciamento (WANG & CALIL, 1991). Na manutenção corretiva muitos grupos de manutenção se limitam a fazer reparos de defeitos

aparentes. Além da não realização de testes e calibração, não existe a preocupação em documentar o trabalho realizado tanto em termos técnicos como financeiros (WANG et al, 1986).

Documentos de treinamento, manuais do fabricante de uso e manutenção são recursos valiosos na luta para manter equipamentos médicos em países de economia emergente (LEE, 1995). Devido a razões como manter a qualidade dos serviços realizados nos equipamentos ou estratégia para aumentar os lucros, muitos fabricantes e, especialmente seus representantes ainda se negam ou evitam fornecer documentação técnica e peças de reposição que habilitariam outros a reparar e manter o equipamento (WANG & CALIL, 1991). Além da carência de documentação, observa-se que os manuais existentes não estão bem organizados, dificultando sua utilização. Muitos manuais apresentam informações limitadas sobre a manutenção dos equipamentos e pouca ou nenhuma informação sobre manutenção preventiva dificultando o trabalho das equipes (WANG et al, 1986). Quanto mais inadequados os manuais, maior a especialização necessária dos técnicos e maiores os custos resultantes da manutenção (SHAFFER & SHAFFER, 1990). Esta falta de informação sobre manutenção presente nos manuais tende a ser amenizada com a publicação da Portaria Conjunta nº 1 pela ANVISA (1996). Esta portaria dispõe sobre registro de produtos correlatos na Secretaria de Vigilância Sanitária. Ela exige que os fabricantes apresentem durante, o processo de registro de seu produto, documentos contendo orientações ao usuário suficientes e adequadas para instalação, montagem e manutenções preventiva e corretiva do produto.

A importância de uma manutenção com qualidade em equipamentos médicos ainda não é bem entendida por muitos engenheiros e técnicos que atuam em Unidades de Saúde e que não receberam treinamento apropriado como engenheiros clínicos ou técnicos em equipamentos biomédicos. Normalmente estes profissionais são graduados em escolas técnicas ou faculdades que não possuem disciplinas de manutenção de equipamentos médicos. Em muitos grupos de manutenção chefiados por pessoas sem o devido treinamento em Engenharia Clínica, o conserto é executado visando somente o reparo da falha acusada pelo usuário e o equipamento retorna para o mesmo sem nenhum exame adicional. Itens como calibração, corrente de fuga, lâmpadas queimadas, fios e conexões soltos, teclados sujos ou engordurados, pontos de ferrugem e outros nem sempre são verificados e corrigidos. Empresas que prestam



serviços de manutenção ao hospital, geralmente, não possuem padronização e nem controle de qualidade dos serviços de manutenção (equipamentos de teste e procedimentos escritos).

Como explanado até agora a manutenção de equipamentos médicos no Brasil, em geral, não está plenamente desenvolvida. Existem procedimentos que necessitam ser incorporados para que ela possa ser aplicada de maneira plena e cumprir o papel para qual é designada. Um deles é a realização de inspeções pós manutenção corretiva nos equipamentos. Deve-se ressaltar, contudo, que as inspeções são somente um componente de um integrado, abrangente e eficaz programa de suporte de equipamentos. Sozinhas, tarefas de inspeção têm um impacto limitado na qualidade da manutenção (ECRI, 1995).

A metodologia proposta neste trabalho auxilia o técnico na elaboração de roteiros para a verificação de diversas partes e funções dos equipamentos após a manutenção. A verificação destas partes e funções visa oferecer uma manutenção com melhor qualidade e maior confiabilidade do grupo para o retorno do equipamento ao usuário. Isto deverá ter como resultado uma melhoria no conceito e no respeito que o pessoal da saúde tem pelo grupo de Engenharia Clínica dentro da Unidade de Saúde onde são realizadas estas verificações.



## 2. Revisão da Literatura

### 2.1 Manutenção

#### 2.1.1 Histórico

A conservação de instrumentos e ferramentas é uma prática observada historicamente desde os primórdios da civilização. A função manutenção emerge efetivamente no século XVI com a invenção da máquina a vapor e do relógio mecânico (WYREBSKI, 1997; AULA 1, 1999).

Naquela época quem projetava as máquinas treinava os usuários para operação e manutenção (consertos) intervindo apenas em casos mais complexos. O operador era o mantenedor mecânico. Somente no século XIX quando as máquinas passaram a ser movidas por motores elétricos é que surge a figura do mantenedor eletricitista (WYREBSKI, 1997).

Com a necessidade de se manter em funcionamento todo e qualquer equipamento, ferramenta e dispositivo para uso no trabalho, em épocas de paz ou em combates militares nos tempo de guerra, houve a conseqüente evolução das formas de manutenção (WYREBSKI, 1997).

No início as indústrias não possuíam alto grau de mecanização, não importando muito o tempo de parada da produção. A preservação dos equipamentos não era prioridade para a maioria dos gerentes. Paralelamente grande parte dos equipamentos era simples e muitos deles superdimensionados e não estavam submetidos a grandes pressões pela produção. As formas pelas quais podiam falhar eram facilmente identificadas em sua maioria. Tais fatores fizeram com que os equipamentos fossem confiáveis e fáceis de reparar. Como resultado, não havia necessidade de manutenção sistemática de nenhum tipo além de limpeza e lubrificações de rotina (GERAGHETY, 1998; PINTO, 1998).

O cenário mudou dramaticamente durante a Segunda Guerra Mundial. Houve aumento na demanda por bens de todos os tipos enquanto a mão-de-obra industrial diminuiu drasticamente. Tais fatores levaram a um aumento da mecanização. Na década de 50 as máquinas eram mais numerosas e complexas. A indústria começava a depender cada vez mais delas. Com o aumento desta dependência, o tempo de parada das máquinas passou a ser cada

vez mais considerado. Surgiu a idéia que as falhas nos equipamentos podiam e deviam ser prevenidas levando ao conceito de manutenção preventiva. Esta consistia, principalmente, de revisões nos equipamentos realizadas em intervalos fixos nos quais eram verificadas e trocadas peças gastas por novas, limpeza, lubrificação e ajuste de certas partes do equipamento.

A partir da década de 70 é que realmente se teve a necessidade de aumento de produtividade e redução dos custos operacionais. A dependência das máquinas operarem continuamente sem falhar é cada vez maior e qualquer interrupção devido a falhas tomava proporções críticas (PINTO, 1998). Aprofundou-se o reconhecimento de que um dos pontos decisivos seria a busca da utilização eficiente dos equipamentos já existentes até o limite. Surge o conceito da manutenção baseada nas condições, conhecida como manutenção preditiva, em que se monitora o estado das máquinas permitindo prever com antecedência a provável ocorrência da falha (WYREBSKI, 1997).

Nas máquinas são então efetuadas inspeções periódicas, medições, leituras, sondagens, análises. Observa-se seu comportamento verificando falhas ou detectando mudanças nas condições físicas, podendo-se prever com precisão o risco de quebra e permitindo a manutenção programada (WYREBSKI, 1997). Apesar de eficiente, segundo Moubray (1997) a manutenção preditiva somente é aplicável para 20% dos modos de falha existentes.

### **2.1.2 Definições**

Costuma-se definir a função Manutenção como o conjunto de ações que permitam manter ou restabelecer um bem dentro de um estado específico ou na medida para assegurar um serviço determinado (MIRSHAWKA & OLMEDO, 1993).

Segundo Tesdahl o termo manutenção significa manter o equipamento em funcionamento ou restaurá-lo a sua condição de operação (TESDAHL & TOMLINGSON, 1997).

Já Patton (1983) diz que manutenção significa todas as ações necessárias para conservar um item ou restaurá-lo a uma condição específica.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT define manutenção como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (ABNT, 1994a).

Moubray (1999b) atribui à função manutenção assegurar que ativos (itens) físicos continuem a fazer tudo aquilo que os seus usuários querem que eles façam. Esta definição sugere um novo papel para a manutenção o qual se dedica em preservar a função de um item ao invés de preservar o item.

Para Tavares (1996) a manutenção se constitui de todas as ações necessárias para que um item (equipamento, obra ou instalação) seja conservado ou restaurado, de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada.

Como pode ser visto, a manutenção apresenta duas funções básicas. A primeira consiste em reparar, restaurar um item ou equipamento que por qualquer motivo deixou de exercer sua função. A segunda consiste em manter um equipamento funcionando dentro do limite de suas funções pré-estabelecidas.

## **2.2 Técnicas de Manutenção**

Nos itens 2.2.1 a 2.2.3 serão descritas as técnicas de manutenção mais utilizadas na atualidade no setor industrial. No item 2.4 será vista a utilização dessas técnicas no setor hospitalar.

### **2.2.1 Manutenção Corretiva - MC**

Manutenção Corretiva - MC é a atividade que existe para corrigir falhas decorrentes dos desgastes ou deterioração de máquinas ou equipamentos. São os consertos das partes que sofreram a falha, podendo ser: reparos, alinhamentos, substituição de peças ou substituição do próprio equipamento (VIANA apud WYREBSKI, 1997).

É uma manutenção reativa pois é realizada quando a falha já ocorreu. A MC é conduzida quando o equipamento falha ou cai abaixo de uma condição aceitável de operação



e/ou desempenho (MIRSHAWKA & OLMEDO, 1993). Manutenção não programada, manutenção de emergência, reparo são outros nomes pelos quais a manutenção corretiva é conhecida (PATTON, 1988).

A MC é a mais antiga e utilizada forma de manutenção sendo empregada em qualquer empresa que possua itens físicos seja qual for o nível de planejamento da manutenção (LUCATELLI, 2000).

Suas vantagens são (HAMAOKA & SILVA, 2000; WYREBSKI, 1997):

- não requer planejamento;
- não exige acompanhamento e inspeção nas máquinas;

Como desvantagens citam-se (GOUWS & GOUWS, 1997; WYREBSKI, 1997):

- as máquinas podem vir a falhar nos horários de produção
- há possibilidade de que alguma falha possa comprometer a segurança
- necessidade de se trabalhar com estoques de peças de reposição
- inesperado, inconveniente e demorado tempo de parada
- empresas utilizam máquinas de reserva
- não conhecimento da condição técnica do sistema

## **2.2.2 Manutenção Preventiva - MP**

Durante a 2ª Grande Guerra a necessidade de bens de todos os tipos em comunhão com a falta de mão-de-obra aumentava as pressões de produção. Houve aumento da mecanização e complexidade das máquinas. A indisponibilidade da planta não deveria afetar as exigências da produção. A produção deveria ser entregue dentro do prazo independentemente de paradas na planta devido a falhas. A falha pode ocorrer em momentos inoportunos, pode ferir alguém, resultar em queda na produção ou custar mais que sua prevenção (PATTON, 1988). Isto levou à idéia de que a falha poderia e até deveria ser prevenida. Ao mesmo tempo, tomaram vulto as medidas de prevenção centradas em torno da idéia que todos os equipamentos tinham uma idade certa na qual era necessário assegurar sua disponibilidade futura através de revisões/restaurações (GERAGHETY, 1998).

A Manutenção Preventiva - MP pode ser definida como qualquer ação executada na tentativa de manter um equipamento em condições de operação específica por meio de inspeções e detecções sistemáticas e prevenção de falhas incipientes (PATTON, 1988).

A MP é uma manutenção realizada para se reduzir a probabilidade de falha ou a degradação da qualidade do serviço prestado por um equipamento. Pode também ser entendida como uma intervenção de manutenção programada com uma certa regularidade antes do possível aparecimento de uma falha (PALEROSI apud REYS, 1995).

O objetivo da MP é manter as taxas de falhas do sistema abaixo de um determinado valor de projeto de operação (LEWIS apud REYS, 1995). Objetiva-se aumentar a confiabilidade do sistema agindo-se sobre os efeitos do desgaste, corrosão, fadiga, enfim, fenômenos que degradam física e funcionalmente o equipamento.

As atividades de MP são geralmente postas em prática com uma periodicidade baseada na idade cronológica, no tempo de operação e quantidades de produtos processadas (REYS, 1995). A manutenção programada em excesso pode causar problemas nos equipamentos e incorrer em custos excessivamente elevados. As ações típicas realizadas em uma manutenção preventiva são: Ajuste/alinhamento, calibração, diagnóstico, testes de desempenho e segurança, inspeção, substituição de partes e peças, lubrificação e limpeza.

Dentre as causas de falhas que podem ser detectadas em uma MP encontram-se: abrasão, abuso, negligência do operador, contaminação, corrosão, sujeira, fadiga, fricção, choque, stress, altas ou baixas temperaturas, vibração e desgaste (PATTON, 1983).

A figura 2.1 ilustra as relações entre manutenção preventiva (MP), manutenção corretiva (MC) e perda por parada. O eixo vertical está em unidades monetárias (\$) e o horizontal em porcentagem de manutenção preventiva (%MP). O percentual de MP varia de zero (sem MP) até próximo de 100%. Nota-se que é impossível existir somente MP visto que em algum momento ocorrerão falhas que necessitarão de MC. Observa-se também que quanto mais um tipo de manutenção é realizada - corretiva ou preventiva - mais ela irá custar.

O fato principal é que o aumento do percentual de MP reduz tanto MC quanto a perda por parada, sendo esta última sempre maior que os custos individuais de preventiva e corretiva (PATTON, 1983). Em indústrias de refino de petróleo por exemplo, as perdas por parada podem chegar a milhares de reais por hora. Normalmente um maior número de MPs ocasiona diminuição no número de falhas e conseqüentemente o número de MCs e perda por parada.



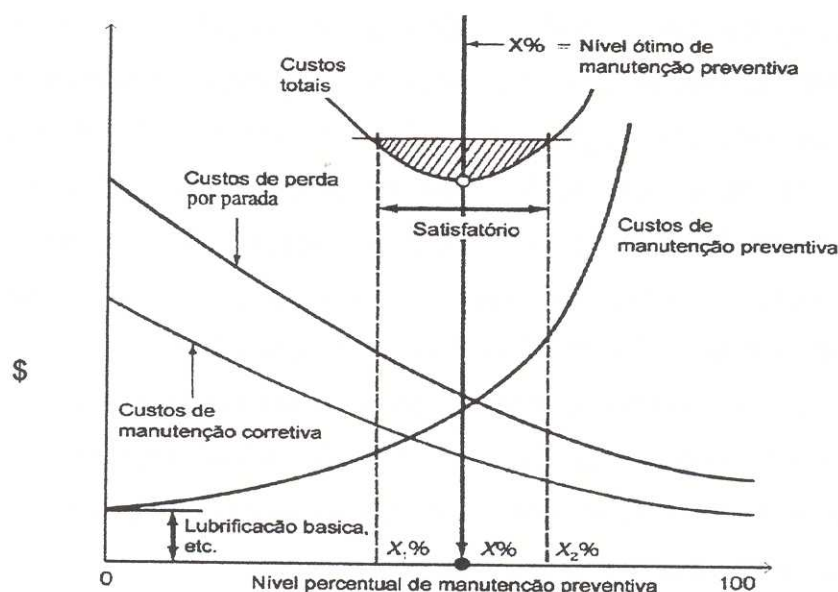


Figura 2.1 - Relação entre custo e quantidade de manutenção preventiva (PATTON, 1983 )

Como mostrado no gráfico, é conveniente operar em uma região satisfatória ao invés de buscar um ponto ótimo e preciso. A curva “Custos totais” é dada pela soma ponto-a-ponto dos custos de MP, MC e perda por parada. O aumento de custos totais que excedem o ponto ótimo pode ser justificado por ganhos subjetivos que não podem ser medidos, dentre eles encontram-se a segurança e o melhor controle de gerenciamento.

A implantação de um programa de MP é um processo de médio a longo prazo. Normalmente os resultados são visíveis um ano ou mais após a sua implementação. Este tempo em sua maior parte, é devido a atrasos na implementação pela necessidade de treinamento, resistência à mudança por parte de certos empregados e inexistência de dados sobre os equipamentos. (PATTON, 1983).

As principais vantagens da MP são (PATTON, 1983; AULA 5, 1998):

- aumento de produção;
- aumento da disponibilidade do equipamento;
- aumento da vida útil do equipamento;
- redução de custos de manutenção corretiva;
- aumento na qualidade do produto;



- redução de acidentes de trabalho;
- efeito positivo no meio ambiente;
- gerenciamento de estoque mais eficiente.

Dentre as suas desvantagens, destacam-se (PATTON, 1983):

- risco de danificar o aparelho;
- possível descarte prematuro de certas peças;
- alto custo inicial para implantação;
- requer maior acesso ao equipamento.

### **2.2.3 Manutenção Preditiva**

A Manutenção Preditiva tem por enfoque o monitoramento em operação dos equipamentos de forma a serem detectados quaisquer sintomas de anomalias (PALEROSI apud REYS, 1995).

Manutenção Preditiva - MPd - é o conceito moderno de manutenção onde se acompanha o comportamento de determinados elementos do equipamento ou identifica-se um elemento diferente do normal sendo que uma vez constatada a anomalia realiza-se a manutenção (HAMAOKA & SILVA, 2000). É a determinação do melhor momento para executar a manutenção preventiva de um equipamento, ou seja, o ponto a partir do qual a probabilidade de falha do equipamento assume valores indesejáveis (TAVARES, 1996). Por exemplo, o aumento do nível de partículas no óleo de um motor através de sua monitoração é um indicativo de desgaste excessivo, possibilitando a realização de uma intervenção antes do defeito ocorrer (HAMAOKA & SILVA, 2000).

Manutenção preditiva é a monitoração ou acompanhamento periódico do desempenho e/ou deterioração de partes das máquinas. A finalidade é realizar a manutenção quando e se houver necessidade. Caso contrário, mexer na máquina o mínimo possível: o homem introduz o defeito (VIANA apud WYREBSKI, 1997).

Em muitos casos a máquina demonstra sintomas antes da avaria. Um estudo analítico especializado pode permitir o reconhecimento precoce desse tipo de sintoma e permitir a previsão do “caminho da avaria” (REYS, 1995).

Já Mirshawka & Olmedo (1993) definem MPd como a MP baseada no conhecimento do estado/condição de um item, através de medições periódicas ou contínuas de um ou mais parâmetros significativos. A intervenção de MPd busca detecção precoce dos sintomas que precedem uma avaria. São denominações equivalentes: Manutenção Baseada na Condição, Manutenção Baseada no Estado ou Manutenção Condicional.

Apesar de sua inegável eficácia quando aplicada ao problema certo, de modo certo e na correta periodicidade, a MPd não pode ser aplicada a todo e qualquer item (LUCATELLI, 2000). Técnicas analíticas revelaram que em sistemas industriais complexos a monitoração da condição somente é possível para aproximadamente 20% dos modos de falhas existentes (MOUBRAY apud LUCATELLI, 2000),

A vantagem da MPd segundo Wyrebski (1997) é que se aproveita ao máximo a vida útil dos elementos da máquina, podendo-se programar a reforma e substituição somente das peças comprometidas. A intervenção na planta é a mínima possível.

Apresentam-se como vantagens da manutenção preditiva (REYS, 1995; WYREBSKI, 1997; LUCATELLI, 2000; GOUWS & GOUWS, 1997).

- o aproveitamento máximo da vida útil dos elementos da máquina, sendo possível programar a reforma e substituição somente das peças comprometidas. A intervenção na planta é a mínima possível;
- evita a tendência à realização excessiva de MP;
- melhora o conhecimento do status do sistema;
- permite prever e realizar a aquisição das peças de reposição;
- paradas para manutenção limitadas.

Suas desvantagens são: (LUCATELLI, 2000; HAMAOKA & SILVA, 2000)

- grande investimento inicial de recursos;
- exigência de mão-de-obra qualificada e treinada;
- acompanhamento e inspeções periódicas, por meio de instrumentos específicos de monitoração;

- possível grande acúmulo de dados devido à monitoração.

## **2.3 Metodologias de Manutenção**

Serão descritas, nos itens 2.3.1 e 2.3.2, as metodologias de manutenção utilizadas no setor industrial e sua possível aplicação no setor hospitalar.

### **2.3.1 Manutenção Produtiva Total - MPT**

A Manutenção Produtiva Total - MPT, também conhecida como TPM - Total Productive Maintenance é uma metodologia das mais modernas atualmente utilizada pela indústria. Teve seus princípios desenvolvidos pelo JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance. Foi implementada na indústria japonesa a partir de 1971 pela Nipon Denso, uma das integrantes do grupo Toyota (TAVARES, 1996).

Segundo Hamrick, a MPT significa uma manutenção autônoma da produção que tenta otimizar a habilidade do operador e o conhecimento do seu próprio equipamento para aumentar ao máximo a sua eficiência de operação. A MPT estabelece um esquema de limpeza e MP para prolongar a vida útil do equipamento. Procura também envolver todos os funcionários desde a alta administração até membros de equipes individuais que participam do sistema (HAMRICK apud WYREBSKI, 1997).

Ingalls (1999) caracteriza a MPT como um método sistemático para aumento da qualidade, produtividade e redução de custos.

De acordo com Tavares (1996) o conceito básico de MPT é a reformulação da estrutura empresarial a partir da reestruturação e melhoria das pessoas e dos equipamentos, com o envolvimento de todos os níveis hierárquicos e a mudança da estrutura organizacional. A MPT enfatiza a importância do pessoal de produção e manutenção trabalharem juntos. Esta estratégia é apresentada como uma parte chave de uma completa filosofia de manufatura (GERAGHETY, 1998).



Um dos principais objetivos da MPT é a melhoria de estrutura orgânica da empresa através da melhoria das pessoas e dos equipamentos ou seja, preparar e desenvolver pessoas para conduzir as fábricas do futuro, dotadas de automação (SANTOS, 1996). Mediante a melhoria da qualidade do pessoal realiza-se a melhoria da qualidade do equipamento (WYREBSKI, 1997).

A MPT busca eliminar os seis tipos de perda que diminuem a eficiência (TAVARES, 1996). Essas perdas são:

1. perda por parada devido à quebra/falha;
2. perda por mudança de linha e regulagens;
3. perda por operação em vazio e pequenas paradas;
4. perda por queda de velocidade;
5. perda por defeitos gerados no processo de produção;
6. perda no início da operação e por queda de rendimento.

O rendimento operacional máximo é conseguido com a anulação dessas perdas. A MPT propõe a busca de falha zero, defeito zero, parada zero. Tal fato é difícil de ocorrer pois um índice de rendimento operacional de 85% é suficiente para encher de orgulho qualquer diretor de produção (NAKAJIMA apud WYREBSKI, 1997).

No setor hospitalar, que se constitui de um setor de serviços e não de produção, tem-se destaque duas perdas. A primeira delas é a perda por parada devido à quebra/falha. Tal fato ocasiona a indisponibilidade do equipamento médico para a realização dos procedimentos. Segundo Lamberti (LAMBERTI apud LUCATELLI, 2000), o maior problema de países em desenvolvimento no que tange à tecnologia médico-assistencial, não é a sua escassez, e sim, sua indisponibilidade. A segunda é a perda por defeitos gerados no processo de produção (serviço). Pode ocorrer se o equipamento estiver descalibrado, com o desempenho afetado devido à manutenção corretiva mal executada, falta de manutenção preventiva ou ausência de treinamento do operador.

Para eliminar as seis perdas, implementam-se as cinco atividades seguintes, designadas como “5 pilares de sustentação do desenvolvimento da MPT” (SUZUKI apud WYREBSKI, 1997). São elas:

1. melhoria individual dos equipamentos para elevar a eficiência;
2. elaboração de uma estrutura de manutenção autônoma por parte do operador;
3. elaboração de uma estrutura de manutenção planejada do departamento de manutenção;
4. treinamento para melhoria da habilidade do operador e do técnico de manutenção;
5. elaboração de uma estrutura de controle inicial do equipamento.

