USP

Campus de São Carlos

# CARACTERIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS HOSPITALARES

**Autor:** Marcelo Perrella

**Orientador:** Prof. Dr. Alberto Cliquet Junior

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

**Marcelo Perrella**

# CARACTERIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS HOSPITALARES

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr.Alberto Cliquet Junior

São Carlos

2006

EESC-USP
Biblioteca
CAMPUS DE S. CARLOS

DEDALUS - Acervo - EESC
31100053730

Class. TESE-EESC
Cutt. 44J0
Tombo T065/06
Sysno 1504169

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

P455c

Perrella, Marcelo
Caracterização dos processos de manutenção em equipamentos eletromédicos hospitalares / Marcelo Perrella. -- São Carlos, 2006.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2006.
Área: Engenharia Elétrica.
Orientador: Prof. Dr. Alberto Cliquet Junior.

1. Engenharia clínica. 2. Gráfico de Pareto. 3. Equipamento eletromédico. I. Título.

**FOLHA DE JULGAMENTO**

Candidato: Engenheiro **MARCELO PERRELLA**

Dissertação defendida e julgada em 30-01-2006 perante a Comissão Julgadora:

APROVADO

Prof. Titular **ALBERTO CLIQUET JUNIOR (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

Prof. Dr. **NIVALDO ANTONIO PARIZOTTO**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

aprovado

Dr. **ORIVALDO LOPES DA SILVA**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Prof. Associado **HOMERO SCHIABEL**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Profa. Titular **MARIA DO CARMO CALIJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

**Agradecimentos**

Ao Nosso Deus, por sua bondade plena;

À Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, no Departamento de Engenharia Elétrica pela oportunidade concedida;

Ao Prof. Dr. Alberto Cliquet Junior, pela orientação e confiança;

À Casa de Saúde Santa Marcelina, hospital no qual desenvolvemos a atividade de Engenharia Clínica há dez anos; além da permissão da utilização dos dados empregados nesse Trabalho, assim, como a compreensão de consentir nosso afastamento nos dias necessários;

Ao Centro de Atenção Integral a Saúde da Mulher, através do Departamento de Materiais e Equipamentos Hospitalares que nos permitiu a utilização dos dados complementares para a execução deste Trabalho;

Ao Prof. Dr. Alexandre Henrique Hermini, por sua orientação e amizade;

As Irmãs Maria Thereza Lorenzoni e Rosane Ghedin, que possibilitaram a execução deste Trabalho e pelos seus ensinamentos nesses dez anos;

À Congregação das Irmãs Santa Marcelina que desenvolve, com Amor e Responsabilidade, a filantropia;

Aos Funcionários e Amigos da Casa de Saúde Santa Marcelina, Luiz Carrillo, Oscar de Araújo Sobrinho, Cleber de Santana, Marcelo Gonçalves de Amaral, Lafaiete de Souza, Nilton Faquetti e Marco Antonio Leal Pereira Shimoto, também a colega prestativa Maria da Soledad Ribeiro ("Neguinha"); à Irmã Demetria Bennardi; além de todos os outros três mil funcionários que, indiretamente, colaboraram para execução deste;

Ao funcionário do Centro de Atenção Integral a Saúde da Mulher, Willian Fernandez, pela coleta de dados;

Em nome das prestativas e agradáveis funcionárias Marisa Helena R.Z. Fortulan e Denise Hollupi (Departamento de Engenharia Elétrica da EESC) e Janete Ferreira Rodrigues dos Santos (Departamento de Bioengenharia da EESC), estendendo estes a todos os funcionários desta Escola.

Dedico este trabalho minha esposa, Simone Regina Argenton Perrella, que com muito amor e paciência, me acompanhou, ajudou a construir cada parte deste trabalho...

Ao meu filho Luiz André Argenton Perrella, que me mostrou que a verdadeira felicidade está no que há de mais simples aos nossos olhos: dar sem pensar em receber...

Aos meus pais, Domenico e Aparecida, que me ensinaram a ser persistente, trabalhador e fiel, através de seus exemplos de vida.

RESUMO:

Atualmente existe uma gama considerável de procedimentos assistenciais de saúde os quais, seja por cultura, ou por exigências legais, só podem ser realizados com aporte tecnológico. Logo reduzir o tempo de parada de um equipamento médico está diretamente associado à viabilização da assistência necessária ao paciente. Em outras palavras, prestar uma manutenção otimizada representa qualidade na prestação de serviço da Unidade Assistencial de Saúde, podendo em alguns casos, até, evitar a morte do paciente.

Para isso é muito importante que os defeitos sejam reconhecidos e tratados adequadamente, não se esquecendo da otimização dos recursos financeiros. Com base nesta premissa, este trabalho propõe estabelecer uma relação dos tipos de defeitos apresentados pelos equipamentos com sua ocorrência, utilizando para tal o método de Pareto, fornecendo uma ferramenta de análise de grande utilidade na estruturação de grupos de manutenção corretiva de um serviço de Engenharia Clínica.

Assim foram tomados como amostra quatro tipos de equipamentos que são eletrocardiógrafos, monitores cardíacos, unidades eletrocirúrgicas e incubadoras neonatais; caracterizando a existência de defeitos que podem ser classificados em baixa, média e alta complexidade de resolução, o que reflete na necessidade de ferramentas gerais ou específicas ao reparo e do nível de qualificação da equipe técnica, além do universo de componentes, partes e peças envolvidas com cada etapa de manutenção.

Foram qualificados e quantificados defeitos para cada tipo de equipamentos acima, onde se constatou que nos equipamentos médico-hospitalares estudados, a maioria das paradas requisitou intervenções simples, de baixa complexidade. Ou seja, poucos defeitos foram responsáveis por muitas ordens de serviço e que o corpo técnico de manutenção pode esperar e se programar para atuar em cada um deles de acordo com o Gráfico de Pareto.

Desta forma o serviço de Engenharia Clínica pode ser direcionado para as necessidades prioritárias do estabelecimento assistencial de saúde, sendo capaz de produzir resultados com melhor custo - benefício.