Transpondo essas perdas para o setor hospitalar, vê-se que quatro se destacam:

- elaboração de uma estrutura de manutenção autônoma por parte do operador - muitos manuais descrevem as atividades de manutenção a serem executadas pelo operador. Na prática, entretanto, essas atividades não são executadas com a frequência necessária;
- elaboração de uma estrutura de manutenção planejada do departamento de manutenção - normalmente executada pelos departamentos de engenharia clínica;
- treinamento para melhoria da habilidade do operador e do técnico de manutenção - realização de treinamento do operador por parte do departamento de engenharia clínica ou empresas de externas. Investimento do departamento de engenharia clínica na capacitação de seus técnicos;
- elaboração de uma estrutura de controle inicial do equipamento - ao ser incorporado ao hospital, o equipamento é cadastrado no sistema de gerenciamento de manutenção, a periodicidade da manutenção preventiva é determinada, o equipamento é analisado durante seu tempo de operação e desativado caso não seja mais economicamente viável ou segura sua operação.

Muitas aplicações da MPT têm obtido excelente progresso em diversas áreas. Estas incluem (GERAGHETY, 1998; LUCATELLI, 2000):

- melhor compreensão do desempenho dos seus equipamentos;
- melhor compreensão da criticidade dos equipamentos, onde vale a pena aplicar esforços de melhoria e quais os benefícios potenciais;

- equipe de trabalho melhorada e uma abordagem menos conflituosa entre produção e manutenção, os quais conduzem a redução de custos e melhor serviço;
- entusiasmo geral aumentado da força de trabalho;
- aumento da disponibilidade e redução de custos;
- satisfação pelo reconhecimento.

### 2.3.2 Manutenção Centrada em Confiabilidade - MCC

A Manutenção Centrada em Confiabilidade - MCC, também conhecida como Reliability Centered Maintenance - RCM, originou-se na indústria de aviação americana nos anos 60. No final dos anos 50 o tamanho das frotas comerciais de aeronaves tinha crescido a ponto de existirem amplos dados para estudo. Os custos das atividades de manutenção preventiva tinham se tornado suficientemente elevados para garantir a realização de pesquisa dos resultados reais das práticas então existentes. Ao mesmo tempo a Agência Federal de Aviação americana (FAA - Federal Aviation Agency) estava frustrada pelas experiências que demonstravam a impossibilidade de controle da taxa de falha em classes de equipamentos não confiáveis por quaisquer mudanças possíveis tanto nas atividades como na frequência das revisões programadas. Como resultado, em 1960 uma força tarefa foi formada com representantes da FAA e das companhias aéreas para investigar a eficiência da manutenção preventiva (GERAGHETY, 1998).

Durante este processo muito foi aprendido acerca das condições que devem existir para que uma manutenção programada tenha efetividade. Duas descobertas foram especialmente surpreendentes (GERAGHETY, 1998):

- 1) revisões programadas têm pouco efeito na confiabilidade total de um equipamento complexo, a menos que exista um modo de falha dominante;
- 2) existem muitos equipamentos para os quais não há forma efetiva de manutenção programada.



O estabelecimento desta força tarefa resultou no desenvolvimento de uma série de recomendações para empresas de linhas aéreas e fabricantes de aeronaves utilizarem no estabelecimento de programas de manutenção para suas aeronaves. O primeiro conjunto de recomendações foi publicado em 1967 e utilizado, dentre outros objetivos, para desenvolver o programa de manutenção do Boeing 747. Uma revisão subsequente foi publicada em 1974. O Departamento de Defesa Americano encarregou a United Airlines de escrever um relatório dos processos utilizados na indústria de aviação civil para o desenvolvimento de programas de manutenção de aeronaves. Esse relatório escrito por Stanley Nowlan e Howard Heap e publicado em 1978, foi intitulado *Manutenção Centrada em Confiabilidade* e tornou-se o relatório sobre o qual muitos dos trabalhos posteriores sobre *Manutenção Centrada em Confiabilidade* se basearam (DUNN, 1997).

A MCC é definida, segundo Moubray (1997a) como um processo para determinar as necessidades de manutenção de um bem físico no seu contexto operacional. Sendo que:

- O objetivo fundamental da MCC é preservar a função do sistema, ao contrário da abordagem atual que é preservar a operação do equipamento;
- Uma vez que se deseja preservar a função deve-se identificar os modos de falha dominantes que podem causar falhas nestas funções. Os modos de falha dominantes são aqueles com uma alta frequência de falhas ou modos de falha que não podem ocorrer porque põem em risco as pessoas e o patrimônio;
- Priorizar as funções necessárias através dos modos de falha dominantes de modo que os recursos, geralmente limitados, possam ser orientados para preservar as funções mais críticas;
- Selecionar apenas atividades de MP que efetivamente reduzam a possibilidade de falha ou perda da função e que sejam o caminho mais econômico para atingir este objetivo. Um risco potencial de segurança é a única situação onde as considerações de custo são ignoradas.

O processo de implantação da MCC inicia-se com sete perguntas a respeito do bem ou sistema sobre enfoque. São elas (MOUBRAY, 1997a):

1. Quais as funções e padrões de desempenho dos bens em seu contexto operacional atual?
2. De que maneira os bens falham em cumprir suas funções?
3. O que causa cada falha funcional?
4. O que acontece quando cada falha ocorre?
5. Qual importância de cada falha?
6. O que pode ser feito para prever ou prevenir cada falha?
7. O que pode ser feito se uma tarefa proativa adequada não for encontrada?

Os planos de manutenção são elaborados tomando como base os dados relativos à estas perguntas.

A MCC reconhece que as consequências das falhas são mais importantes que suas características técnicas. Ela assume que a única razão para a realização de algum tipo de manutenção proativa não é somente evitar a falha e sim evitar ou reduzir as consequências dessa falha. São quatro as consequências classificadas pela MCC (MOUBRAY, 1997a):

1. consequências de falhas ocultas - falhas ocultas não acarretam impacto direto mas expõem a organização a múltiplas falhas com sérias e quase sempre catastróficas consequências;
2. consequências de segurança e ambientais - uma falha possui consequências de segurança se pode ferir ou matar alguém. Possui consequências ambientais se pode levar a uma infração de algum padrão de segurança ambiental de alguma entidade;
3. consequências operacionais - se a produção for afetada (quantidade e qualidade do produto, serviço ao cliente ou custos de operação) diz-se que a falha possui consequências operacionais;
4. consequências não-operacionais - falhas dessa categoria não afetam a segurança ou produção, envolvendo somente o custo direto de reparo.

A MCC propõe duas estratégias de manutenção para tratar as falhas. Cada uma dessas estratégias é determinada após a realização dos estudos anteriores, baseando-se em relações de



custo benefício e segurança. São elas a manutenção Proativa e a manutenção Reativa. A manutenção Proativa é composta das técnicas de manutenção (LUCATELLI, 2000):

- preventiva;
- preditiva.

A manutenção Reativa compõe-se das técnicas:

- pesquisa por falhas;
- mudança de projeto;
- manutenção corretiva.

A MCC tem se mostrado uma metodologia de manutenção poderosa tendo sido implementada em milhares de empresas ao redor do mundo, inclusive no Brasil. Alguns de seus resultados no setor industrial podem ser observados no depoimento seguinte:

“Cerca de 87% do universo da manutenção baseava-se em preventiva, enquanto a corretiva representava 13%. Após a implantação da MCC, passamos a contar com 12% de preventiva, 36% de preditiva e 52% de corretiva. Do ponto de vista tradicional, estes números pareceriam marcar um retrocesso, isto se em igual período o índice de disponibilidade não tivesse se elevado de 78% para 91%. A MCC trouxe uma vantagem importante: nos ensinou a pensar na análise de valores. Hoje eu avalio o que aconteceria se o equipamento “x” perdesse a função. Entraria o equipamento em “stand by” sem prejuízo ao processo? Então eu deixo que ele vá para a corretiva” (MANUTENÇÃO E QUALIDADE, 1995).

Vê-se pelo depoimento acima que a MCC incorpora uma análise econômica no serviço de manutenção. O que em outras metodologias é inaceitável, parada do equipamento ou MC, é permitido pela MCC desde que não haja riscos à segurança e seja economicamente viável.

Está em desenvolvimento um trabalho no qual o autor pretende aplicar a MCC em equipamentos médico-assistenciais e propõe as seguintes atividades para o seu desenvolvimento (LUCATELLI, 2000):

- seleção dos equipamentos mais importantes/críticos - a seleção dos equipamentos no ambiente hospitalar é essencial ao bom andamento das atividades realizadas pela manutenção e à otimização dos recursos administrados pelo setor;
- identificação das funções dos equipamentos - deve-se estabelecer as funções primárias e secundárias do equipamento no seu contexto operacional;



- estabelecimento de padrões de desempenho - determinar os padrões de desempenho aceitáveis dos equipamentos, que muitas vezes são regidos por normas;
- determinação dos padrões de falha - identificar as falhas potenciais dos equipamentos e à busca de falhas ocultas;
- listagem das consequências de falhas - definir qual o resultado de cada falha específica;
- classificação das consequências de falhas - determinar qual a consequência de cada falha em seu aspecto relativo à segurança física, humana ou ambiental e operacional;
- determinação das políticas de manutenção - a partir dos resultados anteriores, determinar qual a política de manutenção tecnicamente adequada e custo-efetiva para equipamento médico-assistencial.

## **2.4 Manutenção de Equipamentos Médico-Hospitalares em Unidades de Saúde**

Dos diversos setores da economia, o hospitalar é considerado um dos mais complexos se analisado sob diversos aspectos: arquitetônico, de instalações, dos equipamentos e do ponto de vista administrativo. Em razão das metas a que se propõe - assistir, tratar e reabilitar - exige o estabelecimento de instalações, equipamentos e gestão específica e ininterrupta. Não havendo esta condição, podem ocorrer consequências graves ou até fatais (LUCATELLI, 2000).

Um elemento importante do setor hospitalar são os equipamentos médico-hospitalares pois são indispensáveis para o funcionamento apropriado de todas as áreas das Unidades de Saúde. Podem ser definidos segundo o Ministério da Saúde (1994) como um conjunto de aparelhos, máquinas e acessórios que compõem uma unidade assistencial, onde são desenvolvidas ações de diagnose e terapia, atividades de apoio, infra-estrutura e gerais. São classificados em :

- equipamentos Médico Assistenciais: são os utilizados nas ações de diagnose e terapia em ações de promoção da saúde dos pacientes;
- equipamentos de Apoio: é um conjunto de máquinas e aparelhos que compõe uma unidade de processamento, com características de apoio à área assistencial (serviço de nutrição e dietética, lactário, lavanderia, central de materiais e esterilização, manipulação da farmácia);
- equipamentos de Infra-estrutura: são sistemas destinados a dar suporte ao funcionamento adequado às unidades assistenciais e aos setores de apoio, tais como: central de gases, ar comprimido, vácuo, ar condicionado, geradores etc;
- equipamentos Gerais: é um conjunto de móveis e utensílios com características de uso geral e não específico da área hospitalar, tais como: mobiliário, máquinas para escritório, sistemas de processamento de dados, sistema de telefonia, sistema de prevenção contra incêndio.

Para que possam cumprir as funções a que se destinam, devem ser gerenciados de maneira apropriada. Os objetivos do gerenciamento de equipamentos são: 1- prover condições ambientais seguras e funcionais garantindo a manutenção apropriada de equipamentos e espaços; 2- prover documentação necessária de todos os equipamentos e espaços; 3- proporcionar um sistema de manutenção gerenciável e econômico, minimizando o tempo necessário para realizar e documentar a manutenção de todos os equipamentos e espaços (AHA, 1996). A manutenção apropriada de equipamentos médicos é essencial para obter benefícios sustentados e preservar investimento de capital. Tem um impacto direto nos cuidados ao paciente e implicações econômicas (CHENG, 1995).

Nesta dissertação será enfatizada a manutenção realizada em equipamentos eletromédicos. Estes pertencem à classe dos equipamentos médico-assistenciais. As técnicas de manutenção aplicadas nestes equipamentos são a corretiva e preventiva. A utilização de técnicas de manutenção preditiva em Unidades de Saúde é bastante restrita e seletiva, basicamente respondendo pela monitoração das condições prediais ou de infra-estrutura - rede de gases, rede elétrica, etc (LUCATELLI, 2000).



### 2.4.1 Manutenção Preventiva - MP

O objetivo da manutenção preventiva é realizar inspeções e testes periódicos para prevenir reparações de emergência, de alto custo e de prolongado tempo de conserto garantindo, deste modo, maior segurança e funcionalidade dos equipamentos médicos (LUCATELLI & OJEDA, 1998).

Um programa de MP irá reduzir o número de reparos necessários assim como a inconveniência e frustração causadas pelo mau funcionamento do equipamento (TOPHAM, 1979). A manutenção preventiva pode também apresentar como vantagens (MARTINS et al, 1990):

- minimizar os atrasos e desconforto no atendimento aos pacientes;
- evitar custos excessivos de reparo, provendo manutenção em intervalos apropriados;
- aumentar a vida útil do equipamento;
- estar em conformidade com normas ou recomendações estritas dos fabricantes sobre os equipamentos;
- aumentar a confiança do usuário no equipamento.

Um programa de MP se inicia com a seleção através de priorização dos equipamentos que farão parte deste programa. A priorização de equipamentos é de extrema importância para grupos de manutenção onde os recursos humanos e/ou financeiros são insuficientes para o atendimento total dos equipamentos (MARTINS et al, 1990). Os critérios de seleção podem variar de departamento para departamento, sendo os mais comuns o risco que o equipamento apresenta à vida do paciente ou operador, a importância estratégica do equipamento, a recomendação do fabricante ou de normas, necessidade de manutenção do equipamento, custos de manutenção corretiva, grau de utilização e histórico de falhas (CALIL & TEIXEIRA, 1998; MARTINS et al, 1990).

Depois de selecionados os equipamentos, são aplicadas metodologias que determinam a periodicidade de inspeção dos equipamentos que farão parte do programa. A frequência de inspeção adequada é importante para assegurar longevidade, confiabilidade, precisão e segurança do equipamento. As manutenções são distribuídas uniformemente durante o ano levando-se em consideração o histórico da carga de trabalho, nível de ocupação dos leitos e outras responsabilidades do departamento (BRONZINO, 1992). Se as MPs forem muito



freqüentes podem diminuir a vida útil, induzir a uma falha no equipamento ou não ser custo-efetivas. Caso não possuam freqüência suficiente, podem afetar a confiabilidade, precisão ou segurança do equipamento (BRONZINO, 1992).

Roteiros de MP são elaborados de maneira a garantir que o equipamento esteja operando de maneira segura e apropriada. Devem ser capazes de detectar faltas potenciais que possam conduzir a um mau-funcionamento ou risco de segurança do equipamento (BEN-ZVI, 1989). Devem ser desenvolvidos de forma a guiar os técnicos durante a realização de cada MP (BEN-ZVI, 1982). O conteúdo dos roteiros deve ser o mais completo possível para garantir que as verificações sejam feitas da mesma maneira todas as vezes, assegurando um nível mínimo de inspeção adequada (CALIL & TEIXEIRA, 1998). Se forem muito detalhados e requererem muito tempo, gerar-se-á um desperdício de recursos, incapacidade de completar as manutenções no ano, probabilidade de indução de falhas no equipamento e desestímulo ao técnico que executa a inspeção. Por outro lado roteiros contendo procedimentos superficiais não detectarão falhas e não serão custo-efetivos, desperdiçando recursos.

Devido a limitação de recursos dentre outros fatores, as atividades realizadas em uma MP podem variar desde uma rotina de testes de segurança elétrica até uma desmontagem abrangente, calibração ou lubrificação do equipamento médico. Em alguns casos são executados procedimentos mínimos a fim de reduzir o tempo de inatividade dos equipamentos devido a falhas (BETTS, 1987). Um roteiro de MP deve ser fácil de entender e composto basicamente por procedimentos de (CALIL & TEIXEIRA, 1998; TOPHAM, 1979):

- inspeção visual;
- limpeza;
- troca de peças e acessórios com a vida útil vencida;
- lubrificação geral;
- testes funcionais, de desempenho, calibração e testes de segurança (elétrica, radiológica, mecânica, biológica).

Tais procedimentos derivam de recomendações do fabricante, normas governamentais, da Unidade de Saúde ou algum órgão fiscalizador aos quais os equipamentos estão sujeitos. Adicionalmente deve-se observar os históricos de manutenção corretiva dos equipamentos

para identificar as falhas mais frequentes e criar procedimentos específicos para reduzir a ocorrência dessas falhas (CALIL & TEIXEIRA, 1998).

Um programa de MP pode, além dos benefícios, apresentar desvantagens tais como (TOPHAM, 1979):

- investimento inicial alto em recursos materiais e humanos, com resultados visíveis a médio e longo prazo;
- dificuldade no gerenciamento da MP pois os equipamentos e acessórios circulam bastante;
- indisponibilidade de uso do equipamento durante a MP. Fato indesejável para equipamentos de áreas de cuidados críticos (UTI, Centro Cirúrgico) ou quando houver poucos equipamentos de reserva disponíveis e que apresentem alto grau de utilização.

#### **2.4.2 Manutenção Corretiva – MC**

O reparo de equipamentos médicos constitui uma atividade importante de um departamento de Engenharia Clínica (TOPHAM, 1979). A manutenção corretiva sempre foi o “arroz-com-feijão” de todos os programas de EC. Os usuários vêem os frutos desses esforços ao contrário dos serviços de MP, cujos resultados são menos visíveis em curto prazo (BRONZINO, 1992). O peso da MC é maior ainda nos grupos que não realizam MP. Um programa de Engenharia Clínica de sucesso deve possuir um programa de manutenção corretiva de sucesso (BRONZINO, 1992).

O reparo consiste numa pesquisa a fim de isolar a causa do mau funcionamento do equipamento para, em seguida, proceder à substituição ou ajuste dos componentes ou subsistemas, restaurando o desempenho, segurança, confiabilidade e funções normais (ECRI, 1995). Cada reparo deve ser avaliado para determinar a melhor relação custo-benefício e a forma mais rápida para retornar o equipamento ao serviço (BRONZINO, 1992). Alguns procedimentos padrões e métodos de rotina devem ser estabelecidos para que o reparo do equipamento seja o mais eficiente possível (TOPHAM, 1979).

A sequência de atividades comumente realizadas durante a manutenção corretiva de um equipamento médico está exemplificada pelo fluxograma da figura 2.2 (CALIL & TEIXEIRA, 1998; TOPHAM, 1979):

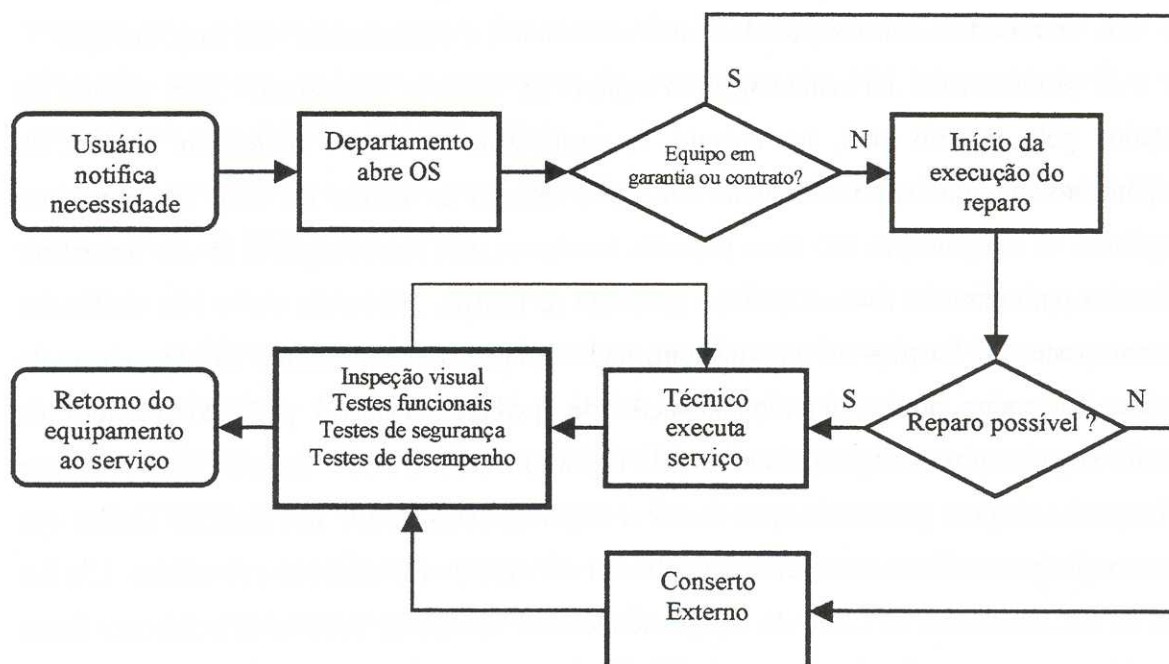


Figura 2.2 - Fluxograma de atividades de manutenção corretiva

- devido à ocorrência de uma falha o usuário notifica ao departamento a necessidade de manutenção;
- após a solicitação, uma ordem de serviço deve ser aberta de imediato;
- em princípio a OS deve ser encaminhada ao responsável pelo grupo que deve verificar se o equipamento se encontra dentro do período de garantia de aquisição, garantia de serviço ou sob contrato de manutenção. Em caso positivo, a empresa responsável deve ser acionada para a realização dos reparos;
- caso contrário define-se um técnico que será responsável para a manutenção do equipamento o reparo é iniciado;
- se após o início da manutenção o técnico verificar que não é possível o reparo no local o equipamento é enviado para conserto externo;



- se a manutenção for possível o técnico repara o equipamento;
- realiza-se a inspeção do equipamento após a manutenção corretiva. Caso haja alguma não conformidade durante a inspeção o equipamento retorna ao reparo. Aqui será aplicada a metodologia proposta.
- realizado o conserto, a OS é então encerrada e o equipamento retorna ao serviço.

É prática usual na manutenção o reparo de defeitos constatados pelo técnico ou relatados pelo usuário sem, no entanto, a verificação de outras partes ou funções do equipamento que possam vir a falhar em curto espaço de tempo ou estar em condições irregulares. O equipamento não deve somente funcionar, mas outros reparos óbvios devem ser realizados para eliminar futuras quebras (DAVID & ROHE, 1986). As vezes são verificadas algumas partes ou funções de uma maneira não sistemática e dependente da experiência do técnico. Tal rotina produz uma manutenção de qualidade instável podendo interferir de maneira negativa nos serviços prestados pelo departamento e em sua imagem para os setores do hospital aos quais presta serviços. Existem departamentos de EC nos Estados Unidos que possuem programas de controle de qualidade dos serviços de manutenção executados. Um dos itens de um formulário de Controle de Qualidade é se “Todos os problemas potenciais foram corrigidos para prevenir o equipamento de retornar para a manutenção” (DAVID & ROHE, 1986).

Para garantir um determinado padrão de serviço na MC após o reparo, seja por parte do técnico ou empresa externa, é recomendável a realização de uma inspeção do equipamento. A inspeção é um procedimento para assegurar que um dispositivo atende as exigências apropriadas de segurança e desempenho, incluindo aquelas de agências reguladoras e acreditação, bem como as do fabricante e do hospital. Cada inspeção irá variar de acordo com o tipo de dispositivo, devendo haver procedimentos escritos descrevendo as atividades a serem realizadas em cada equipamento. O procedimento deve ser tempo-eficiente mas elaborado para assegurar que as características mais significantes do equipamento sejam examinadas (ECRI, 1995). Vale ressaltar que inspeções podem ser aplicadas não somente após a MC, mas em atividades como testes de aceitação de equipamentos e MP. O nível de detalhe dos procedimentos varia de acordo com a atividade sendo executada e os objetivos de tal atividade.

É importante esclarecer que existem dois tipos básicos de falha. A falha aleatória e a falha sistemática. A falha aleatória não pode ser prevista e pode ser causada por abuso do usuário, um impacto não identificado ao sistema, defeitos de fabricação ou falha de projeto. A falha sistemática é previsível e ocorre como função do tempo. Pode ser atribuída a desgastes, rupturas de componentes, acúmulo de sujeira, etc. Os programas de manutenção com suas atividades próprias, inclusive a realização de inspeções pós MC, são estabelecidos para prevenir este tipo de falha (JAMES, 2000).

De uma maneira global, uma inspeção é composta das seguintes atividades (ECRI, 1995; CALIL & TEIXEIRA, 1998):

- inspeção visual- a inspeção visual é realizada para determinar se existem problemas que possam ser detectados visualmente. Compõe-se de um exame visual minucioso do equipamento e inclui verificação de partes internas e externas. Ocorre a verificação da integridade física da carcaça do equipamento e de seus componentes internos como placa de circuito impresso, folgas, desgaste de engrenagem e botões, amassados ou ferrugem na pintura etc. Ações de limpeza são geralmente necessárias após a inspeção visual;
- testes funcionais e de desempenho- verificam a operação do equipamento em todas ou nas modalidades mais usadas (BEN-ZVI, 1989) e se o mesmo pode realizar a tarefa a que se propõe e operar de acordo com as recomendações do fabricante;
- testes de segurança- medições para determinar a segurança elétrica, mecânica, térmica, química e/ou radiológica. Mais utilizados, os testes de segurança elétrica são realizados para determinar a intensidade das correntes de fuga e qualidade do aterramento do equipamento. Apresentam, em geral, periodicidade anual em MP. Raramente são realizados por completo em inspeções pois podem vir a degradar o equipamento. Os testes mais utilizados são os de corrente de fuga para o terra, para chassi e impedância de terra.

A realização de inspeções pós MC trás consigo vantagens tais como:

- aumento da confiança no equipamento pelo usuário - Falhas, mesmo pequenas, ou com impacto no cuidado ao paciente podem causar falta de confiança do usuário no



equipamento (ECRI, 1995). Este tomará ciência que os equipamentos são mantidos dentro de um determinado padrão, que não só as falhas detectadas são reparadas mas que outras partes também recebem atenção;

- melhoria da visão do grupo de EC - Reflexo direto do item anterior, pois o usuário passa a confiar no equipamento e perceber que quem o mantém procura realizar um bom trabalho;
- diminuição do número de rechamadas/retrabalho - A verificação do equipamento além da falha diagnosticada pode detectar possíveis falhas iminentes que resultariam em rechamada;
- redução no tempo de parada do equipamento - A diminuição da rechamada e verificações adicionais fazem diminuir o tempo de parada do equipamento.

E apresenta alguns problemas:

- aumento do tempo de reparo (MTR) - Este é acrescido do tempo de inspeção;
- diminuição da produtividade - Como o MTR aumenta há menos tempo para reparar os equipamentos, diminuindo a produtividade;
- aumento dos custos de manutenção - Provocado pelo aumento do MTR e conseqüentemente mais horas técnicas dedicadas ao equipamento.

Nos países de economia emergente que têm de lidar com o fato dos departamentos trabalharem com mão-de-obra reduzida, com escassez de recursos financeiros, falta de equipamentos de testes e treinamento de técnicos, esses problemas são mais acentuados.



### 3. Metodologia

O objetivo do trabalho, conforme descrito na introdução, consiste em desenvolver uma metodologia que permita a elaboração de procedimentos de inspeção pós-manutenção corretiva em equipamentos eletromédicos. Já o objetivo das inspeções aqui propostas é que:

- sejam adaptadas à realidade nacional;
- sejam de baixo custo de aplicação;
- procurem garantir um mínimo de confiabilidade ao equipamento;
- não demandem tempo elevado de verificação dos equipamentos após a MC;
- não necessitem de equipamentos de teste específicos (analisador de ecg, analisador de segurança elétrica, analisador de desfibrilador, etc);
- não exijam dos técnicos treinamento específico para executar as atividades.

Como foi visto no capítulo anterior, uma inspeção completa é constituída de inspeção visual, testes funcionais e de desempenho e testes de segurança elétrica. A metodologia proposta permitirá a realização de inspeções visuais e alguns testes funcionais dos equipamentos. Os testes de segurança elétrica já foram bastante estudados e são regidos pelas normas da família NBR IEC 60601. Cabe, entretanto, uma metodologia específica para implementá-los em ambiente hospitalar. Os testes de desempenho possuem diversos parâmetros mensuráveis e diferentes limites de tolerância que variam muito entre equipamentos. Para sua maior eficiência esses testes devem ser desenvolvidos para cada tipo de equipamento (eletrocardiógrafo, bomba de infusão, incubadora infantil, desfibriladores, etc) e, se possível, personalizados para os diferentes modelos.

Um equipamento médico pode ser visto como sendo formado por um conjunto de partes (cabos, eletrodos, chassis, etc) e funções (alarmes, sinais audíveis, indicações, etc). Cada uma dessas partes e funções requer um determinado tipo de inspeção para verificação de seu funcionamento e da qualidade desse funcionamento. Partindo-se desse princípio pode-se elaborar um roteiro de inspeção de um equipamento tomando-se como base a verificação das partes e funções que o compõe.

Com a metodologia aqui proposta, será possível a criação de uma tabela contendo partes e funções de diversos equipamentos com suas respectivas inspeções, falhas possíveis e

ações corretivas em casos de não conformidade com a inspeção. Para se realizar a verificação pós MC em um equipamento consulta-se nessa tabela todas as partes e funções desse equipamento, elabora-se um protocolo escrito contendo as atividades de inspeção e efetuam-se as inspeções em cada parte e função seguindo-se o protocolo. Os procedimentos escritos são importantes pois tornam as atividades de inspeção mais uniformes, permitem melhor documentação do trabalho executado, podem ser adaptados para outros equipamentos e utilizados no treinamento de pessoal técnico.

A sequência de atividades para a elaboração completa da metodologia é a seguinte:

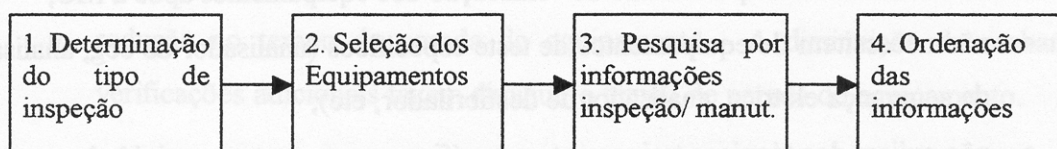


Figura 3.1 - Etapas para elaboração da metodologia

A primeira etapa consiste na determinação do tipo de inspeção a ser realizada nos equipamentos. Existem três tipos básicos de inspeção que serão descritos no item 3.1 juntamente com as respectivas vantagens, desvantagens e a justificativa do tipo escolhido para essa metodologia. Devido à diversidade de equipamentos existentes em um ambiente hospitalar torna-se necessário selecionar, na segunda etapa, um determinado grupo de equipamentos para estudo. Na terceira etapa são pesquisadas no grupo de equipamentos selecionados as informações necessárias para elaboração do método. As informações extraídas são agrupadas e ordenadas, na quarta etapa, para finalizar a elaboração da metodologia.

### **3.1 Determinação do tipo de inspeção efetuada**

Através de pesquisa na literatura verificou-se que é difícil encontrar publicações sobre inspeções em manutenção corretiva. Alguns departamentos no exterior realizam testes de segurança elétrica e inspeção visual, sem no entanto fornecer maiores detalhes sobre o conteúdo dessas atividades. Por outro lado, informações sobre MP são mais facilmente encontradas na literatura.



A MP inclui inspeções em equipamentos, além de testes de segurança elétrica e desempenho. Desta forma, o tipo de inspeção selecionado para o trabalho aqui proposto deriva de inspeções realizadas em MP, não possuindo necessariamente as mesmas atividades. Convém lembrar que inspeção segundo o ECRI (1995), é um procedimento para verificar a integridade física de um dispositivo e assegurar que ele atende às exigências apropriadas de desempenho e segurança, incluindo aquelas de agências reguladoras e de acreditação bem como as exigências do fabricante e do hospital onde o grupo de engenharia clínica está localizado.

Segundo Ben-Zvi (1984) existem três tipos de inspeções realizadas em equipamentos médicos:

- a) inspeção básica de todos os equipamentos;
- b) inspeção geral por tipo de equipamento;
- c) procedimentos de inspeção específicos para modelos individuais de equipamentos.

A inspeção básica de todos os equipamentos pode incluir limpeza, verificação visual, verificação dos controles, knobs, cabo de força e acessórios. Pode incluir também os testes de segurança elétrica. É o tipo mais simples de ser implementado e facilita o procedimento de inspeção para a engenharia clínica, principalmente se o departamento carece de pessoal ou está iniciando seu trabalho. É utilizada em muitos hospitais nos Estados Unidos. É provável que todo departamento realize pelo menos algum tipo de inspeção básica e geral devido a dificuldade de se obter ou gerar procedimentos de inspeção específica para cada um dos diferentes tipos de equipamentos presentes no hospital. O custo de elaboração desses procedimentos é baixo assim como o tempo de inspeção é reduzido (BEN-ZVI, 1984).

Para garantir inspeções uniformes o departamento de EC necessita manter determinado número de técnicos bem capacitados a fim de reconhecer potenciais problemas ou mau funcionamento dos diferentes equipamentos. Mesmo o técnico mais capaz pode necessitar de algum guia para checar um equipamento que ele raramente repara. As ocasiões infrequentes e irregulares nas quais um técnico inspeciona um modelo particular de equipamento podem não permitir que ele desenvolva um profundo entendimento da operação e até de particularidades da unidade. Problemas adicionais podem ocorrer quando um técnico inexperiente inspeciona um equipamento que não lhe é familiar (BEN-ZVI, 1984).



O segundo tipo de inspeção constitui uma inspeção geral por tipo de equipamento (eletrocardiógrafo, incubadora infantil, desfibrilador, etc). Os procedimentos variam no grau de detalhamento utilizado na inspeção visual e podem incluir testes de segurança elétrica (resistência do sistema de aterramento, corrente de fuga) e verificações de desempenho do equipamento. Tais procedimentos melhor asseguram que diferentes classes de equipamentos passem por verificações específicas. Comparados as inspeções básicas, os procedimentos de inspeção gerais levam um pouco mais de tempo para elaboração e execução, sendo mais eficientes também. Entretanto, procedimentos gerais podem não focar peculiaridades, problemas específicos de determinado modelo de equipamento. A necessidade de técnicos bem treinados persiste devido ao grande número de equipamentos existentes e que podem apresentar problemas específicos. Soma-se o fato de que um técnico pode não apresentar familiaridade com todos os equipamentos (BEN-ZVI, 1984).

Por fim, existem procedimentos de inspeção específicos para modelos individuais de equipamentos. Descrevem com detalhes as inspeções visuais, testes funcionais e de desempenho e de segurança elétrica para determinado modelo de equipamento. Por serem bem detalhados, os técnicos não necessitam de muito treinamento para realizar as inspeções. Apresentam como desvantagens consumir muito tempo na sua elaboração e execução, o que os torna de alto custo para o departamento. Idealmente os procedimentos específicos conduzem a verificação ótima do equipamento (BEN-ZVI, 1984).

Desenvolver uma metodologia que possibilitasse a criação de procedimentos de inspeção específicos demandaria muito tempo devido ao grande número de equipamentos existentes em uma Unidade de Saúde bem como da diversidade de suas características. Adicionalmente, agrega-se o fato de departamentos de EC possuírem quadros de funcionários reduzidos, podendo esse tipo de inspeção não ser custo-efetiva para alguns departamentos (muito tempo para elaboração e execução dos procedimentos).

Selecionou-se o desenvolvimento de uma metodologia capaz de gerar procedimentos de inspeção *gerais por tipos* de equipamentos contendo atividades de inspeção visual e testes funcionais. Se necessário, os procedimentos podem ser adaptados pelo próprio departamento para realizar testes específicos por modelo de equipamento quando este desejar. Em relação à inspeção básica, verifica mais partes e funções dos equipamentos, não há aumento

significativo no tempo de elaboração das atividades e pode ser adaptada para realizar somente os testes básicos.

### **3.2 Seleção dos equipamentos**

É necessário selecionar os equipamentos a serem estudados por dois principais motivos:

- Devido à diversidade de tipos de equipamentos é impraticável, no tempo destinado ao mestrado, estudar todos;

- Alguns equipamentos embora apresentem funções clínicas diferentes possuem muitas partes e funções em comum e portanto, muitas características de inspeção semelhantes. O estudo de um deles é suficiente para abranger grande parte das inspeções do outro. Exemplificando; tanto o eletrocardiógrafo quanto o eletroencefalógrafo apresentam eletrodos e cabos, pena ou estilete para gravação do sinal, LEDs, fusíveis, conectores, realizam transporte de papel.

Foi selecionada a classe de equipamentos eletromédicos de aplicação direta ao paciente. Segundo a norma NBR IEC 60601-1 (ABNT,1994b) um Equipamento Eletromédico é o equipamento elétrico dotado de não mais que um recurso de conexão a uma determinada rede de alimentação elétrica e destinado a diagnóstico, tratamento ou monitoramento do paciente, sob supervisão médica, que estabelece contato físico ou elétrico com o paciente, ou recebe a que dele provém e/ou detecta essa transferência de energia. São equipamentos bastante utilizados nos diversos setores das Unidades de Saúde. Uma manutenção mal executada pode causar transtornos e riscos físicos ao paciente e à equipe médica, diagnósticos incorretos, terapia incorreta, prejuízos financeiros. Dentro dessa classe optou-se por selecionar equipamentos com características físicas e operacionais diferentes entre si levantando-se maior número de partes e funções procurando tornar a metodologia de maior alcance.

Foram selecionados os seguintes equipamentos para estudo:

- |                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. Eletrocardiógrafo - ECG | 8. Unidade Eletrocirúrgica      |
| 2. Oxímetro de pulso       | 9. Desfibrilador - Cardioversor |
| 3. Monitor de ECG          | 10. Bomba de infusão            |



- |                                          |                                      |
|------------------------------------------|--------------------------------------|
| 4. Monitor de pressão não-invasivo       | 11. Berço aquecido                   |
| 5. Monitor fisiológico                   | 12. Ventilador Pulmonar - Respirador |
| 6. Monitor de Oxigênio e CO <sub>2</sub> | 13. Umidificador4 aquecido           |
| 7. Incubadora infantil                   | 14. Aspirador cirúrgico              |

Em uma pesquisa realizada pelo IBGE (2000) verificou-se que o número de equipamentos existentes nas Unidades de Saúde do Brasil era aproximadamente de:

| Equipamento                     | Qtde   | Equipamento                      | Qtde   |
|---------------------------------|--------|----------------------------------|--------|
| ECG                             | 15.767 | Desfibrilador                    | 10.325 |
| Oxímetro de Pulso               | 21.208 | Bomba de Infusão                 | 35.244 |
| Monitor de ECG                  | 25.667 | Berço Aquecido                   | 10.927 |
| Monitor de Pressão Não-invasivo | 9.134  | Respirador / Ventilador Adulto e | 21.950 |
| Incubadora Infantil             | 14.963 | Infantil                         |        |

Fonte: IBGE, Estatísticas da Saúde - Assistência Médico-Sanitária 1999

Os dados da pesquisa vieram confirmar a suposição sobre a quantidade de equipamentos presentes nas Unidades de Saúde. Esses equipamentos também realizam grande número de intervenções e estão sujeitos a um grande índice de falhas. Deve-se procurar mantê-los dentro de um nível aceitável de funcionamento.

### 3.3 Extração de Informações de Inspeção / Manutenção

Para extrair as informações de inspeção e manutenção foram consultadas as seguintes fontes:

- manuais de equipamentos pertencentes ao acervo da biblioteca do Centro de Engenharia Biomédica da Unicamp - CEB;
- livros;
- técnicos do CEB.



Foram pesquisados 147 manuais de operação e manutenção. A idade dos manuais variava de 2 a 17 anos assim como a diversidade de informações presentes nos mesmos. Diversos manuais descreviam quais as atividades que devem ser executadas na manutenção preventiva mas não diziam como fazê-las e tampouco como agir em casos onde alguma falha é encontrada. Como exemplo, não foi raro encontrar em manuais “realize uma inspeção visual no equipamento” sem nem sequer citar o que deveria ser verificado. Outros manuais fornecem o mínimo de dados e “para maiores informações recorrer ao fabricante ou assistência técnica autorizada”. Poucos manuais descreveram as falhas das partes que compõem o equipamento. Para um mesmo tipo de equipamento observou-se que os diferentes fabricantes traziam diferentes informações para a inspeção de uma mesma parte do equipamento.

De um modo geral os manuais de equipamentos importados pesquisados apresentaram maior quantidade de informações referente a manutenção, algumas vezes até de forma excessiva. Os manuais de equipamentos nacionais consultados quase sempre forneciam menor quantidade de informações embora alguns deles se comparassem aos dos importados.

Após esgotada a pesquisa nos manuais, consultou-se os seguintes livros:

- Maintenance and Repair of Laboratory, Diagnostic Imaging, and Hospital Equipment, World Health Organization, Geneva, 1994
- Maintenance Management for Medical Equipment, American Hospital Association, 3 ed, Chicago, 1996
- Health Devices Inspection and Preventive Maintenance System, ECRI, 3 ed, Plymouth Meeting, 1995

Finalizando as fontes de pesquisa foram consultados os técnicos do grupo diagnóstico do CEB que contribuíram com informações práticas.

Para que se iniciasse o procedimento de extração das informações foi criado o formulário 3.1 que contém os campos *Equipamento* e *Parte ou Função*. O primeiro campo é preenchido com o nome do equipamento do qual serão coletadas as informações. As partes e funções de cada um dos equipamentos em estudo eram listadas através da consulta aos manuais de Manutenção e Operação. O resultado dessa consulta era registrado através do preenchimento do formulário 3.1. Como exemplo, é mostrado o formulário preenchido para

um eletrocardiógrafo. Os formulários completos preenchidos para todos os equipamentos pesquisados encontram-se no Apêndice 1.

**Equipamento: Eletrocardiógrafo**

| Parte ou função |                       |
|-----------------|-----------------------|
| 1.              | Chassi                |
| 2.              | Cabo de força         |
| 3.              | Cabo de eletrodos     |
| 4.              | Estilete aquecido     |
| 5.              | Basculante para papel |
| 6.              | Conectores            |
| 7.              | LEDs                  |
| 8.              | Ajuste de estilete    |
| 9.              | Impressora térmica    |
| 10.             | Transporte de papel   |
| 11.             | Sinal de calibração   |
| 12.             | Fusível               |
| 13.             | LCD                   |
| 14.             | Chave seletora        |
| 15.             | Teclado de membrana   |
| 16.             | Teclas                |
| 17.             | Gravador de fita      |
| 18.             | Sinais audíveis       |
| 19.             | Display 7 segmentos   |
| 20.             | Interface serial      |
| 21.             | Bateria               |

Formulário 3.1 - Listagem de partes e funções de um equipamento em estudo



Como foi pressuposto que cada parte ou função possui atividades de inspeção próprias, foi criada a tabela 3.1 para que se pudesse armazenar essas atividades coletadas das fontes de pesquisa. Além das atividades de inspeção também são registradas as ações corretivas que se deve tomar caso haja alguma não conformidade com a inspeção e as falhas que a respectiva parte ou função pode ter. A descrição sucinta da tabela e sua estrutura é feita a seguir. Ela contém quatro colunas: Parte ou Função, Falhas possíveis, Inspeção e Ações corretivas. A coluna 1 é preenchida com as Partes e Funções listadas no formulário 3.1. Na coluna 2 são listadas as respectivas falhas de cada parte ou função. O conhecimento prévio de cada falha alerta quem está realizando a manutenção sobre os problemas que ele pode vir a encontrar. Na coluna 3 encontram-se as inspeções propriamente ditas que devem ser realizadas em cada parte ou função. São descritas de maneira prática e objetiva de modo que não demandem muito tempo para sua compreensão e sejam breves em sua execução. Por fim, na coluna 4 estão descritas as ações corretivas necessárias caso determinada parte ou função apresente alguma não conformidade na inspeção. Como exemplo o formulário está preenchido com algumas informações coletadas referentes ao eletrocardiógrafo. Deve-se observar que para cada inspeção existe somente uma ação corretiva correspondente.

Foram adotadas as seguintes premissas para a elaboração da tabela:

a) Se após a consulta a todas as fontes de pesquisa não se encontrasse informações a seu respeito tal parte ou função era excluída da tabela. Admitia-se que por não haver informações sobre a mesma, sua verificação era de pouca importância e uma falha possuiria pouca ou nenhuma influência no funcionamento do equipamento.

b) Por se tratar de um método geral evitou-se inserir funções específicas de determinado equipamento, o que é mais recomendável para testes de desempenho.

Para o processo de extração de informações de inspeção/manutenção descritos nesse item, foram pesquisados 14 equipamentos, resultando 14 formulários e 14 tabelas.

### Equipamento : Eletrocardiógrafo

| Parte ou Função   | Falhas possíveis                                           | Inspecção                                                                                                                                                                                                           | Ações corretivas                                                    |
|-------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Cabo de força     | Rompido<br>Quebradiço                                      | - Inspecionar cabo e conector procurando quebras e fios partidos, procurando danos elétricos e mecânicos<br>- Examinar o cabo e verificar se o mesmo encontra-se quebradiço e/ou ressecado, conectores deteriorados | - Se cabo danificado, trocá-lo.<br><br>- Substitui-lo               |
| Chassi            | Amassado<br>Sujo<br>Descascando                            | - Examinar exterior do equipamento observando a limpeza e condições físicas gerais. Certificar-se que não há sinais de líquidos derramados e abusos sérios                                                          | - Limpar chassi de maneira apropriada (recomendações do fabricante) |
| Estilete aquecido | Aquecimento inadequado<br>Não aquece<br>Sujo<br>Desgastado | - Verificar limpeza do estilete (parafina, papel)<br>- Verificar se temperatura do estilete está adequada. Deve-se produzir um traçado de $\pm 1$ mm de espessura                                                   | - Limpar<br><br>- Ajustar temperatura                               |

Tabela 3.1 - Descrição das falhas possíveis, inspeção e ações corretivas das partes e funções de um equipamento



### 3.4 Ordenação das Informações

As 14 tabelas foram consolidadas em uma tabela única. As partes e funções iguais ou semelhantes presentes em mais de uma tabela foram agrupadas de modo que as informações se somassem. O resultado de toda a pesquisa foi a geração de uma tabela contendo 68 partes e funções distintas com suas respectivas falhas possíveis, inspeções e ações corretivas e um número total de 189 inspeções possíveis de serem realizadas.