Palavras-chave: Engenharia Clínica; Gráfico de Pareto; Equipamento Eletromédico.

ABSTRACT:

At the present time there is a considerable range of assistential procedures for the health area, whether by culture or by legal demand they can only happen with technological support. Therefore, to reduce the halt time of a medical equipment is directly associated with feasibility of assistance needed by the patient. In other words, to provide optimized maintenance represents quality in the service provided in Health Assistential Unit, in some cases it can even avoid the death of a patient.

In order to accomplish the issue discussed above, it is important to recognize the defects and mend them adequately, however, the optimization of financial resources cannot be forgotten. Based on that premise, this work proposes the establishment of a relation between the kind of defects presented by equipments and its occurrence, using the Pareto's method to accomplish this goal, providing a research tool of great utility in the structure of corrective maintenance groups of a service in Clinic Engineering.

Therefore four kinds of equipment were taken as samples; they are: electrocardiograph, cardiac monitor, electrossurgical units and neo-natal incubator. Once portray ting the existence of defects, which can be classified in low, medium or high complexity of resolution, they can reflect on the necessity of using general or specific tools for mending the equipment and the level of qualification of the technical staff. Moreover, the universe of components, parts and tools involved with each stage of maintenance.

For each of the equipment mentioned above the defects were quantified and qualified, within this procedure the medical equipment that was studied, the majority of halt required just simple interventions of low complexity. Therefore, few defects were responsible for many service request forms and the maintenance technical staff could wait and prepare to perform according to Pareto's graphic.

As a result, the service of Clinic Engineering can be drawn into the main necessities of the assistant health establishment, being capable of presenting results with the lowest cost-benefit.

Keywords: Clinic Engineering; Pareto's graphic; Medical Equipment.

**Sumário:**

Resumo.....iv

Abstract.....v

LISTA DE FIGURAS.....viii

LISTA DE TABELAS.....xi

LISTA DE ABREVIATURAS.....xii

1- Introdução.....01

2- Conceitos Teóricos..... 06

2.1- Definições.....08

2.1.1- Paciente.....08

2.1.2- Usuário.....08

2.1.3- Operador.....08

2.1.4- Equipamento Eletromédico.....08

2.1.5- Equipamento Médico Hospitalar.....08

2.1.6- Equipamento de Diagnóstico.....09

2.1.7- Equipamento de Terapia.....09

2.2- Manutenção .....09

2.2.1- Manutenção Corretiva.....10

2.2.2- Manutenção Preventiva .....10

2.2.3- Manutenção Corretiva Hospitalar .....11

2.2.3.1- Primária ou Primeiro Escalão.....13

2.2.3.2- Secundária ou Segundo Escalão.....14

2.2.3.3- Terciária ou Terceiro Escalão.....14

2.3- Método de Análise de Pareto ..... 15

2.3.1- Análise de Pareto ..... 18

2.3.2- Etapas para Construir um Gráfico de Pareto ..... 19

3- Material e Métodos ..... 21

3.1- Eletrocardiógrafo ..... 25

3.2- Monitor Cardíaco ..... 29

3.3- Unidade Eletrocirúrgica ..... 31

3.4- Incubadora Neonatal ..... 34

4- Resultados ..... 40

4.1- Resultados do Eletrocardiógrafo ..... 40

4.1.1- Resultados do Eletrocardiógrafo na CSSM ..... 41

4.1.2- Resultados do Eletrocardiógrafo no CAISM ..... 43

4.2- Resultados do Monitor Cardíaco ..... 45

4.2.1- Resultados do Monitor Cardíaco na CSSM ..... 46

4.2.2- Resultados do Monitor Cardíaco no CAISM ..... 48

4.3- Resultados da Unidade Eletrocirúrgica ..... 50

4.3.1- Resultados da Unidade Eletrocirúrgica na CSSM ..... 51

4.3.2- Resultados da Unidade Eletrocirúrgica no CAISM ..... 53

4.4- Resultados da Incubadora Neonatal ..... 56

4.4.1- Resultados da Incubadora Neonatal na CSSM ..... 57

4.4.2- Resultados da Incubadora Neonatal no CAISM ..... 59

5. Discussão ..... 62

6. Conclusão ..... 65

7. Bibliografia ..... 66

## LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 01 - Casa de Saúde Santa Marcelina.....04

FIGURA 02 - Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher.....05

FIGURA 03 - Exemplo de elaboração de tabelas e gráficos
de barras usados em Pareto.....19

FIGURA 04 - Tabelas e gráficos usados como ferramentas de Pareto.....20

FIGURA 05 - A) Eletrocardiograma sendo realizado em mulher na CSSM
B) Destaque para os eletrodos no corpo do paciente
C) Traçado eletrocardiográfico impresso no papel.....25

FIGURA 06 - Esquema do triângulo de Eithoven.....27

FIGURA 07 - Traçado normal de um eletrocardiograma.....28

FIGURA 08 - Diagrama esquemático do eletrocardiógrafo
fonte Gema, 2002.....28

FIGURA 09 - A) Monitor cardíaco em uso, registrando a onda QRS
B) Homem em leito de UTI sendo monitorado, destaque para os eletrodos do paciente
C) Cabos do monitor cardíaco ligados a energia elétrica e ao paciente .....29

FIGURA 10 - Diagrama esquemático do Monitor Cardíaco
fonte Gema, 2002.....30

FIGURA 11 - Unidade Eletrocirúrgica em uso:
A) Equipe de cirurgiões em neurocirurgia
B) Cirurgia hepática
C) Vista do centro cirúrgico, unidade eletrocirúrgica em destaque, ao fundo: monitor cardíaco, aparelho de anestesia e médico anestesista.....31

FIGURA 12 - Diagrama de blocos de um esquema de funcionamento das
Unidades Eletrocirúrgicas (UEC).....33