O próximo passo foi a ordenação das partes e funções da tabela a fim de que a inspeção fosse realizada de maneira seqüencial. Essa tabela ordenada é apresentada no Apêndice 2 e denominada Tabela Principal de Inspeção. A ordem de inspeção deve seguir a verificação das seguintes partes:

- Verificação da placa de circuito impresso
- Alimentação e Chassi
- Cabos, conectores, chaves e eletrodos
- Teclado
- Parte visual - display, LCDs, CRT
- Som, alarme
- Impressão de sinal
- Estrutura física
- Térmica
- Pneumática, circuito de ar
- Lentes

Para facilitar o processo de montagem da tabela dos procedimentos de inspeção, foi desenvolvido nesse trabalho um outro formulário (3.2) contendo a listagem das partes e funções presentes na Tabela Principal de Inspeção. Esse formulário possui os campos Equipamento, Marca e Modelo para fins de identificação. Em seu rodapé são descritas três observações que devem ser seguidas durante a realização de cada procedimento de inspeção:

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Equipamento: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Marca: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Modelo: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <input type="checkbox"/> Placa circuito impresso<br><input type="checkbox"/> Chassi<br><input type="checkbox"/> Fonte de alimentação<br><input type="checkbox"/> Bateria<br><input type="checkbox"/> Cabo de força<br><input type="checkbox"/> Fusível<br><input type="checkbox"/> Cabos dos eletrodos<br><input type="checkbox"/> Eletrodo Ag/AgCl<br><input type="checkbox"/> Eletrodo dispersivo<br><input type="checkbox"/> Eletrodo de O <sub>2</sub><br><input type="checkbox"/> Sensor luminoso de dedo<br><input type="checkbox"/> Sensor de temperatura<br><input type="checkbox"/> Pás para desfibrilação<br><input type="checkbox"/> Conectores elétricos<br><input type="checkbox"/> Chave Seletora<br><input type="checkbox"/> Pedal - Footswitch<br><input type="checkbox"/> Knob<br><input type="checkbox"/> Display 7 segmentos<br><input type="checkbox"/> Lâmpada / LED<br><input type="checkbox"/> LCD<br><input type="checkbox"/> Lâmpada para fototerapia<br><input type="checkbox"/> Teclas<br><input type="checkbox"/> Teclado<br><input type="checkbox"/> Teclado de membrana<br><input type="checkbox"/> CRT | <input type="checkbox"/> Ajuste de brilho<br><input type="checkbox"/> Alto-falante<br><input type="checkbox"/> Sinais audíveis<br><input type="checkbox"/> Alarmes<br><input type="checkbox"/> Ajuste de volume<br>(alarme, beep etc)<br><input type="checkbox"/> Impressora matricial<br><input type="checkbox"/> Impressora térmica<br><input type="checkbox"/> Gravador de fita<br><input type="checkbox"/> Estilete aquecido<br><input type="checkbox"/> Pena<br><input type="checkbox"/> Ajuste de Estilete<br>aquecido/ Pena<br><input type="checkbox"/> Transporte de papel<br><input type="checkbox"/> Basculante para papel<br><input type="checkbox"/> Motor<br><input type="checkbox"/> Ventoinha<br><input type="checkbox"/> Sinal de calibração<br><input type="checkbox"/> Cúpula<br><input type="checkbox"/> Rodízios Giratórios<br><input type="checkbox"/> Trinco - Trava<br><input type="checkbox"/> Gavetas<br><input type="checkbox"/> Portinholas<br><input type="checkbox"/> Manga-iris | <input type="checkbox"/> Berço<br><input type="checkbox"/> Colchão<br><input type="checkbox"/> Atuador do Trendelemburg<br><input type="checkbox"/> Módulos - Estrutura<br>Modular<br><input type="checkbox"/> Elemento aquecedor<br><input type="checkbox"/> Termostato<br><input type="checkbox"/> Tubulação - Circuito de ar<br><input type="checkbox"/> Conector para circuito de<br>gás<br><input type="checkbox"/> Compressor de ar<br><input type="checkbox"/> Filtro de gás<br><input type="checkbox"/> Rotâmetro<br><input type="checkbox"/> Campânula e Fole<br><input type="checkbox"/> Manômetro<br><input type="checkbox"/> Atomizador<br><input type="checkbox"/> Cuff e mangueiras<br><input type="checkbox"/> Ressuscitator Bag - Ambu<br><input type="checkbox"/> O-ring<br><input type="checkbox"/> Roletes<br><input type="checkbox"/> Umidificador<br><input type="checkbox"/> Water trap<br><input type="checkbox"/> Lentes |
| <p>Obs.1- Antes de alterar qualquer controle ou limite de alarme, verificar suas posições e valores. Finalizada a inspeção devem retornar aos seus valores e posições originais</p> <p>Obs.2- Se para solucionar a falha não foi necessário abrir o equipamento, não é recomendado abri-lo para realizar a inspeção em componentes internos</p> <p>Obs.3- Verificar se foi realizada a limpeza no equipamento e seus itens acompanhantes antes de libera-lo para uso</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Formulário 3.2 - Listagem das partes e funções utilizadas na elaboração da metodologia



Os equipamentos utilizados para realização das inspeções são:

- voltímetro;
- ohmmímetro.

### 3.5 Aplicação da metodologia

A aplicação da metodologia para a realização das inspeções ocorre na seguinte sequência:

1. É determinado um equipamento a ser inspecionado;
2. Utilizando-se o formulário 3.2 preenchem-se os campos Equipamento, Marca e Modelo;
3. São assinaladas quais partes e funções presentes no formulário 3.2 o equipamento possui;
4. O Engenheiro Clínico consulta na Tabela Principal de Inspeção (Apêndice 2) as partes e funções assinaladas no formulário 3.2 e elabora o procedimento de inspeção a partir das informações contidas na Tabela Principal de Inspeção. Deve-se tomar o cuidado de inserir no procedimento elaborado as três observações contidas no rodapé do formulário 3.2.
5. O procedimento elaborado é entregue ao técnico para que este possa realizar as inspeções no equipamento;
6. Caso alguma não conformidade seja encontrada devem ser tomadas as ações necessárias.

Caso o EC ou responsável pela manutenção de um departamento venha a sentir a necessidade de acrescentar outras partes e funções à Tabela Principal de Inspeção através do estudo de outro equipamento ele pode fazê-lo seguindo o roteiro presente no Apêndice 4.

É mostrado o exemplo de um formulário de inspeção que poderia ser criado a partir da metodologia. Tem-se o logotipo do departamento, o título no formulário e as atividades de inspeção realizáveis. No caso optou-se por não se inserir as ações corretivas necessárias.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Departamento de Engenharia Clínica</b> |
| <b>Formulário de inspeção pós manutenção corretiva</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                           |
| <b>Equipamento: Eletrocardiógrafo</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |
| <b>Atividades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examinar exterior do equipamento observando a limpeza e condições físicas gerais. Certificar-se que não há sinais de líquidos derramados e abusos sérios</li> <li>- Verificar se os parafusos estão presentes e apertados e os pés de borracha existem, estão fixos e não deteriorados, ressecados e que as aletas estão livres de sujeira, fiapos</li> <li>- Inspeccionar cabo de força e conector procurando quebras e fios partidos, danos elétricos e mecânicos</li> <li>- Verificar se todas(os) LEDs/ Lâmpadas acendem</li> <li>- Verificar se as teclas realizam sua função quando pressionadas</li> <li>- Verificar limpeza do estilete</li> <li>- Verificar se estilete não está gasto</li> <li>- Verificar se não há sinais de resinas de papel ou parafina no rolete tracionador</li> </ul> |                                           |

Formulário 3.3 - Exemplo de protocolo de inspeção criado utilizando-se a metodologia



## 4. Estudo de Caso

Foram realizados estudos de casos para possibilitar a verificação da aplicabilidade prática da metodologia proposta.

### 4.1 Locais

Foram realizados dois estudos de casos. O primeiro na área de Engenharia Clínica do Centro de Engenharia Biomédica - CEB da UNICAMP e o segundo no departamento de Engenharia Clínica do Hospital São Francisco de Assis - HSFA em Belo Horizonte. Seria interessante que os técnicos desses departamentos aplicassem a metodologia. Poderiam contribuir com informações relativas a implementação prática do ponto de vista do usuário final. Entretanto, por esses grupos apresentarem quadro de funcionários reduzido o estudo foi conduzido pelo autor dessa dissertação.

O CEB é responsável por um parque de 9000 equipamentos para finalidades médico-hospitalares do complexo de saúde da Unicamp. Este complexo é composto pelo Hospital das Clínicas, Centro de Atenção Integrada a Saúde da Mulher, Gastrocentro, Hemocentro, CIPED (Centro de Investigação Pediátrica), CECOM (Centro de Saúde da Comunidade), FOP (Faculdade de Odontologia de Piracicaba), FCM (Faculdade de Ciências Médicas), CEPRE (Centro de Reabilitação Gabriel Porto) e Creche da área de saúde. A Área de Engenharia Clínica do CEB é responsável por providenciar a manutenção corretiva e preventiva dos equipamentos de finalidades odonto-médico-hospitalares das Unidades de Saúde da Unicamp. Realiza um total aproximado de 8.000 OSs por ano. Está subdividida em quatro grupos, cada um deles composto por um supervisor e um grupo de técnicos. São eles: Equipamentos de Diagnóstico (DIA), Equipamentos de Laboratório (LAB), Equipamentos de Imagem (IMA) e Equipamentos e Dispositivos Mecânicos (MEC). O grupo de Diagnóstico presta assistência técnica a equipamentos médico-hospitalares de atividades de diagnóstico e terapia, como bisturis eletrônicos, monitores cardíacos, bombas de infusão, desfibriladores, incubadoras e berço aquecido. É composto por um Engenheiro Responsável, dois técnicos e quatro

estagiários. Este grupo realiza de 1500 a 2000 OS/ano (CEB, 2001) tendo sido o grupo selecionado para a aplicação da metodologia.

O Departamento de EC do HSFA realiza a manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos médicos-hospitalares e cuida da infra-estrutura (rede de gases, ar condicionado, caldeira, etc) do hospital que possui 170 leitos.

O estudo de caso no CEB foi realizado nos meses de dezembro de 2000 e janeiro e primeira quinzena de fevereiro de 2001 durante meio período. Foi realizado no HSFA no mês de abril de 2001 também em meio período.

#### **4.2 Método de Aplicação**

A metodologia foi aplicada na inspeção de equipamentos eletromédicos, não necessariamente nos mesmos tipos utilizados para criá-la. Evitou-se alterar a rotina de trabalho dos departamentos. Tal fato é difícil de se conseguir por completo, pois a simples presença de alguém externo ao departamento e que vise realizar uma atividade já se constitui uma interferência. A inspeção foi realizada após os técnicos finalizarem a manutenção dos equipamentos ou após a chegada de um equipamento de conserto externo. Equipamentos cuja necessidade de manutenção era urgente não passaram pelo processo de inspeção. Os equipamentos recebidos para a inspeção já estavam montados e não foram abertos. Objetivava-se evitar a possível indução de qualquer falha resultando em trabalho extra para os técnicos e também perda de garantia se viessem de conserto externo. Durante a aplicação da metodologia como atividade rotineira de um departamento de EC deve-se realizar as verificações internas do equipamento, exceto no caso de perda de garantia.

Para se aplicar a metodologia as partes e funções do equipamento sendo verificado eram assinaladas no formulário 4.1 e realizadas as inspeções das mesmas conforme descritas na Tabela Principal de Inspeção.

No formulário 3.2 (vide pág. 42), contendo as partes e funções de equipamentos, foram inseridos alguns campos resultando no formulário A.1 presente no Apêndice 3. Antes de iniciar cada procedimento eram preenchidos os campos N<sup>o</sup> com o número do estudo de caso para efeito de controle, **Equipamento** com o tipo de equipamento, sua **Marca** e **Modelo**. A



**Data** da inspeção também era anotada. O número de patrimônio - **PI** do equipamento foi registrado para verificar se durante o período do estudo de caso algum equipamento retornaria para manutenção. Nesse caso seria observado se a falha do equipamento poderia ter sido detectada pela inspeção. O **Tempo** dispendido na inspeção foi anotado no campo próprio. Este tempo corresponde ao tempo gasto para assinalar as partes e funções do equipamento no formulário A.1 e para inspeciona-lo. A Ordem de Serviço - **OS** do equipamento foi verificada para se conhecer o **Tempo de Manutenção** que também era registrado no formulário. Esse dado foi utilizado para comparar a relação entre o tempo médio de reparo e o tempo gasto para inspecionar o equipamento. No verso da tabela, estão os campos para anotação das **Não Conformidades** encontradas durante a inspeção. Estas eram comunicadas aos técnicos que tomavam as providências necessárias.

No exemplo abaixo pode-se ver como a metodologia foi aplicada. O equipamento inspecionado é um Monitor de ECG. Utilizando o formulário, todas as suas partes e funções foram marcadas e os campos devidamente preenchidos. A marca e o modelo foram omitidos. As inspeções foram realizadas em todas as partes e funções assinaladas de acordo com a Tabela Principal de Inspeção que se encontra no apêndice 2. As não conformidades encontradas estão descritas no campo correspondente.

| CEB |                              | CEB |                              |
|-----|------------------------------|-----|------------------------------|
| Nº  | Tipo                         | Nº  | Tipo                         |
| 11  | Monitor de ECG               | 5   | Electrocardiograma           |
| 2   | Cinturão de Pulso            | 1   | Unidade Electrocardiográfica |
| 1   | Unidade Electrocardiográfica |     |                              |
| 1   | Monitor Fetal                |     |                              |

| Estudo de Caso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Nº: 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Equipamento:</b> Monitor Cardíaco                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Marca:</b> _____ <b>OS:</b> 01.623                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Modelo:</b> _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Data :</b> 09/02/2001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>PI:</b> 15/24443 <b>Tempo:</b> 22'25"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Placa circuito impresso<br><input checked="" type="checkbox"/> Chassi<br><input checked="" type="checkbox"/> Fonte de alimentação<br><input type="checkbox"/> Bateria<br><input checked="" type="checkbox"/> Cabo de força<br><input checked="" type="checkbox"/> Fusível<br><input checked="" type="checkbox"/> Cabos dos eletrodos<br><input type="checkbox"/> Eletrodo Ag/AgCl<br><input type="checkbox"/> Eletrodo dispersivo<br><input type="checkbox"/> Eletrodo de O <sub>2</sub><br><input type="checkbox"/> Sensor luminoso de dedo<br><input type="checkbox"/> Sensor de temperatura<br><input type="checkbox"/> Pás para desfibrilação<br><input checked="" type="checkbox"/> Conectores elétricos<br><input checked="" type="checkbox"/> Chave Seletora<br><input type="checkbox"/> Pedal - Footswitch<br><input type="checkbox"/> Knob<br><input type="checkbox"/> Display 7 segmentos<br><input type="checkbox"/> Lâmpada / LED<br><input type="checkbox"/> LCD<br><input type="checkbox"/> Lâmpada para fototerapia<br><input type="checkbox"/> Teclas<br><input type="checkbox"/> Teclado<br><input checked="" type="checkbox"/> Teclado de membrana<br><input checked="" type="checkbox"/> CRT | <input checked="" type="checkbox"/> Ajuste de brilho<br><input checked="" type="checkbox"/> Alto-falante<br><input checked="" type="checkbox"/> Sinais audíveis<br><input checked="" type="checkbox"/> Alarmes<br><input checked="" type="checkbox"/> Ajuste de volume (alarme, beep etc)<br><input type="checkbox"/> Impressora matricial<br><input type="checkbox"/> Impressora térmica<br><input type="checkbox"/> Gravador de fita<br><input type="checkbox"/> Estilete aquecido<br><input type="checkbox"/> Pena<br><input type="checkbox"/> Ajuste de Estilete aquecido/<br>Pena<br><input type="checkbox"/> Transporte de papel<br><input type="checkbox"/> Basculante para papel<br><input type="checkbox"/> Motor<br><input type="checkbox"/> Ventoinha<br><input checked="" type="checkbox"/> Sinal de calibração<br><input type="checkbox"/> Cúpula<br><input type="checkbox"/> Rodízios Giratórios<br><input type="checkbox"/> Trinco - Trava<br><input type="checkbox"/> Gavetas<br><input type="checkbox"/> Portinholas<br><input type="checkbox"/> Manga-iris | <input type="checkbox"/> Berço<br><input type="checkbox"/> Colchão<br><input type="checkbox"/> Atuador do Trendelemburg<br><input type="checkbox"/> Módulos - Estrutura Modular<br><input type="checkbox"/> Elemento aquecedor<br><input type="checkbox"/> Termostato<br><input type="checkbox"/> Tubulação - Circuito de ar<br><input type="checkbox"/> Conector para circuito de gás<br><input type="checkbox"/> Compressor de ar<br><input type="checkbox"/> Filtro de gás<br><input type="checkbox"/> Rotâmetro<br><input type="checkbox"/> Campânula e Fole<br><input type="checkbox"/> Manômetro<br><input type="checkbox"/> Atomizador<br><input type="checkbox"/> Cuff e mangueiras<br><input type="checkbox"/> Ressuscitator Bag - Ambu<br><input type="checkbox"/> O-ring<br><input type="checkbox"/> Roletes<br><input type="checkbox"/> Umidificador<br><input type="checkbox"/> Water trap<br><input type="checkbox"/> Lentes |
| <p>Obs.1- Antes de alterar qualquer controle ou limite de alarme, verificar suas posições e valores. Finalizada a inspeção devem retornar aos seus valores e posições originais</p> <p>Obs.2- Se para solucionar a falha não foi necessário abrir o equipamento, não é recomendado abri-lo para realizar a inspeção em componentes internos</p> <p>Obs.3- Verificar se foi realizada a limpeza no equipamento e seus itens acompanhantes antes de libera-lo para uso</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Tempo de manutenção : <u>4:00h</u> (vide pág. 42) contendo as partes e funções de equipamentos, foram</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |



### Não conformidades

1. Fusível encontrado de 1.0A - indicado no chassi 0.5A
2. O monitor não emitia sinais audíveis de qualquer espécie
- 3.
- 4.
- 5.

### **4.3 Resultados**

Os resultados obtidos durante o estudo de caso foram analisados como se segue.

#### **4.3.1 Não conformidades**

Foram inspecionados 27 equipamentos. Dezoito deles no CEB e nove no HSFA. Os seguintes tipos de equipamentos foram analisados:

| CEB |                         | Hospital São Francisco de Assis |                         |
|-----|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Nº  | Tipo                    | Nº                              | Tipo                    |
| 11  | Monitor de ECG          | 5                               | Eletrocardiógrafo       |
| 3   | Monitor Fisiológico     | 3                               | Monitor de ECG          |
| 2   | Oxímetro de Pulso       | 1                               | Unidade Eletrocirúrgica |
| 1   | Unidade Eletrocirúrgica |                                 |                         |
| 1   | Monitor Fetal           |                                 |                         |

Dos 18 equipamentos analisados no CEB cinco apresentaram alguma não conformidade. São elas:

|   |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Fusível de valor diferente do indicado: 0.2A ao invés de 0.1A                                                                                                                                                                                     |
| 2 | Elemento de pressão do sensor de um oxímetro quebrado                                                                                                                                                                                             |
| 3 | Fusível de valor diferente do indicado: 1.0A ao invés de 0.5A<br>Traçado do CRT não uniforme<br>Pouca variação no ajuste de brilho<br>Ajuste de volume praticamente imperceptível<br>(equipamentos desse modelo estão sendo desativados pelo CEB) |
| 4 | Monitor cardíaco sem som                                                                                                                                                                                                                          |
| 5 | Cabo para eletrodo quebrado                                                                                                                                                                                                                       |

Além desses, três outros merecem observação especial:

1. Um monitor cardíaco voltou de conserto externo. O equipamento esteve conforme com as verificações da inspeção que durou cerca de 20 minutos. A pedido do engenheiro responsável o equipamento foi deixado em funcionamento. Cerca de 30 minutos depois ele apresentou perda de sincronismo na imagem do CRT. O reparo foi realizado no próprio departamento. O equipamento permaneceu em funcionamento durante determinado período sem apresentar nenhum problema. Foi realizada nova inspeção após a qual o equipamento foi liberado para uso clínico.
2. Um monitor fisiológico voltou da assistência técnica e não houve nenhuma falha durante a inspeção. O engenheiro relatou que anteriormente, o equipamento havia retornado e quando o cabo de força foi conectado, este “afundou” para dentro do equipamento. Concluiu-se que o conector não havia sido aparafusado no chassi. O equipamento foi enviado novamente para a assistência técnica.
3. Um monitor de ECG voltou de conserto externo. O técnico o estava testando com um simulador de ECG e observou que o monitor só captava a derivação I. Após abrir o equipamento verificou-se que a ligação entre o conector do cabo de



eletrodos e o fio que conduz o sinal até a placa mãe havia rompido. O rompimento pode ter ocorrido durante o transporte ou não detectado pelo mantenedor externo. O reparo foi realizado no departamento. A inspeção não detectou nenhuma não conformidade.

Dos nove equipamentos analisados no HSFA seis apresentaram as não conformidades seguintes:

|   |                                                                                                                |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Ausência de limpeza em chassi                                                                                  |
| 2 | Fusível de valor diferente do indicado: 0.7A ao invés de 0.5A                                                  |
| 3 | Equipamento sem 1 dos 4 pés de borracha<br>Fusível de valor diferente do indicado: 3.0A ao invés de 0.5A       |
| 4 | Equipamento sem 2 dos 4 pés de borracha                                                                        |
| 5 | Resistência do terra do cabo de força 1,7 $\Omega$<br>Pino banana com pouca pressão ou sem elemento de pressão |
| 6 | Pequena oscilação na imagem do CRT de um monitor de ECG<br>Knob de volume desalinhado                          |

Analisando mais sucintamente as não conformidades encontradas e suas consequências temos:

- Ausência de limpeza - causa efeito visual negativo podendo afetar a imagem que os usuários fazem do grupo. Não altera a funcionalidade do equipamento, exceto em casos extremos;
- Falta de pés de borracha - altera o equilíbrio do equipamento. Pode colocar o chassi em contato com superfícies condutoras;
- Falta de pressão do pino banana - utilizados para conexão com eletrodos para captação do sinal utilizado pelo ECG. Interfere na funcionalidade do equipamento, pode causar problemas na condução do sinal gerando ruídos. Pode desprender-se do eletrodo causando transtornos ao operador.

- Knob de volume do complexo QRS desalinhado - devido a sua função nesse equipamento não produz grandes consequências. Poderia sim, caso fosse utilizado para ajustar níveis de alarme, frequência respiratória, etc;
- Elemento de pressão do sensor quebrado - pode causar problemas como ruído na captação do sinal de oximetria. O sensor possuía marcas de esparadrapo, indicando que o “ajuste de pressão” era feito dessa forma;
- Fusível de valor diferente - o equipamento funciona normalmente sem estar devidamente protegido. É difícil prever o que pode acontecer. Por ser uma verificação rápida é recomendável que se utilize o fusível de valor indicado pelo fabricante;
- Resistência do terra do cabo de força  $1,7 \Omega$  - Esse equipamento era um ECG de aproximadamente 20 anos em bom funcionamento. A resistência de terra aceita para os equipamentos é de cerca de  $0,2 \Omega$ . No caso de uma falta poderia haver circulação de corrente com intensidade superior à recomendada por norma;
- Oscilação na imagem do CRT de um monitor de ECG - essa oscilação era pequena e praticamente imperceptível para distâncias superiores a 30 cm. Não era economicamente interessante utilizar horas técnicas para o reparo;
- Monitor cardíaco sem som - o equipamento retornaria para manutenção imediatamente após a constatação da ausência de som pois não seria possível ouvir os alarmes de bradicardia e taquicardia;
- Cabo para eletrodo quebrado - esse monitor possui um circuito externo para eliminação de interferência causada por Unidade Eletrocirúrgica. O cabo contendo os eletrodos é ligado ao circuito e este conectado ao monitor. Os cabos desse circuito encontravam-se rompidos. Duas situações poderiam ocorrer caso o equipamento fosse liberado para funcionamento: a) não se conseguiria captar o sinal dos eletrodos e o equipamento seria enviado para reparo novamente; b) o circuito de eliminação de interferências não seria utilizado pois é possível a ligação do conector do cabo de eletrodos diretamente ao equipamento.



Das 27 inspeções realizadas evitou-se que, no mínimo, dois equipamentos retornassem imediatamente para manutenção após seu recebimento pelo corpo clínico já que as falhas encontradas foram sanadas antes de libera-los para uso. As não conformidades encontradas em seis equipamentos afetariam sua funcionalidade e em dois deles não haveria maiores conseqüências, como visto na figura 4.1.

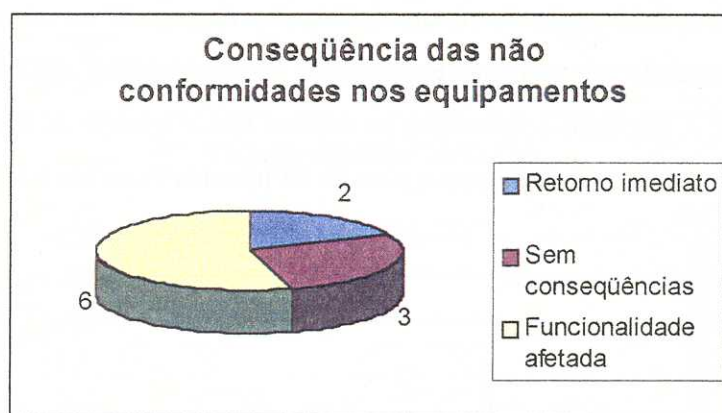


Figura 4.1 - Conseqüência das não conformidades encontradas

Como mostra a figura 4.2, a inspeção não foi capaz de detectar uma falha que também faria com que o equipamento fosse enviado novamente para manutenção. Trata-se da perda de sincronismo pelo monitor cardíaco. Detectou alguma não conformidade em 11 equipamentos. Quinze equipamentos estavam de acordo com as atividades de inspeção.

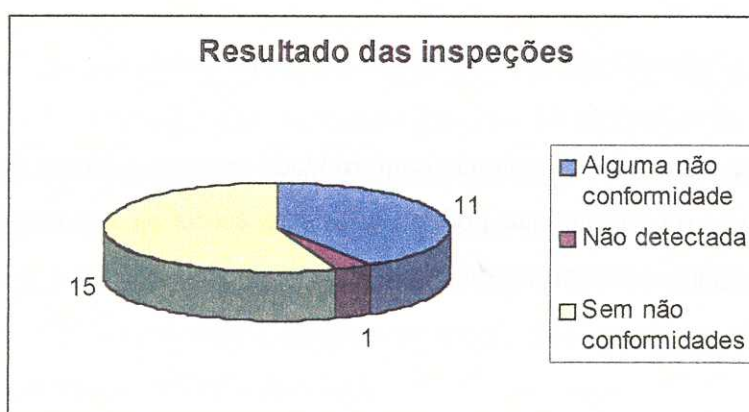


Figura 4.2 - Resultado das inspeções

### 4.3.2 Tempo para inspeção

O gráfico da figura 4.3 representa o tempo gasto para inspecionar os equipamentos. As 18 primeiras inspeções foram realizadas no CEB e as outras 9 no HSFA. O tempo variou entre um mínimo de 10 minutos e o máximo de 52 minutos. O tempo médio de inspeção foi de 22 minutos, representado pela linha vermelha, com desvio padrão de 8 minutos. O pico de 52 minutos se deve a uma inspeção realizada em um monitor fisiológico. Como não se conhecia o equipamento houve dificuldade nas verificações de certas partes e funções até a familiarização com seu funcionamento. A inspeção consecutiva no mesmo tipo e modelo de equipamento foi de 34 minutos. O desvio padrão calculado sem o pico de 54 minutos ficou em 6,6 minutos.

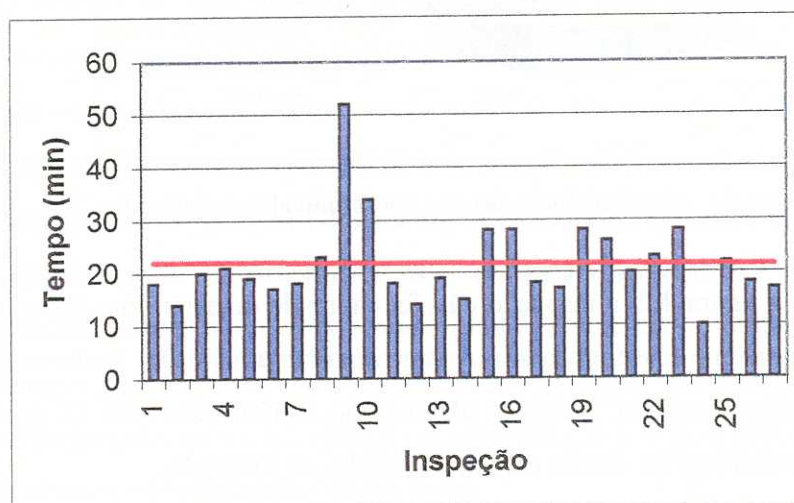


Figura 4.3 - Tempo de inspeção dos equipamentos

Observou-se que a suspeita de uma não conformidade aumenta o tempo de inspeção. A verificação de uma parte ou função que poderia estar não conforme era realizada de uma maneira mais minuciosa para se ter certeza da suspeita.



### 4.3.3 Tempo de manutenção x Tempo de inspeção

Na figura 4.4 encontram-se os tempos de manutenção dos equipamentos. Não foi possível obter o tempo de manutenção dos equipamentos do HSFA por não haver, até o momento do estudo de caso, um registro regular deste tempo. Dos 18 equipamentos inspecionados no CEB, quatro sofreram conserto externo havendo portanto, o registro do tempo de manutenção de 14 equipamentos. Deve-se observar que os dados apresentam grande variação com tempos de 0:40 h até 22:30 h (1350 minutos).

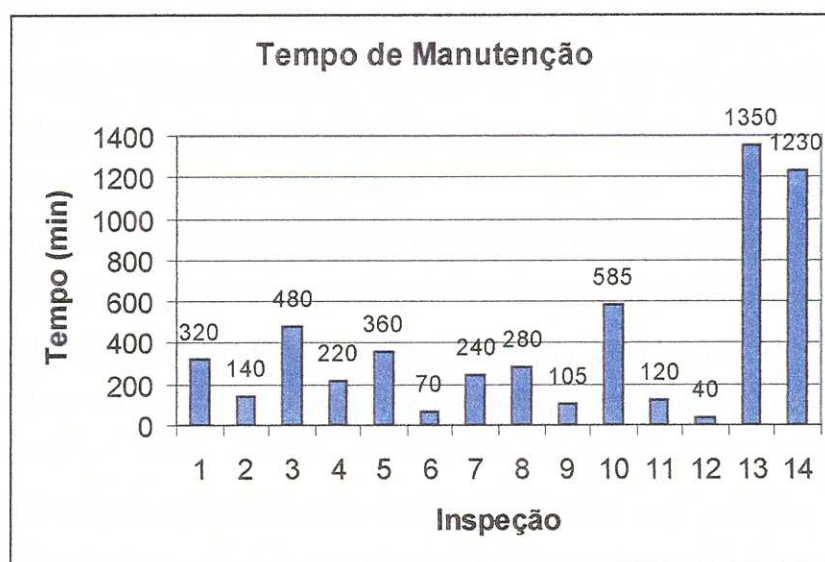


Figura 4.4 - Tempo de manutenção dos equipamentos

A relação percentual entre o tempo de inspeção e o tempo de manutenção é indicada no gráfico da figura 4.5. O tempo médio de manutenção dos 14 equipamentos foi de 6:35 h (395 minutos) e o tempo de inspeção 20 minutos (pouca diferença do tempo médio de 22 minutos calculado utilizando o tempo de todos os 27 equipamentos). Através desses valores chegou-se a um tempo médio de inspeção de 5,2% do tempo médio de manutenção. Os valores mais elevados de 37% e 26% se devem a equipamentos cuja manutenção foi de 0:40 h e 1:10 h, valores esses bem inferiores a média de 6:35 h.

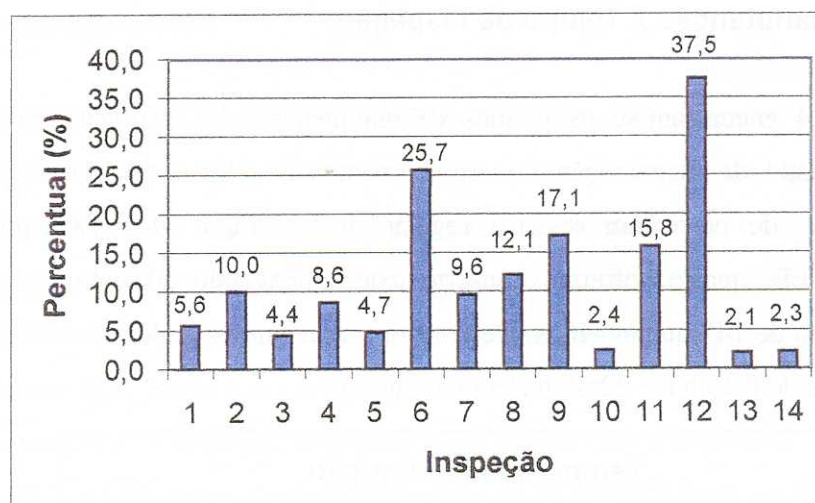


Figura 4.5 - Relação percentual entre o Tempo de inspeção e o Tempo de manutenção

Ao eliminar-se os tempos de manutenção elevados de 1350 e 1230 minutos os valores sofreram alteração significativa. O tempo médio de manutenção reduziu-se de 6:35 h para 4:07 h com desvio padrão de 2:48 h. O tempo médio de inspeção caiu para 19 minutos e desvio padrão de 5,4 minutos. Contudo, o tempo médio de inspeção elevou-se para 7,8% do tempo médio de manutenção.

É prudente ressaltar que esses valores são referentes somente ao conjunto de equipamentos selecionados. Outros tipos de equipamentos podem apresentar índices relativos ao tempo de inspeção e manutenção diferentes. Caberia, pois, um estudo próprio para a determinação desses índices.



## 5. Conclusão

A realização de inspeções em equipamentos após a manutenção corretiva acarreta um aumento na qualidade da manutenção prestada pelo grupo de Engenharia Clínica. Determinadas partes e funções do equipamento são verificadas. As não conformidades existentes podem ser reparadas antes que se tornem mais graves. Através das atividades de inspeção criadas utilizando-se a metodologia, foram detectadas, durante o estudo de caso, não conformidades importantes que afetariam o desempenho do equipamento e até causariam seu retorno imediato para a manutenção. Não conformidades que não afetam o desempenho do equipamento imediatamente mas podem vir a fazê-lo a médio e longo prazo também foram detectadas (vide figura 4.2, pág. 53).

Percebeu-se que é importante realizar inspeções em equipamentos que sofreram conserto externo. Tem-se o exemplo prático presente na observação 2 na página 50. O fato de um equipamento ter sido reparado fora do departamento não exime o grupo de Engenharia Clínica da responsabilidade sobre esse equipamento. Mesmo que o grupo interno não seja capaz de mantê-lo, pode checá-lo. Essas inspeções podem servir como termômetro de qualidade dos serviços prestados por mantenedores externos.

Embora não fosse possível quantificar a ocorrência de queda no número de rechamadas devido ao curto período no qual foram realizados os estudos de casos, a verificação pós-manutenção seguida das ações corretivas necessárias assegura que tudo o que foi visto está de acordo com os padrões de manutenção estabelecidos. Durante os testes nesse trabalho, dois equipamentos pelo menos, deixaram de voltar para manutenção depois de reparados.

As inspeções pós manutenção corretiva nos equipamentos trazem melhoria na imagem do grupo de EC pelo pessoal de saúde. Os usuários terão ciência que há uma atenção maior dedicada ao equipamento pois será verificado mais do que a falha detectada pelo técnico ou relatada pelo usuário. Sanar problemas como um elemento de pressão de um oxímetro, falta de pressão em um pino banana e até mesmo a limpeza de um equipamento evita uma má visão da EC pelo usuário do equipamento. A verificação de equipamentos que sofreram manutenção externa antes de liberá-los para uso clínico evita transtornos para o operador e impede o desenvolvimento de uma imagem negativa do departamento de EC. Ao usuário não importa

quem realizou o conserto. A ele só interessa que o equipamento esteja em perfeito funcionamento.

Há um controle maior do departamento para verificação de mau uso ou abuso do equipamento. Se dentro de um curto período após a manutenção e respectivo controle pós-manutenção o equipamento apresentar alguma falha nas partes e funções verificadas anteriormente, há a grande possibilidade que essa parte ou funções tenha sofrido algum tipo de uso inadequado ou abuso. Também é possível a hipótese de problemas no ambiente de utilização do equipamento.

A realização das inspeções foi bem aceita pelos técnicos, que não a viu como um instrumento punitivo ou de fiscalização e sim como um auxílio à manutenção.

A experiência do grupo de manutenção é um fator importante com o qual deve-se contar para aumentar a eficiência das inspeções. Atenta-se para o fato que somente as verificações após a manutenção podem não ser capazes de detectar todas as não conformidades em um equipamento. Tal fato é exemplificado pelo caso da não detecção da perda de sincronismo na imagem de um monitor cardíaco após certo tempo em funcionamento utilizando-se a inspeção gerada pela metodologia.

O tempo de inspeção de cerca de 22 minutos parece ser bastante aceitável. Se por um lado a inspeção aumenta o tempo de manutenção também aumenta a qualidade dessa manutenção e, como em todos os setores onde é aplicada, qualidade é investimento.

O custo de elaboração dos protocolos de inspeção pode ser calculado multiplicando-se o tempo gasto para elaborá-los pelo valor da hora técnica (VHT). Observa-se que este custo é computado uma só vez. O custo da realização de uma inspeção é calculado multiplicando-se o tempo gasto para realizar a inspeção pelo valor da hora técnica. Não há a necessidade de adquirir equipamentos de medida, visto que os únicos utilizados são um voltímetro e um ohmmímetro, ambos presente em qualquer laboratório técnico. Considerando-se um tempo de inspeção médio de 20 minutos (tomado como base através do estudo de caso), o valor da inspeção em R\$ pode ser calculado por  $V_{INS} = VHT (R\$/h)/3$ . Pode-se somar ao custo da inspeção o custo de manutenção para corrigir alguma não conformidade. Para se calcular a economia gerada pelas inspeções em R\$ durante um determinado período, deve-se estimar o tempo total das inspeções realizadas neste período, inclusive a elaboração dos protocolos e multiplicar pelo VHT. Estimar o tempo médio para se fazer a manutenção em consequência



das rechamadas evitadas, somar o tempo que o equipamento ficou parado até ser reparado. Multiplicar esse tempo pelo VHT e soma-lo com o lucro cessante do equipamento. Subtrair esse valor do custo para realização das inspeções.

A forma como está elaborada essa metodologia, mostrando as falhas possíveis, inspeções e ações corretivas, permite que seja utilizada como auxílio no treinamento de técnicos que, melhorariam seus conhecimentos durante o processo de inspeção. Pode servir de base para elaboração de roteiros de manutenção preventiva juntamente com recomendações do fabricante as quais incluiriam testes e verificações específicos.

O objetivo desse método é servir como um guia para elaboração e realização de inspeções e não como um roteiro rígido. Pode servir de base na elaboração de procedimentos adaptados às necessidades do departamento tendo em vista que certas verificações de partes e funções podem ser excluídas ou adicionadas de acordo com a necessidade do departamento ou disponibilidade de mão-de-obra.





## 6. Sugestões para trabalhos futuros

Desenvolvimento de um software para automatização do processo de geração das inspeções. Uma idéia seria listar os itens na tela do computador de modo que se pudesse marcá-los como mostra a figura 5.1. O programa poderia imprimir roteiros de inspeção adaptados às necessidades de cada departamento através de comandos e configurações. Aceitaria também que o usuário do programa incluísse partes e funções e inspeções que julgasse necessário, apresentando flexibilidade e adaptabilidade.

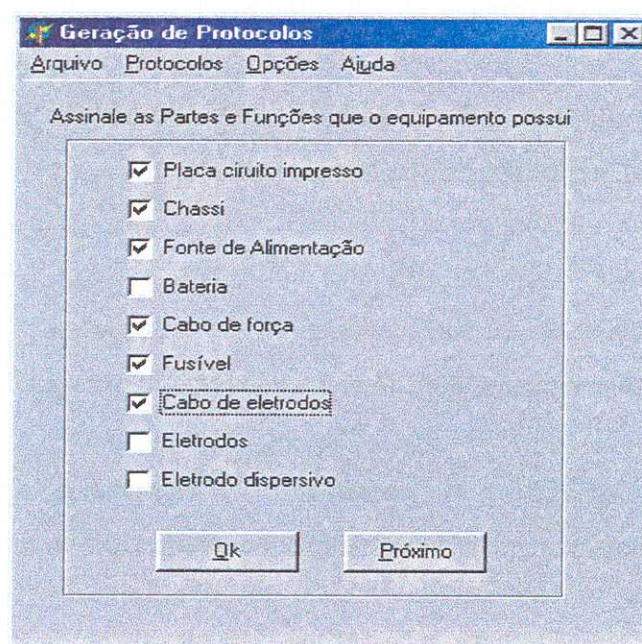


Figura 5.1 - Exemplo de implementação em software do processo de geração dos protocolos

Estudar outros equipamentos para incluir novas partes e funções, falhas, inspeções e ações de manutenção ao método tornando-o cada vez mais abrangente.

Desenvolver testes de desempenho para os equipamentos a fim de que se possa verificar se são capazes de realizar de maneira apropriada as operações as quais se propõe.

Realizar estudos mais detalhados com maior número de equipamentos para quantificar com maior precisão o tempo de inspeção, a redução no número de rechamadas, não conformidades encontradas em manutenção externa, se há aumento do tempo médio entre

falhas dos equipamentos, o custo adicional da inspeção em comparação com o aumento do tempo em funcionamento no equipamento e melhoria na visão do grupo de EC pelos usuários.



## Referências Bibliográficas

AMERICAN HOSPITAL ASSOCIATION (AHA). *Maintenance Management for Medical Equipment*. Chicago: AHA. 1996. 496p.

ANVISA, *Portaria Conjunta nº 1, de 23 de Janeiro de 1996*. 1996.  
[http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/01\\_96.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/01_96.htm)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *Confiabilidade e Manutenabilidade - Terminologia*, NBR 5462, Rio de Janeiro, 1994a

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *Equipamentos Eletromédicos - Parte 1 - Prescrições Gerais para Segurança*, NBR IEC 60601-1, Rio de Janeiro, 1994b

AULA 1. *Introdução à Manutenção: Material Didático*. 1999.  
<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/acervo/matdidat/tc2000/tecnico/manutencao/manutencao.html>

AULA 5. *Manutenção Preventiva: Material Didático*. 1999.  
<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/acervo/matdidat/tc2000/tecnico/manutencao/manutencao.html>

BEN-ZVI, S. An Urgent Plea for Realistic Preventive Maintenance Guidelines. *Medical Instrumentation*, v.16, n.2, p.115-116, Mar/Apr, 1982

BEN-ZVI, S. Development of Preventive Maintenance Procedures. *Journal of Clinical Engineering*, v.9, n.2, p.103-112, Apr/Jun, 1984

BEN-ZVI, S. Quality Assurance in Transition. *Biomedical Instrumentation & Technology*, v.1, n.1, p.27-33, Jan/Feb, 1989

BETTS, W. F. Cost-Effective Clinical Engineering Programs: An Expanding Role in Hospitals. *Journal of Clinical Engineering*, v.12, n.2, p. 119-125, Mar/Apr, 1987

BÖLSTROM, U., et al. Clinical Engineering Worldwide. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Magazine*, v.12, n.5, p.34-45, Sep/Oct, 1993

BRONZINO, J. D. *Management of Medical Technology - A Primer for Clinical Engineers*. Stoneham: Butterworth-Heinemann. 1992. 451p.

CALIL, S. J. The Battle in Brasil. *Healthcare Technology Management International*, v.2, n.4, p.21-25, Jul, 1994

CALIL, S.J., TEIXEIRA, M.S. *Gerenciamento de Manutenção de Equipamentos Hospitalares*. Coleção Saúde e Cidadania. Volume 11. São Paulo: IDS. 1998. 110p.

CEB, Homepage, <http://www.unicamp.br/ceb>. 2001

CHENG, M. An International Strategy in Medical Equipment Maintenance. *Journal of Clinical Engineering*, v.20, n.1, p.66-69, Jan/Feb, 1995

DAVID, Y., ROHE, D. Clinical Engineering Program Productivity and Measurements. *Journal of Clinical Engineering*, v.11, n.6, p.435-443, Nov/Dec, 1986

DUNN, S. *Reinventing the Maintenance Process - Towards Zero Downtime*. 1998. <http://maintenanceresources.com/Reference/MaintenanceManagement/Reinventing.shtml?id=19524>

EMERGENCY CARE RESEARCH INSTITUTE - ECRI. *Health Devices Inspection and Preventive Maintenance System*. Plymouth Meeting. 1995. 732p.



GERAGHETY, T. *Obtendo Efetividade do Custo de Manutenção Através da Integração das Técnicas de Monitoramento de Condição, RCM e TPM*. 1998. <http://www.rcm2.com.br/sql-RCM2-ttec-integracaombrcmtmp.html>

GORDON, G. Hospital Technology Management: The Tao of Clinical Engineering. *Journal of Clinical Engineering*, v.15, n.2, p.111-117, Mar/Apr, 1990

GOUWS, J., GOUWS, L. E. *Optimized Combination of Maintenance Types*. 1997. <http://www.metal.ntua.gr/msslab/MinelT97/papers/DiscOpen.html>

HAMAOKA, K. A., SILVA, P. A. L. *Otimização de Sistemas Logísticos: Metodologia Aplicada à Unidade de Manutenção de Aviação do Exército Brasileiro*. Instituto Militar de Engenharia, Depto de Engenharia de Sistemas. Jan 2000. (Relatório Técnico)

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estatísticas da Saúde - Assistência Médico-Sanitária 1999*. Rio de Janeiro: CDDI/IBGE. 2000. 103p.

INGALLS, P. *TPM: Another Three-Letter Program or a Real Improvement Process?* 1999. <http://www.marshalinstitutue.com>

JAMES, P. J. Establishing Maintenance Intervals Based on Measurement Reliability of Engineering Endpoints. *Biomedical Instrumentation & Technology*, v.12, n.3, p.105-113, Mar/Apr, 2000

KEIL, O. R., CAMPLIN, C. R. Quality Assurance. *Journal of Clinical Engineering*, v.12, n.2, p.153-158, Mar/Apr, 1987

LEE, P. D. The Role of Appropriate Medical Technology Procurement and User Maintenance Instructions in Developing Countries. *Journal of Clinical Engineering*, v.20, n.5, p.407-413, Sep/Oct, 1995

LUCATELLI, M. V., OJEDA, R. G. *Estudo de Procedimentos de Manutenção Preventiva de Equipamentos Eletromédicos*. Anais CD-ROM 13º Congresso Brasileiro de Manutenção, 1998, Salvador

LUCATELLI, M. V. *Proposta de Aplicação da Manutenção Centrada em Confiabilidade em Equipamentos Médico-Assistenciais*. Florianópolis. 2000. Exame de qualificação (Doutorado em Engenharia Elétrica) Faculdade de Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Santa Catarina.