FIGURA 13 - A) Incubadora Neonatal em uso.
B) Paciente em destaque, observar há visão total do neonato
C) UTI neonatal, a direita há uma bomba de infusão, ao alto um monitor cardíaco.....34

FIGURA 14 - Esquema de funcionamento da Incubadora Neonatal automática, fonte Gema 2002.....38

FIGURA 15 - Distribuição dos números dos defeitos dos eletrocardiógrafos em função dos defeitos na CSSM.....41

FIGURA 16 - Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos dos eletrocardiógrafos na CSSM.....41

FIGURA 17 - Distribuição dos números dos defeitos dos eletrocardiógrafos em função dos defeitos no CAISM.....43

FIGURA 18 – Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos dos eletrocardiógrafos no CAISM.....43

FIGURA 19 – A) Defeito no "Pino Banana" – rompimento
B) Cabo Rompido
C) Estilete Queimado
D) Não há defeito.....44

FIGURA 20 – Distribuição dos números de defeitos dos Monitores Cardíacos em função dos defeitos na CSSM.....46

FIGURA 21 – Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos dos monitores cardíacos na CSSM.....46

FIGURA 22 – Distribuição dos números de defeitos dos Monitores Cardíacos em função dos defeitos no CAISM.....48

FIGURA 23 – Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos dos Monitores Cardíacos na CAISM.....48

FIGURA 24 – A) Monitor totalmente destruído, após queda
B) Cabo com mau contato em uma das derivações
C) Monitor aberto para reparo em placa osciladora
D) Problema na placa de display.....49

FIGURA 25 – Distribuição dos números de defeitos das Unidades Eletrocirúrgicas em função dos defeitos na CSSM.....51

FIGURA 26 – Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos das Unidades Eletrocirúrgicas na CSSM.....51

FIGURA 27 – Distribuição dos números de defeitos das Unidades Eletrocirúrgicas em função dos defeitos no CAISM.....53

FIGURA 28 – Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos das Unidades Eletrocirúrgicas no CAISM.....53

FIGURA 29 – Fotos dos cabos de Bisturi com os defeitos mais comuns:
A) Rompimento do cabo próximo a caneta e ao meio;
B) Rompimento do cabo no conector;
C) Destruição do botão de corte/coagulação;
D) Destruição da conexão pinça/cabo.....55

FIGURA 30 – A) e B) Defeitos na Placa, rompimento do cabo, conector, placa amassada;
C) Pedal;
D) Unidade Eletrocirúrgica aberta para reparo interno.....55

FIGURA 31 – Distribuição dos números de defeitos das Incubadoras Neonatais em função dos defeitos na CSSM.....57

FIGURA 32 – Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos das Incubadoras Neonatais na CSSM.....57

FIGURA 33 – Distribuição dos números de defeitos das Incubadoras Neonatais em função dos defeitos no CAISM.....59

FIGURA 34 – Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos das Incubadoras Neonatais no CAISM.....59

FIGURA 35 – A) Filtro trocado;
B) Filtro a ser trocado;
C) Defeito na unidade de controle de temperatura (UCT)
D) UCT retirada da base da incubadora.....61

FIGURA 36 – A) e B) Porta não fecha;
C) e D) Visão da Incubadora sem defeito.....61

## LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 01 – Distribuição das ordens de serviço entre equipamentos eletromédicos e as Unidades de Saúde.....22

TABELA 02 – Código de defeitos dos Eletrocardiógrafos, complexidades atribuídas e número de equipamentos com defeitos na Casa de Saúde Santa Marcelina e no Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher.....40

TABELA 03 – Código de defeitos dos Monitores Cardíacos, complexidades atribuídas e número de equipamentos com defeitos na Casa de Saúde Santa Marcelina e no Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher.....45

TABELA 04 - Código de defeitos das Unidades Eletrocirúrgicas, complexidades atribuídas e número de equipamentos com defeitos na Casa de Saúde Santa Marcelina e no Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher.....50

TABELA 05 - Código de defeitos das Incubadoras Neonatais, complexidades atribuídas e número de equipamentos com defeitos na Casa de Saúde Santa Marcelina e no Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher.....56

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT = Associação BRASILEIRA DE Normas Técnicas

ABRAMAN = Associação Brasileira de Manutenção

ANVISA = Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CAISM = Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher

CMT = Circuito de Monitoramento de Temperatura

CSSM = Casa de Saúde Santa Marcelina

GEMA = Gerenciamento de Manutenção

EAS = Estabelecimento Assistencial de Saúde

ECG = Eletrocardiógrafo

Ω = ohms

RF = Radiofreqüência

UCT = Unidade de Controle de Temperatura

UEC = Unidade Eletrocirúrgica

UTI = Unidade de Terapia Intensiva

V = volts

## 1 – Introdução:

A tecnologia médica, como a tecnologia de modo geral, teve nos últimos trinta anos considerável evolução, acompanhando a tendência global de incorporação de tecnologia, tornando-se cada vez mais confiável, o que aumentou significativamente seu uso em pacientes, levando o profissional da área médica a ser dependente dos resultados por ela fornecidos (Lucatelli, 2002). Com o aumento das exigências tecnológicas no Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS) (Brasil, 1994), cresce a complexidade dos ambientes, sobretudo pela diversificação de equipamentos, resultando em: necessidade de manutenção dessa tecnologia, crescimento do número de equipamentos usados, normas de segurança e desempenho, aliados a necessidades constantes de prevenção de falhas ou das conseqüências das falhas (Lucatelli, 2003), redução dos custos de manutenção e aumento da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos médico-hospitalares.

Isto tudo exige gestão especializada e qualificada o que fez chegar ao Brasil há pouco mais de 15 anos a Engenharia Clínica (ABECLIN, 2005). A Engenharia Clínica surgiu nos Estados Unidos na década de 60 (David et al, 2003), sendo a especialidade que alia o conhecimento das ciências médicas e exatas ao gerenciamento das tecnologias de saúde em todos os estágios.

As tecnologias disponíveis representam para os EAS um alto custo de aquisição, operação e manutenção, sendo necessário sua utilização de forma intensa e extensiva, para recuperação dos investimentos econômico e social realizados.