MANUTENÇÃO E QUALIDADE. *Manutenção Baseada em Confiabilidade - Paradigmas em Queda Livre. Manutenção e Qualidade*. v.1, n.2, p.10-14, Jun, 1995

MARTINS, M. C., et al. *Uma Proposta de Priorização de Equipamentos Médico-Hospitalares para Manutenção Preventiva*. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v.7, n.2, p.561-571, Ago, 1990

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Programa Nacional de Educação e Qualificação Profissional na Saúde – Formação de Profissionais para a Área de Equipamentos Médico-hospitalares*. Brasília. 1997. (Documento Síntese)

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Equipamentos para Estabelecimentos Assistenciais de Saúde: Planejamento e Dimensionamento*. Brasília. 1994. 230p.

MIRSHAWKA, V., OLMEDO, N. L. *Manutenção - combate aos custos da não-eficácia : A vez do Brasil*. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1993. 372p.

MOUBRAY, J. *Introduction to Reliability Centered Maintenance*. 1997a. <http://www.plant-maintenance.com/RCM-intro.shtml>

MOUBRAY, J. *Maintenance Management - A New Paradigm*. 1997b. <http://www.maintenanceresource.com/referencesLibrary/RCM/MaintParadigm.htm>



PATTON, J. D. *Maintainability and Maintenance Management*. 2nd ed. North Carolina: ISA Press. 1988. 446p.

PATTON, J. D. *Preventive Maintenance*. North Carolina: ISA Press, 1983. 192p.

PINTO, A. K. *Gestão Estratégica da Manutenção*, TT040 In: Anais CD-ROM 13º Congresso Brasileiro de Manutenção, 1998, Salvador

REYS, M. A. dos. *Determinação de Critérios para Escolha de Metodologias de Manutenção*. Campinas. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Faculdade de Engenharia Mecânica. UNICAMP.

SANTOS, I. S. dos. *Metodologia para Otimização da Manutenção de Equipamentos e Sistemas*. Campinas. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Faculdade de Engenharia Mecânica. UNICAMP.

SHAFFER, M. J., SHAFFER, M. D. Biomedical Equipment Maintenance: Adjusting to the Demands of a Changing Environment. *Biomedical Instrumentation & Technology*, v.2, n.2, p.85-91, Mar/Apr, 1990

SILVA, R., PINEDA, M. Risk-Based Preventive Maintenance Program for Medical Equipment. *Journal of Clinical Engineering*, v.25, n.5, p.265-268, Sep/Oct, 2000

TAVARES, L. A. *Excelência na Manutenção - Estratégias para Otimização e Gerenciamento*. 2 Ed. Salvador: Casa da Qualidade, 1996. 160p.

TESDAHL, S. A. & TOMLINGSO, P. D. *Equipment Management Breakthrough Maintenance Strategy for the 21st Century*. 1997.  
<http://www.metal.ntua.gr/msslabs/MinelT97/papers/TS06/TS06.html>

TOPHAM, W. S. *Preventive Maintenance and Repair* In: WEBSTER, J. G., COOK, A. M. (Ed.) *Clinical Engineering: Principles and Practices*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. 1979. 460p.

WANG, B. Clinical Engineering & Equipment Policy for Sao Paulo State - Brazil. *Journal of Clinical Engineering*, v.15, n.4, p.287-293, Jul/Aug, 1990

WANG, B., CALIL, S. J. Clinical Engineering in Brazil: Current Status. *Journal of Clinical Engineering*, v.16, n.2, p.129-135, Mar/Apr, 1991

WANG, B. et al. *Avaliação da Manutenção de Equipamentos Médico-Hospitalares no Município de São Paulo*. Centro de Engenharia Biomédica - Unicamp. 1986. 28p. (Relatório submetido à Organização Pan-Americana de Saúde sobre um estudo para avaliar a manutenção de equipamentos na cidade de São Paulo)

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Maintenance and Repair of Laboratory, Diagnostic Imaging, and Hospital Equipment*. Geneva, 1994

WYREBSKI, J. *Manutenção Produtiva Total - Um Modelo Adaptado*. Florianópolis. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina.



## Apêndice 1

### Formulários preenchidos para todos os equipamentos

*Equipamento: Eletrocardiógrafo*

| Parte ou função                |
|--------------------------------|
| 1. Chassi                      |
| 2. Cabo de força               |
| 3. Cabo de eletrodos           |
| 4. Estilete aquecido           |
| 5. Basculante para papel       |
| 6. Conectores                  |
| 7. LEDs                        |
| 8. Ajuste de estilete          |
| 9. Impressora térmica          |
| 10. Transporte de papel        |
| 11. Sinal de calibração de 1mV |
| 12. Fusível                    |
| 13. LCD                        |
| 14. Chave seletora             |
| 15. Teclado de membrana        |
| 16. Teclas                     |
| 17. Gravador de fita           |
| 18. Sinais audíveis            |
| 19. Display 7 segmentos        |
| 20. Interface serial           |
| 21. Bateria                    |

*Equipamento: Oxímetro de Pulso*

| Parte ou função                 |
|---------------------------------|
| 1. Chassi                       |
| 2. Cabo de força                |
| 3. Sensor luminoso de dedo      |
| 4. Display 7 segmentos          |
| 5. LCD                          |
| 6. LED                          |
| 7. Ajuste de intensidade do LCD |
| 8. Alarme                       |
| 9. Sinais audíveis              |
| 10. Ajuste de volume            |
| 11. Bateria                     |
| 12. Teclado de membrana         |
| 13. Alto-falante                |
| 14. Fusível                     |
| 15. Interface serial            |
| 16. Teclas                      |
| 17. Placa de circuito impresso  |
| 18. Fonte de alimentação        |
| 19. Conectores elétricos        |
| 20. Chave seletora              |



*Equipamento: Monitor de ECG*

| Parte ou função                          |
|------------------------------------------|
| 1. Chassi                                |
| 2. Cabo de força                         |
| 3. Cabo de eletrodos                     |
| 4. Chave seletora                        |
| 5. Knobs                                 |
| 6. Eletrodo Ag/AgCl                      |
| 7. Bateria                               |
| 8. Fusível                               |
| 9. Conector elétrico                     |
| 10. Saída serial                         |
| 11. CRT                                  |
| 12. Display 7 segmentos                  |
| 13. Alarme                               |
| 14. Controle de brilho                   |
| 15. Ajuste de volume                     |
| 16. Alça para transporte                 |
| 17. Sensor de intensidade luminosa (LDR) |
| 18. Alto falante                         |
| 19. Placa de circuito impresso           |
| 20. Fonte de alimentação                 |
| 21. Ajuste de ganho                      |

*Equipamento: Monitor de Pressão Não-Invasivo*

| Parte ou função |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| 1.              | Chave seletora              |
| 2.              | Teclado                     |
| 3.              | Alarmes                     |
| 4.              | LED                         |
| 5.              | Display 7 segmentos         |
| 6.              | Conectores para cuff        |
| 7.              | Basculante para papel       |
| 8.              | Porta de comunicação serial |
| 9.              | Cabo de força               |
| 10.             | Fusível                     |
| 11.             | Ajuste de volume            |
| 12.             | Placa de circuito impresso  |
| 13.             | Fonte de alimentação        |
| 14.             | CRT                         |
| 15.             | Alto falante                |
| 16.             | Ventilador                  |
| 17.             | Servo-mecanismo             |
| 18.             | Ajuste de brilho            |
| 19.             | Cuff                        |
| 20.             | Válvula de sobre-pressão    |

*Equipamento: Monitor Fisiológico*

| Parte ou função                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Chassi                                                                                             |
| 2. Cabo de força                                                                                      |
| 3. Cabo de eletrodos                                                                                  |
| 4. Fusível                                                                                            |
| 5. Bateria                                                                                            |
| 6. Placa de circuito impresso                                                                         |
| 7. Fonte de alimentação                                                                               |
| 8. Conectores elétricos                                                                               |
| 9. Cabo para eletrodos                                                                                |
| 10. Sensor luminoso de dedo                                                                           |
| 11. Eletrodo Ag/ AgCl                                                                                 |
| 12. Chave seletora                                                                                    |
| 13. Knob                                                                                              |
| 14. Teclas                                                                                            |
| 15. Teclado de membrana                                                                               |
| 16. Ajuste de brilho - contraste                                                                      |
| 17. Alto falante                                                                                      |
| 18. Alarmes                                                                                           |
| 19. Ajuste de volume                                                                                  |
| 20. Cuff                                                                                              |
| 21. Módulos de ECG, Pressão não invasivo, Saturação de O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> e Temperatura |
| 22. Sensor de CO <sub>2</sub> e temperatura                                                           |
| 23. Interface serial                                                                                  |
| 24. Mangueiras                                                                                        |
| 25. Sinais audíveis                                                                                   |



*Equipamento: Monitor de O<sub>2</sub> e/ ou CO<sub>2</sub>*

| Parte ou função                         |
|-----------------------------------------|
| 1. Chassi                               |
| 2. Cabo de força                        |
| 3. Display 7 segmentos                  |
| 4. Teclas                               |
| 5. Chave seletora                       |
| 6. Alarme                               |
| 7. Alto falante                         |
| 8. Conectores                           |
| 9. Ajuste de contraste                  |
| 10. Interface serial                    |
| 11. Bomba peristáltica                  |
| 12. Separador de fluido                 |
| 13. Armazenador de fluido               |
| 14. Válvulas                            |
| 15. Seletor de fluxo                    |
| 16. Bateria                             |
| 17. Knobs                               |
| 18. Saída de gás                        |
| 19. Fusível                             |
| 20. Placa de circuito impresso          |
| 21. Fonte de alimentação                |
| 22. Filtros de gás                      |
| 23. Sistema de aquecimento              |
| 24. LEDs                                |
| 25. Tubo de absorção de CO <sub>2</sub> |

*Equipamento: Incubadora Infantil*

| Parte ou função                 |
|---------------------------------|
| 1. Chassi                       |
| 2. Cúpula                       |
| 3. Cabo de força                |
| 4. Display 7 segmentos          |
| 5. LEDs                         |
| 6. Chave seletora               |
| 7. Teclas                       |
| 8. Conector para O <sub>2</sub> |
| 9. Manga-íris                   |
| 10. Portinholas                 |
| 11. Termostato                  |
| 12. Umidificador                |
| 13. Câmara de umidificação      |
| 14. Elemento aquecedor          |
| 15. Bandeja                     |
| 16. Suporte de soro             |
| 17. Alarmes                     |
| 18. Sensor de temperatura       |
| 19. Tomadas                     |
| 20. Hastes                      |
| 21. Lâmpada para fototerapia    |
| 22. Filtro de ar                |
| 23. Fluxômetro                  |
| 24. Placa de circuito impresso  |
| 25. Fonte de alimentação        |
| 26. Colchão                     |

---

27. Dobradiças e fechos

---

28. Limitador de O<sub>2</sub>

---

29. Prateleira

---

30. Teclado de membrana

---

31. Ajuste de volume

---

32. Alto falante

---

33. Rodízios

---



*Equipamento: Unidade Eletrocirúrgica*

| Parte ou função                |
|--------------------------------|
| 1. Chassi                      |
| 2. Cabo de força               |
| 3. Fusível                     |
| 4. Eletrodo dispersivo         |
| 5. LED                         |
| 6. LCD                         |
| 7. Lâmpada                     |
| 8. Display 7 segmentos         |
| 9. Knob                        |
| 10. Chave seletora             |
| 11. Cabo eletrodo              |
| 12. Pedal - footswitch         |
| 13. Pinças - caneta            |
| 14. Bobina de RF               |
| 15. Conectores elétricos       |
| 16. Alarme                     |
| 17. Alto Falante               |
| 18. Ajuste de volume           |
| 19. Conexão para gás (Argônio) |
| 20. Tubulação de gás           |
| 21. Manômetro                  |
| 22. Teclas                     |

*Equipamento: Desfibrilador - Cardioversor*

| Parte ou função                  |
|----------------------------------|
| 1. Chassi                        |
| 2. Cabo de força                 |
| 3. Fusível                       |
| 4. LED                           |
| 5. Display 7 segmentos           |
| 6. LCD                           |
| 7. Chave seletora                |
| 8. Pás para desfibrilação        |
| 9. Placa de circuito impresso    |
| 10. Fonte de alimentação         |
| 11. Teclas                       |
| 12. Teclado de membrana          |
| 13. Capacitor de Alta-tensão     |
| 14. Conectores                   |
| 15. Sinais audíveis              |
| 16. CRT                          |
| 17. Alarme                       |
| 18. Alto falante                 |
| 19. Ajuste de brilho / contraste |
| 20. Ajuste de volume             |
| 21. Impressora térmica           |
| 22. Sinal de calibração          |
| 23. Bateria                      |
| 24. Estilete aquecido            |
| 25. Basculante para papel        |
| 26. Transporte de papel          |

*Equipamento: Bomba de Infusão Peristáltica*

| Parte ou função               |
|-------------------------------|
| 1. Display 7 segmentos        |
| 2. LCD                        |
| 3. LED                        |
| 4. Chave seletora             |
| 5. Chassi                     |
| 6. Cabo de força              |
| 7. Placa de circuito impresso |
| 8. Fonte de alimentação       |
| 9. Alça para transporte       |
| 10. Teclado de membrana       |
| 11. Teclas                    |
| 12. Conectores elétricos      |
| 13. Sensores (gotas e ar)     |
| 14. Roletes                   |
| 15. Rotor                     |
| 16. Bateria                   |
| 17. Pé de borracha            |
| 18. Interface serial          |
| 19. Alto falante              |
| 20. Ajuste de alarme          |
| 21. Sinais audíveis           |
| 22. Cabo de força             |



*Equipamento: Berço Aquecido*

| Parte ou função |                          |
|-----------------|--------------------------|
| 1.              | Cabo de força            |
| 2.              | Luminária                |
| 3.              | Refletor do aquecedor    |
| 4.              | Sensor de temperatura    |
| 5.              | Alarme de temperatura    |
| 6.              | Berço                    |
| 7.              | Colchão                  |
| 8.              | Atuador do trendelemburg |
| 9.              | Rodízios                 |
| 10.             | Régua de O <sub>2</sub>  |
| 11.             | LED                      |
| 12.             | Alarme                   |
| 13.             | Prateleira               |
| 14.             | Servo-controlador        |
| 15.             | Trincos                  |

*Equipamento: Ventilador - Respirador*

| Parte ou função |                                                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1.              | Mangueiras                                                            |
| 2.              | Tubos                                                                 |
| 3.              | Chassi                                                                |
| 4.              | Cabo de força                                                         |
| 5.              | Fusível                                                               |
| 6.              | Conectores para mangueiras e tubos                                    |
| 7.              | Filtro de bactérias                                                   |
| 8.              | Filtro de umidade                                                     |
| 9.              | Braçadeira                                                            |
| 10.             | Knob                                                                  |
| 11.             | Chave seletora                                                        |
| 12.             | Alarmes                                                               |
| 13.             | Alto falante                                                          |
| 14.             | Display 7 segmentos                                                   |
| 15.             | LED                                                                   |
| 16.             | LCD                                                                   |
| 17.             | Válvula expiratória, inspiratória, de segurança, de alívio da pressão |
| 18.             | Manômetro                                                             |
| 19.             | Blender - Misturador Ar / O <sub>2</sub>                              |
| 20.             | Placa de circuito impresso                                            |
| 21.             | Fonte de alimentação                                                  |
| 22.             | Interface serial                                                      |
| 23.             | Conectores elétricos                                                  |
| 24.             | Campânula com fole                                                    |
| 25.             | Sensor de temperatura                                                 |

---

26. Ajuste de contraste

---

27. Rotâmetro

---



*Equipamento: Umidificador Aquecido*

| Parte ou função |                        |
|-----------------|------------------------|
| 1.              | Cabo de força          |
| 2.              | Chassi                 |
| 3.              | Tubulação              |
| 4.              | Mangueira              |
| 5.              | Elemento aquecedor     |
| 6.              | O-ring                 |
| 7.              | Fonte de alimentação   |
| 8.              | Chave seletora         |
| 9.              | Lâmpada                |
| 10.             | Alarme                 |
| 11.             | Teclas                 |
| 12.             | LED                    |
| 13.             | Câmara de umidificação |
| 14.             | Termômetro             |
| 15.             | Sensor de temperatura  |
| 16.             | Knob                   |
| 17.             | Trinco                 |
| 18.             | Filtro de gás          |
| 19.             | Fusível                |
| 20.             | Water trap             |

*Equipamento: Aspirador Cirúrgico*

| Parte ou função |                            |
|-----------------|----------------------------|
| 1.              | Chassi                     |
| 2.              | Cabo de força              |
| 3.              | Fusível                    |
| 4.              | Chave seletora             |
| 5.              | Mangueira                  |
| 6.              | Motor                      |
| 7.              | Diafragma                  |
| 8.              | Tubulação                  |
| 9.              | Vacuômetro                 |
| 10.             | Frasco coletor             |
| 11.             | Pedal - footswitch         |
| 12.             | LED                        |
| 13.             | Lâmpada                    |
| 14.             | Knob                       |
| 15.             | Manômetro                  |
| 16.             | Filtro de líquido          |
| 17.             | Filtro de ar               |
| 18.             | Cateter - Pontas de sucção |

## Apêndice 2

**Tabela Principal de Inspeção**

| Elemento                | Falhas possíveis                                                                                                         | Inspeção                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ações corretivas                                                                                                                                               |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Placa circuito impresso | Componentes danificados<br>Contatos frouxos<br>Corrosões<br>Chamuscada<br>Frágil, quebradiça<br>Rachada, fendida<br>Suja | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Certificar-se que todas as placas de circuito estão seguramente montadas</li> <li>- Verificar se trilhas não estão levantadas, algum componente queimado, escurecido</li> <li>- Verificar se há sujeira na placa</li> <li>- Verificar se as conexões elétricas foram refeitas, remontadas corretamente</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Firma-las adequadamente</li> <li>- Reparar</li> <li>- Limpar com ar comprimido ou vácuo</li> <li>- Refazer</li> </ul> |



|                      |        |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                               |
|----------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Fonte de alimentação | Chassi | <p>Amassado</p> <p>Sujo</p> <p>Descascando</p> <p>Falta de componentes</p> <p>Enferrujado</p> <p>Empenado, inclinado</p> <p>Superfície danificada</p> <p>Faltando partes</p> <p>Enferrujado</p> <p>Acúmulo de poeira</p> <p>Falta dos pés de borracha</p> | <p>- Examinar exterior do equipamento observando a limpeza e condições físicas gerais. Certificar-se que não há sinais de líquidos derramados e abusos sérios</p> <p>- Verificar se os parafusos estão presentes e apertados e os pés de borracha existem, estão fixos e não deteriorados, ressecados e que as aletas estão livres de sujeira, fiapos</p> <p>- Verificar se o chassi está amassado</p> <p>- Assegurar-se que os slots de ventilação estão limpos e ausentes de poeira</p> <p>- Verif se as etiquetas estão coladas, impressos e avisos visíveis e legíveis</p> <p>- Verificar se elementos plásticos estão intactos, sem arranhões, ou é possível a penetração de líquidos devido à lacres ruins</p> <p>- Verificar se alça de transporte está firme, sem desgastes</p> | <p>- Limpar chassi de maneira apropriada (recomendações do fabricante)</p> <p>- Apertar parafusos, porcas etc e substituí-los casos estejam ausentes e trocar pés de borracha, limpar aletas</p> <p>- Procurar desamassar o chassi quando possível</p> <p>- Limpá-los</p> <p>- Colá-las ou substituí-las</p> <p>- Relacar</p> <p>- Apertar, firmar</p> | <p>- Se valor diferente do nominal ou presença de ruído, ajustar, reparar</p> |
|                      |        | <p>Com ruído</p> <p>Nível de tensão inadequado</p>                                                                                                                                                                                                        | <p>- Verificar tensão de saída da fonte de alimentação com voltímetro e forma de onda com o osciloscópio</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                               |

|                |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Bateria</p> | <p>Não carrega<br/>Carga baixa<br/>Vazando<br/>Descarregada<br/>Presença de corrosão ou oxidação nos contatos<br/>Conectores gastos, inclinados, quebrados, corroídos, danificados</p> | <p>- Checar se bateria carregada através de indicação no aparelho ou analisador de bateria</p> <p>- Verificar se os contatos estão oxidados ou sujos e se os fios que ligam a bateria ao circuito não estão oxidados ou rompidos. Examinar compartimento da bateria procurando por sujeira, sinais de oxidação, etc. Checar por depósitos em componentes do circuito de carga, o que pode causar deterioração</p> <p>- Examinar a bateria e verificar seu estado físico, procurando vazamentos, desgaste físico externo</p> <p>- Verificar se circuito carregador da bateria opera normalmente. Com o equipamento ligado medir a tensão nos terminais do elemento carregador, deve ser maior que a tensão nominal da bateria</p> <p>- Verificar se em funcionamento, o LED de carga acende</p> | <p>- Recarregá-la se a carga estiver baixa ou houver a indicação da necessidade de carga no equipamento</p> <p>- Limpar contatos da bateria.</p> <p>Remover ácidos e outros materiais do topo da bateria.</p> <p>Remover eletrólitos ou pós branco-amarelados dos contatos. Limpar compartimento</p> <p>- Trocar bateria</p> <p>- Reparar circuito de carga</p> <p>- Trocar, reparar fios, limpar</p> |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                            |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cabo de força | <p>Rompido ou se rompendo</p> <p>Problema de isolação</p> <p>Plugue AC frouxo</p> <p>Resistência de terra alterada</p> <p>Pinos inclinados</p> <p>Frouxos</p> <p>Danificado, trincado</p> <p>Ressecado, quebrado</p> <p>Conector quebrado ou inclinado</p> <p>Danos elétricos ou mecânicos</p> | <p>- Inspeccionar cabo e conector procurando quebras e fios partidos, danos elétricos e mecânicos</p> <p>- Examinar o cabo e verificar se o mesmo encontra-se quebrado e/ou ressecado, conectores deteriorados</p> <p>- Sacudir o plugue e verificar se há barulhos que possam indicar peças soltas</p> <p>- Medir a resistência dos terminais do cabo, inclusive de terra</p> <p>- Verificar se cabo está desencapado junto ao plugue ou quebrado junto ao aparelho. Verificar se possui cortes que possam expor a fiação</p> | <p>- Se cabo danificado, trocá-lo</p> <p>- Substituí-lo</p> <p>- Reparar</p> <p>- Se valor maior que 0.2 ohms, trocar</p> <p>- Reparar</p> |
| Fusível       | Valor incorreto                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>- Checar o valor e o tipo de fusível em relação ao marcado no chassi</p> <p>- Verificar contatos do porta-fusível estão sujos, oxidados etc</p> <p>- Se houver porta fusível de reserva verificar se é do mesmo valor e tipo do usado</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>- Substituir se forem discordantes</p> <p>- Reparar</p> <p>- Substituir</p>                                                             |



|                     |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cabos dos eletrodos | <p>Rompidos</p> <p>Mau contato</p> <p>Presença de oxidação, gel</p> <p>Contato frouxo</p> <p>Pinos inclinados</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar a limpeza do cabo e se não há sinais de oxidação em seus terminais</li> <li>- Examinar o cabo e verificar se há rompimento na isolamento</li> <li>- Verificar se não há mau contato nos terminais do cabo entre equipamento e o eletrodo fletindo o cabo suavemente nas extremidades e observando possíveis variações no ohmímetro</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpar</li> <li>- Trocar o cabo</li> <li>- Refazer a conexão cabo / conector</li> </ul>                                                                                                              |
| Eletrodo Ag/AcCl    | <p>Sujos</p> <p>Impróprios para uso</p>                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar se não há sujeira nos eletrodos, gel, oxidação</li> <li>- Verificar se o desgaste da camada externa do eletrodo é elevado</li> <li>- Verificar conexão entre o eletrodo e o cabo</li> </ul>                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpar eletrodo sem utilizar abrasivos ou objetos pontiagudos. Eliminar o excesso de pasta que se acumula no eletrodo de sucção</li> <li>- Substituir eletrodo</li> <li>- Refazer conexão</li> </ul> |
| Eletrodo dispersivo | <p>Sujo</p> <p>Empenado</p> <p>Problema de conexão com o cabo</p>                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar se o eletrodo não está empenado, torto, sujo, com gel</li> <li>- Verificar conexão entre eletrodo e cabo</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpar, desמןenar</li> <li>- Refazer conexão</li> </ul>                                                                                                                                              |

|                                                    |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Eletrodo de O<sub>2</sub> ou CO<sub>2</sub></p> | <p>Não calibra<br/>Escape de ar<br/>Não aquece<br/>Temperatura variando<br/>Membrana, gel, solução</p>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Checar a montagem eletrodo/ membrana, assegurar que não há bolhas ou escape de ar na superfície do eletrodo e que o eletrodo não necessita limpeza, se há eletrólito suficiente e não há presença de sal na superfície do eletrodo</li> <li>- Verificar calibração do eletrodo usando solução padrão</li> <li>- Verificar se membrana cortada, arranhada, danificada, apresentando vazamento de solução</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpar eletrodo, refazer montagem</li> <li>- Calibrar corretamente, ajustar circuito de calibração</li> <li>- Trocar membrana</li> </ul>                                                                                                                                                |
| <p>Sensor luminoso de dedo</p>                     | <p>Quebrado<br/>Mau contato<br/>Funcionando intermitentemente<br/>Fiação exposta<br/>Sujo<br/>Emissor danificado<br/>Receptor danificado</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar estado de limpeza do emissor e receptor</li> <li>- Verificar se sensor abre e fecha suavemente</li> <li>- Checar presença de material estranho como fitas ou algodão</li> <li>- Verificar se há quebras no cabo, fiação exposta</li> <li>- Ligar equipamento e verificar se a luz vermelha está sendo emitida pelo emissor e a superfície de detecção não está danificada</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpar superfície com pano úmido e secar</li> <li>- Reparar</li> <li>- Remover qualquer substância que possa interferir com a transmissão de luz entre o sensor e o detetor</li> <li>- Trocar</li> <li>- Substituir emissor ou receptor, caso não seja possível, trocar cabo</li> </ul> |

|                        |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                          |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sensor de temperatura  | <p>Não capta sinal</p> <p>Sujo, quebradiço, trincado</p> <p>Com defeito</p>                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar se o cabo do sensor está partido</li> <li>- Verificar se o sensor está sujo</li> <li>- Verificar a superfície do sensor por corrosão e integridade mecânica</li> <li>- Verificar se o transdutor de temperatura se ajusta apropriadamente no adaptador</li> <li>- Se a unidade apresenta grade para isolar o conjunto descartável do sensor de temperatura, verifica-la procurando sinais de corrosão e se a grade se ajusta apropriadamente</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Emendar ou substituir</li> <li>- Limpar sensor</li> <li>- Reparar</li> <li>- Trocar</li> </ul>                  |
| Pás para desfibrilação | <p>Sujas</p> <p>Falha na continuidade</p> <p>Limite de descarga de pás internas não opera</p> <p>Gel na área de armazenamento (limpar)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examinar condição física e limpeza das pás. A presença de gel de eletrodo seco, fluidos fisiológicos ou fragmentos na superfície das pás e integridade dos cabos e chaves, pequenos arranhões são aceitáveis</li> <li>- Verificar, utilizando um ohmímetro, a continuidade de cada pá em relação ao respectivo pino conector (fletir, chacoalhar, esticar cabo) e se o cabo não está quebrado, em curto ou dano mecânico</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpar as pás, superfície dos eletrodos e seguradores para as mãos</li> <li>- Reparar ou trocar cabo</li> </ul> |



|                      |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conectores elétricos | <p>Instalados imprópriamente</p> <p>Ausentess ou danificados</p> <p>Trincados</p> <p>Sujos</p> <p>Frouxos</p> <p>Pinos inclinados</p> | <p>- Verificar conectores por limpeza e desobstrução, sem amassados ou anodização com manchas</p> <p>- Verificar se o cabo fixa-se firmemente ao conector. Os danos podem ser causados por excesso de aperto</p> <p>- Verificar se plug encaixa com firmeza no equipamento</p> <p>- Verificar se pinos dos conectores estão limpos e não inclinados e não há nenhum quebrado</p> | <p>- Limpar, desempenar se não estiverem muito inclinados, caso contrário, trocá-los ar conector</p> <p>- Instalar corretamente, resoldar se não danificado ou substituir conector</p> <p>- Trocar reparar conector</p> <p>- Desamassar, limpar, trocar conectores</p> |
| Chave Seletora       | <p>Oxidada</p> <p>Quebrada</p> <p>Frouxa</p> <p>Não funciona corretamente</p>                                                         | <p>- Verificar se a chave seletora realiza a excursão correta em todas as posições, se permanece nas posições e não volta</p> <p>- Verificar se controles e chaves realizam operação apropriada</p>                                                                                                                                                                              | <p>- Trocar componente, ajustar, alinhar e apertar chaves</p> <p>- Ajustar/ trocar chave, reparar circuito</p>                                                                                                                                                         |
| Pedal - Footswitch   | <p>Sujo</p> <p>Presença de líquidos</p> <p>Permanece na posição (não volta)</p> <p>Cabo com mau contato</p> <p>Aberto</p>             | <p>- Examinar pedal quanto à sujeira, presença de líquidos derramados</p> <p>- Verificar funcionamento adequado do bisturi quando o pedal é acionado</p> <p>- Ativar o pedal, fletir o cabo na entrada do papel e verificar se não há operação intermitente do equipamento</p> <p>- Verificar se após solto o pedal permanece na posição e não volta ou volta lentamente</p>     | <p>- Limpar pedal</p> <p>- Reparar</p> <p>- Reparar, trocar cabo</p> <p>- Reparar pedal</p>                                                                                                                                                                            |

|                     |                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Knob                | Frouxo<br>Desalinhado<br>Danificado<br>Perdido<br>Deteriorado                                             | - Com o equipamento desligado, girar knob em todas as posições, verificando se ele está firme no eixo e alinhado com as indicações ou gravações do painel, sem arranhados, amassados, manchados                                                                               | - Alinhar e apertar, limpar, trocar                                                       |
| Display 7 segmentos | Não acende<br>Segmento queimado                                                                           | - Executar teste e verificar se todos os indicadores e segmentos de displays acendem                                                                                                                                                                                          | - Verificar, reparar conexão elétrica do display, circuito, trocar indicador ou display   |
| Lâmpada / LED       | Queimados<br>Não acendem                                                                                  | - Verificar se todas(os) LEDs/ Lâmpadas acendem<br>- Verificar se não funcionam intermitentemente                                                                                                                                                                             | - Trocar LED ou lâmpada/<br>reparar circuito<br>- Reparar circuito, trocar LED ou lâmpada |
| LCD                 | Backlight não funciona<br>Sujo<br>Trincado, quebrado, vazamento de cristal líquido<br>Segmentos queimados | - Verificar se o LCD está em perfeitas condições físicas: limpo, sem arranhados, líquido escorrido.<br>Deve-se evitar o líquido do display, caso ele escape<br>- Verificar se o LCD exibe todos os caracteres numéricos e alfanuméricos<br>- Verificar se backlight do LCD OK | - Limpar, trocar<br><br>- Reparar circuito, trocar<br><br>- Reparar, trocar               |

|                          |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lâmpada para fototerapia | <p>Não acende</p> <p>Gasta</p> <p>Conjunto não sobe nem desce</p> <p>Não efetiva para o comprimento de onda especificado</p>                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar se a lâmpada está gasta, descolorida</li> <li>- Inspeccionar lâmpada e soquete por quebras, trincas, ajuste de foco correto</li> <li>- Verificar se bulbo não apresenta sinais de desgaste, envelhecimento e lâmpadas operam nos níveis de intensidade adequada</li> <li>- Checar operação da chave de intensidade ON-OFF</li> <li>- Em lâmpadas halógenas de tungstênio checar condição do filtro de IR/UV por arranhões ou lascas</li> <li>- Em lâmpadas fluorescentes checar se a tampa de plexiglas (filtro UV) está limpa e bem colocada</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trocar-lâ</li> <li>- Limpar espelhos de reflexão, assegurando-se que indicadores de sobretemperatura e controle do bulbo não estão acesos</li> <li>- trocar</li> <li>- Reparar circuito, trocar chave</li> <li>- Trocar, limpar com solução recomendada pelo fabricante</li> <li>- Trocar, limpar com solução recomendada pelo fabricante</li> </ul> |
| Teclas                   | <p>Sujas</p> <p>Danificadas</p>                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Checar por sujeira, danificações</li> <li>- Verificar se as teclas realizam sua função quando pressionadas</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpar, trocar</li> <li>- Reparar circuito</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Teclado                  | <p>Mau contato</p> <p>Tecla não funciona</p> <p>Teclado não funciona</p> <p>Não obedece a nenhum comando</p> <p>Obedece a alguns comandos ou são interpretados de maneira incorreta</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar se todas as teclas funcionam perfeitamente realizando suas funções</li> <li>- Verificar limpeza do teclado</li> <li>- Verificar se teclas estão fixadas firmemente no teclado</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trocar tecla correspondente, trocar teclado, reparar conexão elétrica da tecla específica</li> <li>- Limpar</li> <li>- Fixar/ trocar</li> </ul>                                                                                                                                                                                                      |



|                     |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                      |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teclado de membrana | Rasgado, empenado, com orelhas<br>Problema de contato na membrana | <ul style="list-style-type: none"><li>- Verificar se o teclado está bem colado, sem orelhas ou bordas soltas</li><li>- Verificar se todas as teclas funcionam perfeitamente realizando suas funções</li><li>- Verificar se não é necessário força excessiva para acionar uma tecla</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Colar</li><li>- Reparar circuito/ trocar teclado</li><li>- Limpar contato/ reparar/ trocar teclado</li></ul> |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>CRT -- Tubo de Raios Catódicos</p> | <p>Desalinhado<br/>Pontos de caracteres se agitam<br/>Ganho assimétrico horizontal e ou vertical<br/>Sujo<br/>Brilho e foco sem ajustes<br/>Varredura, linearidade, centralização, velocidade<br/>espaçamento descalibrados</p> | <p>-Verificar se o traçado no display é limpo, focado, com brilho adequado, bem como as cores. Inspeccionar display verificando se a imagem está centrada e não distorcida. Se a tela inteira é visível e limpa.<br/>- Checar a qualidade do CRT, verificar se todos os traçados e caracteres possuem brilho adequado, são claros e distintos<br/>- Verificar se o CRT não chia quando ligado<br/>- Pulsos de um simulador devem ser regularmente espaçados<br/>- Se o monitor possuir sensor automático de brilho, cobrir a região sensível e verificar se o brilho do CRT diminui. Certificar-se que o elemento sensor está limpo<br/>- Checar a condição do fósforo no tubo, verificando se não há pontos queimados. Nessas condições, a face do CRT estará descolorida<br/>- Verificar limpeza do monitor<br/>- Verificar varredura, linearidade, centralização e velocidade do traçado, espaçamento vertical</p> | <p>- Alinhá-lo, reparar circuito próprio. Realizar o degauss se as cores não estão apropriadas<br/><br/>- Ajustar circuito, reparar<br/><br/>- Checar Flyback, alimentação, AT<br/>- Verificar circuito de varredura e circuito de controle do CRT<br/>- Reparar circuito, limpar sensor<br/><br/>- Se desgaste muito elevado, recomendar troca do tubo<br/><br/>- Limpar com pano úmido<br/>- Reparar</p> |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                  |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ajuste de brilho | Não ajusta brilho<br>Não ajusta satisfatoriamente | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar se o brilho varia conforme ajuste mínimo e máximo</li> <li>- Verificar se com o ajuste de brilho perto do máximo é possível enxergar o traço com clareza</li> </ul>                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examinar continuidade do cabo do potenciômetro, reparar ou trocar potenciômetro, fios rompidos, reparar circuito placa, ajustar conexões ou trocar CRT, checar conexão do cabo, reparar placa CRT, conexão CRT placa</li> <li>- Deve-se recalibrar o circuito de ajuste de brilho caso não se consiga brilho aceitável</li> </ul> |
| Alto-falante     | Mudo<br>Desconectado<br>Danificado                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Provocar condições que acionem o alto falante e verificar se o alto-falante funciona perfeitamente, sem ruídos ou chiados</li> </ul>                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar conexões entre alto falante e placa, reparar circuito próprio, trocar alto falante</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                           |
| Sinais audíveis  | Não operam                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opere o equipamento para ativar todos os sinais audíveis (ex. click, som de carga). Verifique o volume apropriado e se o controle de ajuste de volume atua satisfatoriamente</li> </ul>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reparar elementos relacionados</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Alarmes          | Não operam<br>Desabilitados<br>Intermitentes      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Simular condições que disparem os alarmes</li> <li>Verificar se os alarmes audíveis e visuais correspondentes são acionados</li> <li>- Variar o controle de volume do alarme, se houver, e assegurar-se que a intensidade do volume varia</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrar/ habilitar/ reparar circuito próprio</li> <li>- Reparar/ trocar potenciômetro ou circuito de volume</li> </ul>                                                                                                                                                                                                           |



|                                      |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ajuste de volume (alarme, beep, etc) | <p>Não ajusta volume</p> <p>Não ajusta volume corretamente</p>                                                                                                                                                         | <p>- Verificar se a intensidade do volume varia conforme variação do ajuste mínimo e máximo</p> <p>- Verificar se durante ajuste de volume aparecem chiados (estática) no AF</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>- Examinar continuidade do cabo do potenciômetro, reparar ou trocar potenciômetro, reparar circuito placa de controle, ajustar conexões</p> <p>- Verificar potenciômetro ou interferência de RF</p> |
| Impressora matricial                 | <p>Desalinhada</p> <p>Imprimindo com resolução ruim</p> <p>Sujeira na cabeça de impressão</p> <p>Ausência de lubrificação nas engrenagens, eixos</p> <p>Não realiza operações de retorno de papel, avanço de carro</p> | <p>- Observar inscrição feita pela cabeça da impressora no extremo superior do papel. As letras devem estar uniformes, com a mesma intensidade na parte superior e inferior e sem faltar nenhum ponto</p> <p>- Verificar se um traçado claro (sem ruído) é reproduzido no papel</p> <p>- Verificar operação apropriada do avanço de papel e botões Line/Local e retorno de carro (CR) enquanto imprimindo</p> <p>- Pressionar e soltar avanço de papel, verificar que o papel avança 1 linha por vez.</p> <p>- Pressionar e segurar avanço de papel, verificar se ele continua a avançar até o botão ser solto</p> | <p>- Alinhar posição da cabeça da impressora sobre o papel</p> <p>- Limpar roletes de alinhamento, lubrificar motor e engrenagens</p> <p>- Reparar</p> <p>- Reparar</p> <p>- Reparar</p>               |

|                    |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Impressora térmica | <p>Cabeça de impressão suja</p> <p>Desalinhada</p> <p>Não imprime</p> <p>Qualidade de impressão alterada</p> <p>Sensor de papel sujo</p>               | <p>- Verifique se o papel térmico está com o lado de gravação posicionado em frente à cabeça de impressão</p> <p>- Verificar se a impressão é uniforme em toda a extensão do papel</p> <p>- Verificar se um traçado claro é reproduzido em todo o papel de gravação</p> <p>- Verificar limpeza do sensor de papel e outros sensores</p>      | <p>- Limpar a cabeça de impressão periodicamente para evitar acúmulo de resíduos de papel em sua superfície</p> <p>- Se a impressão possui regiões mais claras e escuras, a impressora necessita alinhamento, troca da unidade, troca da placa mãe ou CPU</p> <p>- Limpar</p> |
| Gravador de fita   | <p>desgaste roldana, roletes, correia, capstan</p>                                                                                                     | <p>- Verificar sujeira na cabeça de gravação</p> <p>- Verificar estado físico das polias, roldanas, capstan, roletes</p>                                                                                                                                                                                                                     | <p>- Limpar a cabeça de gravação, guias da fita e capstan com álcool isopropílico</p> <p>- Lubrificar componente/ trocar</p>                                                                                                                                                  |
| Estilete aquecido  | <p>Aquecimento inadequado</p> <p>Não aquece</p> <p>Sujo</p> <p>Desgastado</p> <p>Não deflexiona</p> <p>Conexão elétrica em condições inapropriadas</p> | <p>- Verificar limpeza do estilete (parafina, papel etc)</p> <p>- Verificar se estilete não está gasto</p> <p>- Verificar se temperatura do estilete está adequada. Deve-se produzir um traçado de +- 1 mm de espessura</p> <p>- Verificar se conexão elétrica entre o estilete e a placa controladora/ circuitos está em boas condições</p> | <p>- Limpar</p> <p>- Trocar estilete</p> <p>- Ajustar temperatura</p> <p>- Refazer a conexão</p>                                                                                                                                                                              |

|                                      |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pena                                 | Suja<br>Ajuste incorreto                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar limpeza da pena</li> <li>- Verificar posicionamento correto da pena sobre o papel</li> </ul>                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpar pena</li> <li>- Ajustar</li> </ul>                                                                                                                                                                                                           |
| Ajuste de estilete aquecido/<br>pena | Não opera em toda excursão<br>Não opera                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar se o estilete ou pena se move em toda a faixa do papel</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reparar circuito</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                         |
| Transporte de papel                  | Velocidade alterada<br>Prendendo ou deslizando<br>Não corre<br>Base de tempo alterada | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar se não há sinais de resinas de papel ou parafina no rolete tracionador</li> <li>- Verificar engrenagens e motor DC</li> <li>- Verificar motor de passo</li> <li>- Verificar se motor não está prendendo</li> <li>- Examinar se correia do motor está solta ou quebrada</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpar o rolete com algodão e água</li> <li>- Substituir motor DC</li> <li>- Substituir motor de passo</li> <li>- Ajustar tensão dos rolos que prendem o papel</li> <li>- Colocação ou troca de correia do motor e ajuste de sua pressão</li> </ul> |
| Basculante para papel                | Sujo<br>Porta frouxa<br>Não prende                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeccionar basculante e verificar se ele abre com facilidade e trava com firmeza</li> <li>- Verificar se o interior do basculante está limpo, sem poeira ou materiais estranhos</li> </ul>                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajustar pressão e reparar trava</li> <li>- Limpar</li> </ul>                                                                                                                                                                                        |
| Motor                                | Não opera em velocidade adequada<br>Prendendo<br>Desalinhado                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar alinhamento da haste do motor</li> <li>- Verificar se as correias não estão desgastadas, ressecadas</li> <li>- Verificar desgaste de escovas, comutador e rolamentos, juntas, coxin, selagens</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alinhar ou trocar haste</li> <li>- Trocar correia</li> <li>- Substituir</li> </ul>                                                                                                                                                                  |



|                     |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ventoinha           | <p>Não funciona</p> <p>Mal instalada</p> <p>Coxins gastos</p> <p>Sujo</p> <p>Ventoinha empenada, suja, faltando pedaços, derretida</p> <p>Falta lubrificação</p> <p>Ruído excessivo</p> | <p>- Se o conjunto motor/ventoinha causa ruído em excesso quando funciona (não funciona suavemente), inspecionar ventoinha e instalação do motor e coxins</p> <p>- Verificar se ventoinha suja</p> <p>- Examinar lâminas da ventoinha procurando deterioração, derretimento (plástico), empenamento, faltando lâminas</p> <p>- Verificar se a ventoinha está firmemente fixada à sua haste</p> <p>- Ventoinha não deve fazer ruído excessivo quando em funcionamento</p> | <p>- Ajustar posicionamento do motor e ventoinha, trocar coxins</p> <p>- Remover sujeira acumulada na ventoinha do motor</p> <p>- Desempenar, substituir</p> <p>- Firmar/ Ajustar</p> <p>- Lubrificar</p> |
| Sinal de calibração | <p>Não existe</p> <p>Amplitude incorreta</p> <p>Formato diferente do estabelecido</p>                                                                                                   | <p>- Examinar a forma do pulso de calibração e verificar se está em conformidade com as especificações do fabricante</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>- Calibrar forma de onda do pulso no circuito próprio</p>                                                                                                                                              |
| Cúpula              | <p>Empenada Trincada</p> <p>Suja</p> <p>Parede fosca</p>                                                                                                                                | <p>- Verificar se a cúpula está livre de trincas, rachaduras, se não está empenada, suja e sua parede não está fosca</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>- Limpar, reparar trincas/ rachaduras, procurar desempenar quando possível, polir</p>                                                                                                                  |

|                     |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                               |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rodízios Giratórios | Alavanca de freio não aciona<br>Sujeos<br>Não lubrificados<br>Travando, não rodam direito                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeccionar rodízios por sujeira, capacidade de giro, funcionamento do freio</li> <li>- Checar facilidade de movimento circular operando a alavanca de pé e rotacionando a cadeira, carro, cama</li> <li>- Verificar se rodízios estão lubrificados</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpar, reparar, trocar rodízios</li> <li>- Reparar</li> <li>- Lubrificar</li> </ul> |
| Trinco - Trava      | Molas exercem pressão inadequada<br>Não trava firmemente<br>Frouxo                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspeccionar tricô e verificar se ele está intacto</li> <li>- Manipular as molas do trinco e verificar se elas exercem pressão adequada.</li> </ul>                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trocar trinco</li> <li>- Se as molas estiverem fracas, trocá-las</li> </ul>          |
| Gavetas             | Sem lubrificação<br>Amassadas<br>Arranhadas                                                                                | - Deverão estar paralelas à parte frontal do gabinete, sem amassados, ranhuras e os cantos perfeitamente encaixados com os cantos do gabinete, correr livres                                                                                                                                             | - Reparar, lubrificar corredor de gavetas, alinhar                                                                            |
| Portinholas         | Não abrem com o toque do cotovelo<br>Trinco não lubrificado<br>Molas sem pressão adequada<br>Empenadas, não fecham direito | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar se a portinhola abre normalmente e se a elasticidade da mola da portinhola está quebrada</li> <li>- Inspeccionar trincos qto à lubrificação e molas qto à elasticidade</li> </ul>                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trocar mola</li> <li>- Lubrificar trincos e ajustar a pressão das molas</li> </ul>   |
| Manga-íris          | Incorretamente instalada<br>Rasgada                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operar manga-íris e verificar se fecha apropriadamente</li> <li>- Verificar se o diafragma da manga-íris está rasgado</li> </ul>                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalar apropriadamente</li> <li>- Trocar</li> </ul>                                |

|                             |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                   |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Berço                       | Sujo<br>Não trava as laterais<br>Não inclina                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar estado de limpeza do berço</li> <li>- Checar se o berço realiza os movimentos de inclinação corretamente</li> <li>- Checar operações dos painéis lateral e traseiro do berço. Verificar se podem ser abaixados e levantados facilmente</li> <li>- Verificar se as dobradiças estão limpas e os trincos do painel o seguram firmemente.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpar</li> <li>- Reparar</li> <li>- Reparar</li> <li>- Reparar os trincos, limpar dobradiças</li> </ul> |
| Colchão                     | Sujo<br>Rasgado                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar estado de limpeza do colchão</li> <li>- Verificar se colchão está rasgado, deteriorado</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpar</li> <li>- Sugerir reparo</li> </ul>                                                              |
| Atuador do Trendelemburg    | Não realiza os movimentos corretamente<br>Base do colchão quebrada | - Verificar se o atuador realiza os movimentos de trendelemburg, fowler e horizontal e o colchão acompanha esses movimentos                                                                                                                                                                                                                                                                          | - Reparar atuador, verificar se a base do colchão não está quebrada                                                                               |
| Módulos - Estrutura Modular | Incorretamente posicionados<br>Não conectados                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar posicionamento e colocação dos módulos no aparelho</li> <li>- Assegurar que todos os módulos estão conectados nos locais apropriados</li> </ul>                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajustar</li> <li>- Conectá-los de maneira adequada</li> </ul>                                            |