Motivada por esta necessidade a equipe de Engenharia Clínica de um EAS elabora, para os equipamentos médicos hospitalares, programas de aquisição, manutenção e treinamento operacional e técnico.

Os Programas de Aquisição se referem à avaliação das tecnologias de mercado, avaliação de pré-aquisição, auxílio nas elaborações de especificações técnicas e burocráticas e estudo junto ao solicitante sobre os recursos e exigências que devem fazer parte do equipamento.

A manutenção tem por finalidade reduzir ao máximo o tempo de parada do equipamento (down-time tendendo a zero) (Perrella et al, 2003) e se possível evitá-la. Classicamente é dividida em MANUTENÇÃO CORRETIVA (onde há gerenciamento das manutenções internas, estabelecendo procedimentos para fluxo de equipamentos durante a correção da falha, gerenciando contratos de manutenção externa, construindo históricos de manutenção dos equipamentos e critérios de aquisição de peças de reposição) e MANUTENÇÃO PREVENTIVA (com a elaboração de programas de manutenção preventiva, priorização dos equipamentos para esta manutenção, das atividades a serem desenvolvidas e da periodicidade das rotinas preventivas e suas avaliações) (Perrella et al, 2002).

O treinamento se refere à realização de cursos de operação dos equipamentos eletromédicos, por ocasião de sua instalação, posteriormente, reciclagem de enfermeiros e médicos, assim como cursos de manutenção ministrados aos técnicos pelos fabricantes.

Com relação à Manutenção Corretiva havia necessidade de um estudo que qualificasse e quantificasse os defeitos mais rotineiros e corriqueiros que faziam com que os Equipamentos Eletromédicos não trabalhassem adequadamente, desempenhando as funções a que se destinavam segundo as especificações do fabricante e apresentando nível de segurança compatível com as normas técnicas aplicáveis.

A partir do objetivo de criar um modelo de suporte técnico para equipamentos eletromédicos, utilizando-se uma ferramenta de qualidade (o Diagrama de Pareto), as ordens de serviço passaram a ser classificadas e quantificadas conforme será descrito na Metodologia.

Este estudo começou com os dados da Casa de Saúde Santa Marcelina, localizado na Cidade de São Paulo - SP, depois os, do Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher, localizado em Campinas – SP foram incluídos com a finalidade de verificar qual o comportamento dos equipamentos da mesma família neste EAS. O dois EAS tem as seguintes disposições:

A **Casa de Saúde Santa Marcelina** (CSSM) é um hospital filantrópico, ligado a Igreja Católica e a Congregação das Irmãs Marcelinas, desde 1961 atende a população da Zona Leste de São Paulo pelo SUS; também serve a alguns convênios de saúde e particulares. Oferece 35 especialidades. Possui 727 leitos, sendo 79 de terapia intensiva e tem 17 salas cirúrgicas. O quadro funcional conta com 3194 funcionários, destes 438 são médicos. Por volta de 3000 pacientes recebem assistência diariamente e são realizadas 50 cirurgias por dia no complexo Santa Marcelina.

O hospital integra o Sistema de Saúde pelo decreto 376, de 27.11.1992, como referência terciária, conta com completo Centro de Diagnóstico por Imagem, com ressonância magnética, tomografia, mamografia, medicina nuclear e hemodinâmica. Dispõe de um banco de sangue próprio. É referência em transplantes de medula óssea e de rim e está capacitado para transplantes de coração, fígado e córnea. Atua em parceria com o Projeto PSF/Qualis desde março de 1998. Constitui um dos quatro plantões universitários de São Paulo, instituídos pela Secretaria Estadual de Saúde, implantados para o atendimento dos casos de alta complexidade. CSSM administra, em parceria com o Governo do Estado de São Paulo, os hospitais do Itaim Paulista e Itaquaquecetuba. Para aperfeiçoamento dos profissionais, o Hospital Santa Marcelina possui 27 programas de residência médica e desde 1969 a Escola de Formação de profissionais da saúde e a partir de 1988 a faculdade de enfermagem no *campus* de Itaquera da Faculdade Santa Marcelina.

**Figura 01:** Casa de Saúde Santa Marcelina

O **Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher** - CAISM iniciou suas atividades em 1986. Está ligado à Universidade de Campinas – Unicamp. É uma instituição que tem por objetivo prestar assistência e realizar atividades de ensino e pesquisa dentro do campo da atenção à saúde da mulher e do recém-nascido.

Atende a 6.000 consultas por mês a pacientes vindos de Campinas e Região. Realiza em média 650 internações e 220 partos por mês, em seus 136 leitos. Conta com uma infra-estrutura apoiada em tecnologias de apoio diagnóstico e terapêutico dentro de suas várias áreas de atuação: obstetrícia, ginecologia, oncologia e neonatologia.

**Figura 02:** Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher

## 2 – Conceitos Teóricos:

Um EAS deve ser considerado como uma instituição muito complexa e diversificada face às inúmeras atividades necessárias a que se atinja a "atividade fim", ou seja, a assistência à saúde. Embora as atividades sejam parecidas com processos realizados em estabelecimentos comerciais e industriais, os EAS possuem arquitetura própria, instalações especiais, mobiliário e equipamentos específicos, sendo um local de afluência de público, com um fluxo elevado de pessoas, muitas vezes com dificuldades de locomoção, circulando em suas dependências, e que exigem uma verdadeira estrutura hoteleira, prestando serviços dos mais variados tipos. Como exemplo, podem ser citados serviços altamente especializados, como os serviços de farmácia, laboratórios, lavanderias, restaurantes, acomodação hospitalar, entre outros. Todos de uso contínuo e na maioria das vezes funcionando 24 horas por dia (Karmam, 1994).

Tendo uma missão complexa a cumprir para a sociedade, podendo chegar ao suporte à vida, o EAS precisa que suas instalações e equipamentos mantenham funcionalidade plena no desempenho de suas atividades sem riscos ou danos à saúde e à segurança do usuário, seja da equipe clínica e de enfermagem ou do paciente e seus acompanhantes.

Manter o EAS funcionando plenamente, exige uma manutenção em todos os níveis (infra-estrutura e equipamentos) considerada fundamental no apoio a todas as atividades hospitalares. Por mais qualificados que sejam, os profissionais da saúde serão afetados na segurança e desempenho de suas funções, se não houver a garantia de funcionalidade de equipamentos e instalações (Pentón e Matínez, 2001).

A manutenção pode ser definida 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, 1994)

No EAS a manutenção tem de ser bem planejada, executada e controlada. Manter o equipamento eletromédico funcionando é o objetivo que se deseja alcançar por meio de boas práticas de manutenção, das quais têm-se vários exemplos na experiência da indústria. Neste trabalho considera-se funcionando o equipamento que esteja em condição de uso (601) (ABNT, 1994) pleno conforme as especificações técnicas previstas pelo fabricante.

Segundo Lamberti e colaboradores (1997), o maior problema de países em desenvolvimento, no que tange à tecnologia médico-hospitalar, não é a sua escassez, ou seja, falta do número suficiente de equipamentos no EAS, mas a sua indisponibilidade, ou seja, o equipamento existe, porém não está funcionando, podendo representar 75% da tecnologia existente. Isso se deve à falta de infra-estrutura adequada para instalações (não atendendo aos requisitos do equipamento), falta de orientação aos operadores ou paradas não solucionadas por falta de peças, documentação técnica e qualificação da equipe técnica. (Bronzino, 1992).

A manutenção corretiva geralmente inicia-se com a solicitação do usuário, portanto é preciso estabelecer quem são as pessoas que estão diretamente ligadas ao uso de tecnologia no EAS. Tendo como principal missão prestar assistência à saúde do paciente, o EAS possui equipes médicas e de enfermagem, usuárias de tecnologia, em particular dos equipamentos eletromédicos, na condição de usuários e operadores.

## 2.1 – Definições:

Por meio da **NBR IEC** 60601-1 (ABNT, 1994) podemos definir que:

### 2.1.1 - PACIENTE

Qualquer pessoa, ou animal, sujeita a uma investigação médica ou odontológica ou a um tratamento. (2.12.4)

### 2.1.2 – USUÁRIO

Autoridade responsável pela utilização e manutenção do equipamento. (2.12.13)

### 2.1.3 – OPERADOR

Pessoa que trabalha com o equipamento. (2.12.17)

### 2.1.4 - EQUIPAMENTO ELETROMÉDICO

É o equipamento elétrico dotado de não mais de um recurso de conexão a uma determinada rede de alimentação elétrica e destinado a diagnóstico, tratamento ou monitoração do paciente, sob supervisão médica, que estabelece contato físico ou elétrico com o paciente, ou recebe a que dele provém, e/ou detecta esta transferência de energia (ANVISA, 1994).

### 2.1.5 - EQUIPAMENTO MÉDICO HOSPITALAR

Equipamento de apoio médico–hospitalar - Equipamento ou instrumento de uso médico, odontológico ou laboratorial destinado a fornecer suporte a procedimentos diagnósticos, terapêuticos ou cirúrgicos (ABNT, 1991).

### 2.1.6 - EQUIPAMENTO DE DIAGNÓSTICO

Equipamento, aparelho ou instrumento de uso médico, odontológico ou laboratorial, destinado à detecção de informações do organismo humano para auxílio a procedimento clínico (ANVISA, 1994).

### 2.1.7 - EQUIPAMENTO DE TERAPIA

Equipamento, aparelho ou instrumento de uso médico, odontológico ou laboratorial, destinado ao tratamento de patologias, incluindo a substituição ou modificação da anatomia ou do processo fisiológico ou organismo humano (ANVISA, 1994).

## 2.2 MANUTENÇÃO:

Ambiente extremamente complexo, o EAS deve ser capaz de atender às necessidades destas pessoas e para isto precisa disponibilizar alguns recursos, conforme mencionado anteriormente, tais como, manter a funcionalidade dos equipamentos eletromédicos.

Estes recursos devem ser mais bem conceituados. Por exemplo, para garantir que os equipamentos eletromédicos estejam em condições de uso é necessária uma estrutura capaz de prestar Manutenção.

A manutenção tem por finalidade, reduzir ao máximo o tempo de parada do equipamento e se possível evitá-la. Para tal, esta atividade pode ser realizada em duas modalidades:

### 2.2.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA

Consiste em atividades de correção de falhas nos equipamentos que apresentam irregularidades durante o uso ou estejam fora de serviço.

### 2.2.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Consiste na elaboração de programas de manutenção prévios para os equipamentos visando evitar que eles falhem em uso, quando utilizados em rotina e "check list" previamente definidos pelo fabricante. Deve ser realizada em equipamentos "funcionando" ou então, será corretiva.

Estatisticamente, uma manutenção programada de um equipamento eletromédico pode aumentar a produtividade de um serviço em torno de 25%, diminuindo os custos de manutenção em até 50% e adicionando, aproximadamente, 50% de vida útil ao equipamento. (Webster e Cook, 1979).

Sob o ponto de vista de natureza de serviços pode-se identificar dois tipos de manutenção no ambiente hospitalar: Predial – responsável em manter as edificações e a infra-estrutura como um todo (água, energia, caldeira, esgoto, oxigênio, ar comprimido, vácuo) e manutenção de equipamentos – que mantém os equipamentos médicos e de apoio (ar condicionado, autoclave, entre outros).

A manutenção hospitalar predial pode ser dividida em corretiva ou preventiva, com suas atividades desenvolvidas nos centros de manutenção hospitalar.

A manutenção de equipamentos, também, se divide em manutenção corretiva e manutenção preventiva e suas atividades são desenvolvidas no Departamento de Engenharia Clínica, o qual possui espaços dedicados a atividades gerenciais e técnicas.