|                           |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Elemento aquecedor</p> | <p>Descolorado<br/>Depósitos estranhos<br/>Sujo<br/>Marcado, depressões<br/>Demora para aquecer<br/>Contatos oxidados<br/>Potência Baixa</p> | <p>- Examinar elemento aquecedor e verificar se não há sinais de corrosão - superfície deve ser suave, lisa e brilhante - no elemento aquecedor, isolamento deteriorado - queda da performance</p> <p>- Checar se os parafusos que prendem o elemento aquecedor existem e estão firmes e se o elemento se encontra na posição correta, se o suporte do elemento aquecedor está seguro</p> <p>- Opere o aquecedor e veja se ele funciona apropriadamente e os indicadores de potência correspondem à potência usada</p> <p>- Checar resistência total do aquecedor de acordo com o fabricante</p> <p>- Se o elemento aquecedor é uma lâmpada, verificar se é o tipo correto e a potência</p> <p>- Verificar se os filtros ou refletores metalizados próximos ao elemento aquecedor não estão arranhados ou trincados</p> <p>- Verificar se os componentes plásticos próximos ao elemento aquecedor não estão deformados</p> | <p>- Limpar unidade de transferência de calor, lâminas de aquecimento. Polir a superfície da unidade. Remover fita adesiva, papel ou qq outro combustível da superfície de aquecimento</p> <p>- Colocar e apertar</p> <p>- Se não variar, verificar controlador, circuito de controle e aquecedor</p> <p>- Se diferente do valor estabelecido, reparar ou trocar</p> <p>- Substituir por valor correto</p> <p>- Limpar, polir</p> <p>- Substituir</p> |
| <p>Termostato</p>         | <p>Aberto<br/>Em curto<br/>Descalibrado</p>                                                                                                  | <p>- Verificar se o termostato opera nas condições especificadas de temperatura monitorando seu funcionamento com um termômetro</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>- Trocar</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                         |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tubulação - Circuito de ar     | <p>Vazamento</p> <p>Obstruído</p> <p>Tubos com desgaste</p> <p>Tubos deteriorados, furados, rompidos</p> | <p>- Assegurar que os tubos estão limpos, em boas condições, sem rachaduras, furos, torções e não ressecados, sem vazamentos</p> <p>- Verificar se os tubos estão conectados as localizações corretas</p> <p>- Verificar o fluxo de gás e se os dutos de entrada e saída de ar encontram-se limpos e desobstruídos</p> | <p>- Limpar/ Trocar</p> <p>- Conecta-los</p> <p>- Limpar ou trocar filtros de acordo com o fabricante</p>               |
| Conector para circuitos de gás | <p>Sujos</p> <p>Instalados incorretamente</p> <p>Problemas na conexão</p>                                | <p>- Verificar se conectores estão corretamente instalados, sem amassados e sem manchas</p> <p>- Verificar se tubulação, mangueira ou válvulas se encaixam perfeitamente no conector e não há fuga de gás</p>                                                                                                          | <p>- Instalar corretamente/ limpar</p> <p>- Trocar conector</p>                                                         |
| Compressor de ar               | <p>Não opera</p> <p>Jato de saída sujo ou obstruído</p> <p>Gasto</p>                                     | <p>- Verificar se compressor opera apropriadamente, sem ruído</p> <p>- Verificar o ajuste e desgaste excessivo de polias, engrenagens e correias</p> <p>- Verificar operação automática do compressor quando o fornecimento de gás cair abaixo da condição de operação preestabelecida</p>                             | <p>- Se a falha for no filtro de ar e silenciador, substituir</p> <p>- Lubrificar/ ajustar/ trocar</p> <p>- Reparar</p> |
| Filtro de gás                  | <p>Sujo</p> <p>Mal instalado</p> <p>Entupido</p>                                                         | <p>- Verificar se o filtro de ar está limpo e instalado corretamente</p> <p>- Inspeccionar no filtro de ar externo se depósitos de sujeira estão presentes ou se a deterioração do filtro é evidente, resíduos de corrosão indicando partículas contaminantes no abastecimento de gás</p>                              | <p>- Limpar filtro, trocar, montar de maneira apropriada</p> <p>- Substituir</p>                                        |

|                  |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rotômetro        | Não calibrado<br>Sujo<br>Saída bloqueada<br>Tubo trincado                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar se furo interno e bola não estão contaminados ou há umidade</li> <li>- Verificar se tubo exterior trincado, quebrado</li> <li>- Verificar se aparafusado corretamente</li> <li>- Verificar se o visor (capa transparente) se encontra firmemente rosqueado para não haver vazamentos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpar</li> <li>- Limpar/trocar</li> <li>- Aparafusar</li> <li>- Rosquea-lo</li> </ul>                                                                                                                  |
| Campânula e Fole | Sem ajuste<br>Montado de forma incorreta<br>Furado<br>Falta vedação                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar se não há vazamento de ar pela campânula</li> <li>- Verificar se fole está em perfeito estado sem furos, ressecado</li> </ul>                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vedar, montar adequadamente</li> <li>- Trocar fole</li> </ul>                                                                                                                                           |
| Manômetro        | Calibração diferente de zero<br>Movimento incorreto da agulha<br>Mov não suave da agulha | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar se, quando fora de operação, a agulha do manômetro incide em zero</li> <li>- Verificar se a agulha se move corretamente, de maneira suave</li> </ul>                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirar com cuidado o visor rosqueado do manômetro e ajustar com chave de fenda o parafuso localizado na parte superior</li> <li>- Drenar água da tubulação ou substituir manômetro, reparar</li> </ul> |
| Atomizador       | Sujo                                                                                     | - Verificar limpeza do atomizador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | - Limpar                                                                                                                                                                                                                                         |



|                   |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                        |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cuff e mangueiras | Suja - presença de elementos estranhos<br>Com vazamentos de ar<br>Mangueira de retorno entupida<br>Não fixa ao monitor de maneira apropriada | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Checar se o cuff e as conexões da mangueira possuem bloqueios ou elementos estranhos, sujeira, torções nas pontas da conexão</li> <li>- Checar se a bexiga apresenta degradação ou ruptura</li> <li>- Checar se o cuff e mangueiras possuem vazamentos. Envolver o cuff em um cilindro rígido de metal. Conecta-lo a um manômetro de pressão usando tubo T. Inflar o cuff até 300 mmHg. A pressão deve permanecer neste valor durante 1 min.</li> <li>- Verificar fixação do cuff à mangueira e esta ao equipamento</li> <li>- Verificar se o velcro fecha e segura firmemente</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpá-los, refazer conexão</li> <li>- Trocar</li> <li>- Substituir</li> </ul> |
|                   |                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reparar</li> <li>- Substituir</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                        |
|                   | Ressuscitator Bag - AMBU                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprimir. Não deve haver rasgados, buracos, lascas, descamação. Deve ser comprimido facilmente e não haver fugas. Deve voltar a seu estado anterior antes da compressão facilmente.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | - Trocar                                                                                                               |
| O-ring            | Deteriorado<br>Ressecado<br>Rompido                                                                                                          | - Examinar se O-rings estão deteriorados, ressecados ou se romperam                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | - Trocar                                                                                                               |

|                     |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Roletes</p>      | <p>Sujos<br/>Emperrados</p>                                                                                                                                                                     | <p>- Verificar se o cabeçote de bombeamento está com os roletes limpos</p> <p>- Verificar operação suave e silenciosa do mecanismo de bombeamento, não há ruídos não usuais ou que indicam desgaste do rolamento</p>                                                   | <p>- Limpar roletes, aplicar pequena porção de graxa de silicone na parte interna para lubrificar e evitar vibrações</p> <p>- Lubrificar/ montar corretamente/ substituir</p> |
| <p>Umidificador</p> | <p>Sujo</p> <p>Contaminado</p> <p>Montagem incorreta</p> <p>Elemento de selagem danificado</p> <p>Conexões danificadas</p> <p>Selo da aba danificado</p> <p>Superfície de selagem arranhada</p> | <p>- Checar por evidência de sobreaquecimento no elemento aquecedor, isolamento do cabo e motores</p> <p>- Verificar se não há vazamento na tampa do umidificador</p> <p>- Verificar se as marcas de fluidos mínima e máxima estão presentes e claramente visíveis</p> | <p>- Limpar o atomizador metálico em água, utilizando pequena bucha ou escova. Não utilizar peças de metal. Desinfetar e remontar.</p> <p>- Refazer as marcas</p>             |
| <p>Water trap</p>   | <p>Presença de água</p>                                                                                                                                                                         | <p>- Verificar se há presença de água no water trap</p>                                                                                                                                                                                                                | <p>- Retirar a água</p>                                                                                                                                                       |
| <p>Lentes</p>       | <p>- Arranhadas</p> <p>- Sujas</p>                                                                                                                                                              | <p>- Limpar ocular, condensador, objetiva e lentes do iluminador com lenço de papel.</p> <p>Após a limpeza, checar lentes por arranhões</p> <p>- Checar todas as montagens móveis por operação suave</p>                                                               | <p>- Se arranhões muito sérios, trocar lentes</p> <p>- Ajustar</p>                                                                                                            |

## Apêndice 3

| <b>Estudo de Caso</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Nº: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Equipamento: _____ Marca: _____ OS: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Modelo: _____ Data : ____/____/____ PI: _____ Tempo: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 33%;"> <input type="checkbox"/> Placa circuito impresso<br/> <input type="checkbox"/> Chassi<br/> <input type="checkbox"/> Fonte de alimentação<br/> <input type="checkbox"/> Bateria<br/> <input type="checkbox"/> Cabo de força<br/> <input type="checkbox"/> Fusível<br/> <input type="checkbox"/> Cabos dos eletrodos<br/> <input type="checkbox"/> Eletrodo Ag/AgCl<br/> <input type="checkbox"/> Eletrodo dispersivo<br/> <input type="checkbox"/> Eletrodo de O<sub>2</sub><br/> <input type="checkbox"/> Sensor luminoso de dedo<br/> <input type="checkbox"/> Sensor de temperatura<br/> <input type="checkbox"/> Pás para desfibrilação<br/> <input type="checkbox"/> Conectores elétricos<br/> <input type="checkbox"/> Chave Seletora<br/> <input type="checkbox"/> Pedal - Footswitch<br/> <input type="checkbox"/> Knob<br/> <input type="checkbox"/> Display 7 segmentos<br/> <input type="checkbox"/> Lâmpada / LED<br/> <input type="checkbox"/> LCD<br/> <input type="checkbox"/> Lâmpada para fototerapia<br/> <input type="checkbox"/> Teclas<br/> <input type="checkbox"/> Teclado<br/> <input type="checkbox"/> Teclado de membrana<br/> <input type="checkbox"/> CRT         </td> <td style="vertical-align: top; width: 33%;"> <input type="checkbox"/> Ajuste de brilho<br/> <input type="checkbox"/> Alto-falante<br/> <input type="checkbox"/> Sinais audíveis<br/> <input type="checkbox"/> Alarmes<br/> <input type="checkbox"/> Ajuste de volume (alarme, beep etc)<br/> <input type="checkbox"/> Impressora matricial<br/> <input type="checkbox"/> Impressora térmica<br/> <input type="checkbox"/> Gravador de fita<br/> <input type="checkbox"/> Estilete aquecido<br/> <input type="checkbox"/> Pena<br/> <input type="checkbox"/> Ajuste de Estilete aquecido<br/> <input type="checkbox"/> Pena<br/> <input type="checkbox"/> Transporte de papel<br/> <input type="checkbox"/> Basculante para papel<br/> <input type="checkbox"/> Motor<br/> <input type="checkbox"/> Ventoinha<br/> <input type="checkbox"/> Sinal de calibração<br/> <input type="checkbox"/> Cúpula<br/> <input type="checkbox"/> Rodízios Giratórios<br/> <input type="checkbox"/> Trinco - Trava<br/> <input type="checkbox"/> Gavetas<br/> <input type="checkbox"/> Portinholas<br/> <input type="checkbox"/> Manga-iris         </td> <td style="vertical-align: top; width: 33%;"> <input type="checkbox"/> Berço<br/> <input type="checkbox"/> Colchão<br/> <input type="checkbox"/> Atuador do Trendelemburg<br/> <input type="checkbox"/> Módulos - Estrutura Modular<br/> <input type="checkbox"/> Elemento aquecedor<br/> <input type="checkbox"/> Termostato<br/> <input type="checkbox"/> Tubulação - Circuito de ar<br/> <input type="checkbox"/> Conector para circuito de gás<br/> <input type="checkbox"/> Compressor de ar<br/> <input type="checkbox"/> Filtro de gás<br/> <input type="checkbox"/> Rotâmetro<br/> <input type="checkbox"/> Campânula e Fole<br/> <input type="checkbox"/> Manômetro<br/> <input type="checkbox"/> Atomizador<br/> <input type="checkbox"/> Cuff e mangueiras<br/> <input type="checkbox"/> Ressuscitator Bag - Ambu<br/> <input type="checkbox"/> O-ring<br/> <input type="checkbox"/> Roletes<br/> <input type="checkbox"/> Umidificador<br/> <input type="checkbox"/> Water trap<br/> <input type="checkbox"/> Lentes         </td> </tr> </table> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> Placa circuito impresso<br><input type="checkbox"/> Chassi<br><input type="checkbox"/> Fonte de alimentação<br><input type="checkbox"/> Bateria<br><input type="checkbox"/> Cabo de força<br><input type="checkbox"/> Fusível<br><input type="checkbox"/> Cabos dos eletrodos<br><input type="checkbox"/> Eletrodo Ag/AgCl<br><input type="checkbox"/> Eletrodo dispersivo<br><input type="checkbox"/> Eletrodo de O <sub>2</sub><br><input type="checkbox"/> Sensor luminoso de dedo<br><input type="checkbox"/> Sensor de temperatura<br><input type="checkbox"/> Pás para desfibrilação<br><input type="checkbox"/> Conectores elétricos<br><input type="checkbox"/> Chave Seletora<br><input type="checkbox"/> Pedal - Footswitch<br><input type="checkbox"/> Knob<br><input type="checkbox"/> Display 7 segmentos<br><input type="checkbox"/> Lâmpada / LED<br><input type="checkbox"/> LCD<br><input type="checkbox"/> Lâmpada para fototerapia<br><input type="checkbox"/> Teclas<br><input type="checkbox"/> Teclado<br><input type="checkbox"/> Teclado de membrana<br><input type="checkbox"/> CRT | <input type="checkbox"/> Ajuste de brilho<br><input type="checkbox"/> Alto-falante<br><input type="checkbox"/> Sinais audíveis<br><input type="checkbox"/> Alarmes<br><input type="checkbox"/> Ajuste de volume (alarme, beep etc)<br><input type="checkbox"/> Impressora matricial<br><input type="checkbox"/> Impressora térmica<br><input type="checkbox"/> Gravador de fita<br><input type="checkbox"/> Estilete aquecido<br><input type="checkbox"/> Pena<br><input type="checkbox"/> Ajuste de Estilete aquecido<br><input type="checkbox"/> Pena<br><input type="checkbox"/> Transporte de papel<br><input type="checkbox"/> Basculante para papel<br><input type="checkbox"/> Motor<br><input type="checkbox"/> Ventoinha<br><input type="checkbox"/> Sinal de calibração<br><input type="checkbox"/> Cúpula<br><input type="checkbox"/> Rodízios Giratórios<br><input type="checkbox"/> Trinco - Trava<br><input type="checkbox"/> Gavetas<br><input type="checkbox"/> Portinholas<br><input type="checkbox"/> Manga-iris | <input type="checkbox"/> Berço<br><input type="checkbox"/> Colchão<br><input type="checkbox"/> Atuador do Trendelemburg<br><input type="checkbox"/> Módulos - Estrutura Modular<br><input type="checkbox"/> Elemento aquecedor<br><input type="checkbox"/> Termostato<br><input type="checkbox"/> Tubulação - Circuito de ar<br><input type="checkbox"/> Conector para circuito de gás<br><input type="checkbox"/> Compressor de ar<br><input type="checkbox"/> Filtro de gás<br><input type="checkbox"/> Rotâmetro<br><input type="checkbox"/> Campânula e Fole<br><input type="checkbox"/> Manômetro<br><input type="checkbox"/> Atomizador<br><input type="checkbox"/> Cuff e mangueiras<br><input type="checkbox"/> Ressuscitator Bag - Ambu<br><input type="checkbox"/> O-ring<br><input type="checkbox"/> Roletes<br><input type="checkbox"/> Umidificador<br><input type="checkbox"/> Water trap<br><input type="checkbox"/> Lentes |
| <input type="checkbox"/> Placa circuito impresso<br><input type="checkbox"/> Chassi<br><input type="checkbox"/> Fonte de alimentação<br><input type="checkbox"/> Bateria<br><input type="checkbox"/> Cabo de força<br><input type="checkbox"/> Fusível<br><input type="checkbox"/> Cabos dos eletrodos<br><input type="checkbox"/> Eletrodo Ag/AgCl<br><input type="checkbox"/> Eletrodo dispersivo<br><input type="checkbox"/> Eletrodo de O <sub>2</sub><br><input type="checkbox"/> Sensor luminoso de dedo<br><input type="checkbox"/> Sensor de temperatura<br><input type="checkbox"/> Pás para desfibrilação<br><input type="checkbox"/> Conectores elétricos<br><input type="checkbox"/> Chave Seletora<br><input type="checkbox"/> Pedal - Footswitch<br><input type="checkbox"/> Knob<br><input type="checkbox"/> Display 7 segmentos<br><input type="checkbox"/> Lâmpada / LED<br><input type="checkbox"/> LCD<br><input type="checkbox"/> Lâmpada para fototerapia<br><input type="checkbox"/> Teclas<br><input type="checkbox"/> Teclado<br><input type="checkbox"/> Teclado de membrana<br><input type="checkbox"/> CRT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/> Ajuste de brilho<br><input type="checkbox"/> Alto-falante<br><input type="checkbox"/> Sinais audíveis<br><input type="checkbox"/> Alarmes<br><input type="checkbox"/> Ajuste de volume (alarme, beep etc)<br><input type="checkbox"/> Impressora matricial<br><input type="checkbox"/> Impressora térmica<br><input type="checkbox"/> Gravador de fita<br><input type="checkbox"/> Estilete aquecido<br><input type="checkbox"/> Pena<br><input type="checkbox"/> Ajuste de Estilete aquecido<br><input type="checkbox"/> Pena<br><input type="checkbox"/> Transporte de papel<br><input type="checkbox"/> Basculante para papel<br><input type="checkbox"/> Motor<br><input type="checkbox"/> Ventoinha<br><input type="checkbox"/> Sinal de calibração<br><input type="checkbox"/> Cúpula<br><input type="checkbox"/> Rodízios Giratórios<br><input type="checkbox"/> Trinco - Trava<br><input type="checkbox"/> Gavetas<br><input type="checkbox"/> Portinholas<br><input type="checkbox"/> Manga-iris | <input type="checkbox"/> Berço<br><input type="checkbox"/> Colchão<br><input type="checkbox"/> Atuador do Trendelemburg<br><input type="checkbox"/> Módulos - Estrutura Modular<br><input type="checkbox"/> Elemento aquecedor<br><input type="checkbox"/> Termostato<br><input type="checkbox"/> Tubulação - Circuito de ar<br><input type="checkbox"/> Conector para circuito de gás<br><input type="checkbox"/> Compressor de ar<br><input type="checkbox"/> Filtro de gás<br><input type="checkbox"/> Rotâmetro<br><input type="checkbox"/> Campânula e Fole<br><input type="checkbox"/> Manômetro<br><input type="checkbox"/> Atomizador<br><input type="checkbox"/> Cuff e mangueiras<br><input type="checkbox"/> Ressuscitator Bag - Ambu<br><input type="checkbox"/> O-ring<br><input type="checkbox"/> Roletes<br><input type="checkbox"/> Umidificador<br><input type="checkbox"/> Water trap<br><input type="checkbox"/> Lentes |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Obs.1- Antes de alterar qualquer controle ou limite de alarme, verificar suas posições e valores. Finalizada a inspeção devem retornar aos seus valores e posições originais                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Obs.2- Se para solucionar a falha não foi necessário abrir o equipamento, não é recomendado abri-lo para realizar a inspeção em componentes internos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Obs.3- Verificar se foi realizada a limpeza no equipamento e seus itens acompanhantes antes de libera-lo para uso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Tempo de manutenção : _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |



| <u>Não conformidades</u> |  |
|--------------------------|--|
| 1.                       |  |
| 2.                       |  |
| 3.                       |  |
| 4.                       |  |
| 5.                       |  |
|                          |  |

Formulário A.1 - Listagem dos itens e Não conformidades

## Apêndice 4

### Método para inserção de Partes ou Funções na Tabela Principal de Inspeção

Caso algum departamento de Engenharia Clínica ou manutenção queira acrescentar partes e funções de qualquer outro equipamento na Tabela Principal de Inspeção ele pode fazê-lo. Para tal é necessário que se sigam as etapas descritas abaixo que compõem a filosofia adotada na elaboração da Tabela Principal de Inspeção. Recomenda-se que o profissional que irá realizar essa tarefa possua experiência razoável na área pois será necessário estudar o equipamento, suas falhas e inspeções e a possível viabilidade prática da realização de certas verificações. A ausência de experiência pode omitir informações importantes a serem acrescentadas ou adicionar informações praticamente inviáveis.

As etapas para inserção de partes ou funções na Tabela Principal de Inspeção são:

1. Selecionar o equipamento do qual serão extraídas as informações;
2. Listar suas partes e funções no formulário 3.1 consultando fontes de pesquisa como manuais, livros, técnicos etc;
3. Inserir na coluna 1 da tabela 3.1 as partes e funções listadas no formulário 3.1;
4. Através das mesmas fontes utilizadas na etapa 2 procurar preencher as colunas 2 a 4 (falhas possíveis, inspeção, ações corretivas) da tabela para cada parte ou função;
5. Caso não se encontre todas as informações para uma determinada parte ou função - falha possível, inspeção e ação corretiva - procurar, baseado na experiência acumulada na MC e MP, completar as outras informações. Exemplo: se durante a pesquisa for encontrada somente a inspeção para uma parte deve-se procurar, baseando-se na experiência, registrar na tabela quais seriam as falhas que essa inspeção procura evitar e também as ações corretivas para sanar essas falhas caso ocorram.;
6. Excluir da tabela 3.1 as partes e funções que não apresentaram inspeções, falhas e ações corretivas;
7. Inserir na Tabela Principal de Inspeção as informações das partes e funções da tabela 3.1. Caso haja alguma parte ou função semelhante ou igual em ambas as

tabelas, as informações contidas nesse levantamento podem se somar as informações da tabela principal.

8. Inserir as partes e funções obtidas nesse levantamento no formulário 3.2 de maneira a seguir a ordem de inspeção pré-determinada dos equipamentos.





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação  
Cidade Universitária "Zeferino Vaz"  
CEP 13083-970 - Campinas - SP