### 2.2.3 MANUTENÇÃO CORRETIVA HOSPITALAR

A Manutenção Corretiva Hospitalar caracteriza-se pelo reparo ou conserto do equipamento médico hospitalar sempre após a falha, podendo estar o aparelho em uso parcial de suas funções ou completamente parado.

Também conhecida como manutenção por demanda, por quebra ou manutenção imprevista que ocorre em função de uma falha, por exemplo, em um equipamento eletromédico.

A ABRAMAN (2001) elaborou documento sobre a situação da manutenção corretiva no Brasil. A manutenção corretiva hospitalar representa 27,92% dos recursos dos hospitais privados do equipamento contra 10% que é a prática nacional da indústria.

Esse dado reforça a idéia da presença da manutenção corretiva nos EAS onde dificilmente será encontrada uma estrutura de manutenção que não a utiliza, mesmo que em baixa escala. (Santos, 2000).

Para ocorrer manutenção corretiva é muito importante uma parceria entre a equipe técnica e o cliente.

Seja o médico, o técnico ou enfermeiro, o operador do equipamento eletromédico, este será a pessoa que usa o equipamento cotidianamente e, portanto, que conhece o aparelho, suas funções e sabe indicar bem qual é o defeito quando o mesmo deixa de funcionar, pois ao solicitar os serviços do Departamento de Engenharia Clínica, menciona, com propriedade, o que esta ocorrendo com o equipamento.

"O primeiro passo é a colaboração do operador do equipamento, o qual trabalha com o mesmo diariamente, estando acostumado às suas particularidades, podendo ajudar a diagnosticar problemas causados ao operá-lo".(Bronzino, 1992).

A solicitação para reparos do equipamento normalmente vem do operador. Com base nela serão feitos os seguintes procedimentos:

- Abertura de ordem de serviço, usualmente o número de identificação ou controle.
- Providenciar o maior número de informações possíveis a respeito do problema.
- Identificar o operador e o tempo de mau funcionamento.
- Dar o tempo e data de mau funcionamento.
- Fornecer a localização do equipamento, o departamento, o ponto de contato e o número de telefone.
- Distribuição da ordem de serviço aos técnicos.
- Atendimento técnico.
- Reparo e devolução do equipamento ao funcionamento.

Estas ordens de serviço servirão para construção do histórico do equipamento.

Visando otimizar o custo de manutenção corretiva, a equipe técnica deverá possuir o histórico do equipamento, contendo períodos de inspeção, manutenções realizadas ou performance do equipamento que ajudarão, na otimização de ações praticadas com a finalidade de redução do tempo de reparo.(Hertz, 1990).

Nesse estudo, conforme o tipo de defeito, a manutenção corretiva poderá ser dividida em três níveis, dependendo do seu grau de complexidade.

**2.2.3.1 Primária ou Primeiro Escalão:**

São aquelas em quem as faltas ou defeitos estão associados a fatores simples tais como defeitos em acessórios (cabos de monitores e canetas de bisturi) e erros de operação. Este tipo de manutenção é normalmente fácil, do ponto de vista tecnológico, permitindo reparo de todas as faltas ou defeitos, não exigindo mão de obra altamente especializada podendo ser feito com baixo custo e complexidade de instrumentação. Quando praticada deve ser muito bem registrada, identificando as causas de parada e os procedimentos de correção dados valiosos na prevenção de novas paradas do equipamento, que possibilitam que a próxima intervenção de manutenção corretiva seja feita de forma mais precisa e eficiente.

#### 2.2.3.2 Secundária ou Segundo Escalão:

São aquelas em que as faltas ou defeitos se deve a problemas em partes internas do equipamento, possivelmente placas eletrônicas, que podem ser reparadas, pois possuem tecnologia discreta de posicionamento de componentes eletrônicos. Na ocorrência desse tipo de manutenção o equipamento ficará parado e sujeito à intervenção de um profissional técnico com conhecimentos específicos das tecnologias e produtos, sendo necessário material específico (estoque de partes e/ou peças) e manuais de manutenção do fabricante, além de um investimento em instrumentação de médio custo como osciloscópios, estações de solda, analisadores de bisturis, analisadores de ventiladores, etc.

#### 2.2.3.3 Terciária ou Terceiro Escalão:

São aquelas em que as falhas se devem a problemas em partes internas do equipamento, possivelmente placas eletrônicas que para serem reparadas exigem altíssima qualificação, pois se tratando de tecnologias correntes usam componentes montados em superfícies das placas , motivo pelo qual toma-se mais rápido o reparo do equipamento ser feito com substituição da placa do que tentar consertá-la, o que exigiria uma instrumentação de alto custo com estações próprias para este tipo de solda que requer controle preciso da temperatura de trabalho e mão-de-obra altamente qualificada, uma vez que são de tecnologias de alta complexidade.

Em sistemas como tomógrafos computadorizados ou ressonâncias magnéticas ou ainda laboratório automatizado de análise, para os quais as correções de possíveis falhas estejam ligadas ao programa fonte, cujo custo é altíssimo ou mão de obra muito especializada e cara sendo, então, melhor contar com empresas externas, em função de sua alta complexidade, custos de treinamento e testes finais do equipamento (Bronzino, 1992).

## 2.3 Método de Pareto

Classificando-se os defeitos dos equipamentos eletromédicos seguindo critério de complexidade de manutenção, anteriormente definido, em baixa, média e alta, percebe-se que os mesmos podem ser agrupados conforme sua freqüência de ocorrência.

Mas tendo sua distribuição gráfica traçada, permanece a dúvida de quais ocorrências são realmente importantes, e destas, quais devem ser prioritariamente trabalhadas.

Tais questões chamaram atenção para a utilização de uma ferramenta de qualidade, conhecida por Método de Pareto.

O economista italiano Vilfredo Pareto, em 1870 graduou-se em Engenharia. Estudou filosofia e a política e escreveu muitos artigos periódicos tornando-se o primeiro a analisar problemas econômicos com ferramentas matemáticas.

Pareto trabalhou no Politique d Economie de Cours (1896—1897), jornal de economia francês, onde inclui sua lei de distribuição de renda, uma formulação matemática em que tentou provar que a distribuição de renda e riqueza na sociedade não é aleatória e que segue um padrão consistente e repetitivo historicamente, em todas as partes do mundo e em todas as sociedades. (Bluden,189?)

Outra contribuição de Pareto é a teoria da produtividade marginal da distribuição, indicando que existem falhas na distribuição de renda quando há uma competição imperfeita.

Para Pareto o equilíbrio de uma sociedade é meramente uma solução a um jogo de equações simultâneas, e descobriu que isto valia tanto para sociedades socialistas quanto de mercado livre.

Em seu Politique de Manuale di Economia (1906) e do d Economie de Manuale (1909 – uma tradução do artigo precedente, mas com um apêndice matemático completamente novo) desenvolveu mais a teoria de economia pura. Neste livro colocou os fundamentos da economia de bem estar moderna com seu conceito de otimização, elucidou o que hoje é chamado de principio de Pareto ou 80/20. Quando elucidou o princípio, estabeleceu que 80% das terras italianas eram possuídas por 20% da população. Pareto publica seu Tratado de Sociologia Geral, em 1916 um pouco antes de sua morte em 1923, em Genova (Bluden, 189?).

Em 1937 o pioneiro da gerência de qualidade, Dr. Joseph Juran, trabalhando nos Estados Unidos reconheceu um princípio universal que chamou "vital poucos e trivial muitos" em um de seus trabalhos ele observou que poderia aplicar o Princípio de Pareto não só para economia, mas para uma variedade de outras análises. "Vital poucos", significava que 20% de algo são responsáveis por 80% , dos resultados. Principio de Pareto ou régua do 80/20 propondo o método de análise de Pareto (Gassner, 2006).

No inicio do século passado, começam a surgiram ferramentas de controle de qualidade que no final do século passado evoluem para o sistema gerencial denominado Gestão pela Qualidade Total (GQT), surgindo no Brasil como oportunidade de se reduzir sensivelmente as perdas provocadas pelos sistemas tradicionalmente utilizados pelas empresas. (Dellaretti, 1996)

....A CGT é o controle exercido por todas as pessoas para a satisfação de todas as pessoas.(Campos, 1994)

As sete ferramentas que são apresentadas para controle da qualidade são:(Vieira e Wada,1991)

1- Diagrama de Pareto;

2- Diagrama de Causa e Efeito;

3- Estratificação;

4- Folha de Verificação;

5- Histograma;

6- Diagrama de Dispersão;

7- Gráficos de Controle.

### 2.3.1 Análise de Pareto

A análise de Pareto é um método simples e poderoso para o gerenciador, pois o ajuda a classificar e priorizar os seus problemas. O princípio de Pareto é uma técnica universal para separar os problemas em duas classes: os poucos fatores vitais e os outros são muitos, mas triviais. (Campos, 1994). O que significa que um ou dois elementos são responsáveis por 80% a 90% dos resultados atingidos. A análise de Pareto se inicia com a construção da carta de Pareto que é um formulário e a partir do qual se constrói um gráfico de barras que é usado para indicar a importância relativa dos problemas em função de suas ocorrências.

Uma Carta de Pareto é usada para:

- Mostrar fatores que são mais críticos em termos de importância e de freqüência (exemplo: Quais defeitos nos equipamentos eletromédicos causam o maior número de ordens de serviço?).
- Expressar os problemas estratificados apontando suas causas, permitindo estabelecer a prioridade para iniciar um eficiente ataque aos problemas (exemplo: a solução de quais defeitos primeiramente poderá reduzir o maior número de equipamentos eletromédicos em manutenção corretiva?).
- Analisar problemas ou causas por agrupamento de diferentes dados (por exemplo: pelo tipo de defeito, pela complexidade de resolução, pelo tipo de uso do equipamento eletromédico).
- Analisar, antes e depois, o impacto das mudanças feitas em um processo (exemplo: Quais as queixas dos usuários antes e depois com relação à manutenção corretiva, comparar tempo de parada antes e depois , ocorreu redução?).

### 2.3. 2 Etapas para construir um Gráfico de Pareto:

1. Determinar a categoria de problemas ou de causas a serem comparados. Por exemplo, defeitos em cabo de paciente do eletrocardiógrafo e número de ordens de serviço no EAS em um determinado período.
2. Selecionar o período de tempo a ser estudado. Por exemplo, período de 25 meses ou 02 anos.
3. Colocar os dados numa tabela nela estabelecer uma coluna que será o tipo de defeito e em outra, a freqüência de ocorrência desses, onde serão anotados os totais de cada conforme figura 03.
4. Elaborar o gráfico de barras por ordem do maior para a menor freqüência de ocorrências dos defeitos.

   Onde ESD significa número de ordens de serviço que correspondem a Sem Defeitos (364) nos eletrocardiógrafo e ECAL, calibração (11), mostrado na figura 03.

| Código | Defeito | Número de equipamentos CSSM | Número de equipamentos CAISM |
|---|---|---|---|
| ECP | Cabo Paciente ECG | 364 | 08 |

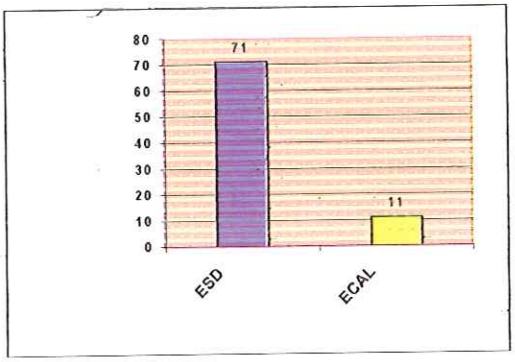



**Figura 03:** Exemplo de elaboração de tabela e gráfico de barras usado em Pareto.

Para ilustrar melhor, em um hospital fictício foram levantadas 100 solicitações de conserto. Com o objetivo de preparar os procedimentos de manutenção corretiva, para reduzir o tempo de parada dos equipamentos eletromédicos, as ordens de serviço foram agrupadas em função do tipo de defeito e da freqüência de ocorrência, conforme apresentado na figura 04.

| | |
|---|---|
| Cabo Paciente ECG | 55 |
| Cabo Paciente Monitor | 30 |
| Porta de Incubadora | 12 |
| Cabo Força | 03 |

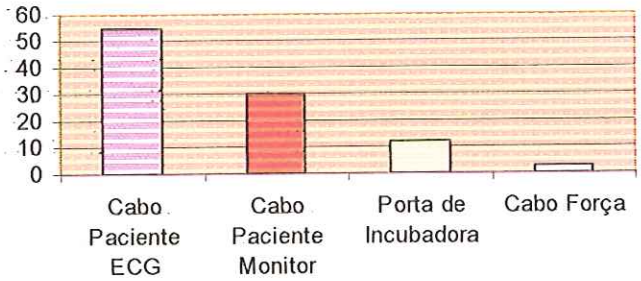



**Figura 04:** Tabela e gráfico usados como Ferramenta de Pareto.

Como resultado da análise protocolos de manutenção foram estabelecidos para cabo paciente do eletrocardiógrafo e cabo paciente do monitor cardíaco, corrigiu-se 85% dos defeitos, liberando para uso em tempo mais rápido estes equipamentos eletromédicos.

Utilizando a Ferramenta de Pareto é possível priorizar a ação a ser tomada para produzir resultados mais eficazes na solução do problema analisado. Também podê-se observar que poucos fatores são relevantes (ou seja, vitais), sendo responsáveis por cerca de 80% dos resultados. Por outro lado, muitos fatores são responsáveis pelos outros 20% dos resultados, sendo menos relevantes (ou seja, triviais), não produzindo um efeito expressivo.

## 3 – Material e Métodos:

Há grande variedade de equipamentos eletrônicos em um EAS, com diferentes aspectos de construção, onde se emprega desde simples até altíssima tecnologia, e que para seu bom funcionamento necessita mecanismos constantes de manutenção, que podem ser de correção e/ou de prevenção de possíveis defeitos. Uma população diversa de equipamentos pode apresentar grande quantidade de defeitos dos mais variados tipos quanto à complexidade de correção.

Neste estudo foram analisadas as manutenções corretivas de dois EAS, a Casa de Saúde Santa Marcelina (CSSM) e o Centro de Atenção Integral a Saúde da Mulher (CAISM), através dos arquivos de ordens de serviço entre setembro de 2001 a outubro de 2003.

Dentre estas ordens de serviço (OS) foram escolhidas as que se referiam aos seguintes equipamentos eletromédicos: Eletrocardiógrafo, Monitor Cardíaco, Unidade eletrocirúrgica e Incubadoras, no período descrito acima. Estes equipamentos são amplamente utilizados em ambos EAS, além de pertencerem dois a grupos de diagnóstico e dois, de tratamento. Cada ordem de serviço foi classificada quanto à complexidade da manutenção requerida para que o equipamento voltasse a funcionar adequadamente, também foram atribuídos códigos aos defeitos apresentados. A complexidade foi classificada em baixa, média e alta.

O número de requisições de manutenção corretiva de equipamentos eletromédicos motiva a necessidade de classificação dos defeitos que levam os mesmos a parar de funcionar.

Foi possível notar que o maior número de solicitações de serviço são para conserto de acessórios, tais como cabo paciente e canetas de unidades eletrocirúrgicas, uma vez que isto possa ser comprovado, existirá a possibilidade

de se estabelecer um modelo de atendimento de manutenção corretiva para a real situação do EAS.

Usando-se a ferramenta de qualidade de Pareto, pela qual fica definida uma distribuição com concentração de ordens de serviço para um tipo de defeito, pode-se analisar a manutenção feita quanto ao grupo de defeitos e complexidade.

Definir os principais defeitos e sua complexidade de manutenção permite traçar um plano de ação, que reduzirá tempo de parada, permitindo aumentar a efetividade do serviço.

Após a escolha dos equipamentos eletromédicos, foram estudadas 2227 ordens de serviço, dessas 1713 eram provenientes da CSSM e 514, do CAISM. Entre os equipamentos a distribuição foi a seguinte: Eletrocardiógrafos - 583; Monitor Cardíaco - 578; Unidade eletrocirúrgica - 750; Incubadora neonatal - 316. A tabela seguinte mostra a distribuição.

**Tabela 01**: Distribuição das Ordens de serviço entre Equipamentos Eletromédicos e as Unidades de Saúde.

| EQUIPAMENTOS / ORDEM DE SERVIÇO | CSSM | CAISM | TOTAL |
|---|---|---|---|
| **Eletrocardiógrafo** | 553 | 30 | 583 |
| **Monitor Cardíaco** | 415 | 163 | 578 |
| **Bisturi Elétrico** | 646 | 104 | 750 |
| **Incubadora Neonatal** | 99 | 217 | 316 |
| **Total Geral** | 1713 | 514 | 2227 |

Tendo 2227 ordens de serviço é necessário analisar estes dados de modo a traçar o perfil do serviço de manutenção corretiva de melhor custo-efetividade a ser adotado no EAS, através de um estudo entre o número de ordens de serviço e a freqüência de ocorrência de cada tipo de defeito.

Para analisar e conhecer o processo de manutenção existente se faz necessário utilizar uma ferramenta de controle de qualidade, que seja capaz de manipular os dados de modo a fornecer o comportamento do processo. Uma ferramenta de boa aplicação para este tipo de análise na esfera industrial é o gráfico de Pareto, assim foi trazido seu conceito à realidade tecnológica médico-hospitalar.

Pareto diz que para uma grande quantidade de dados a melhor forma de análise é agrupar. Nesse estudo os defeitos foram relacionados em função de sua freqüência de ocorrência, dispondo os resultados em gráficos é possível identificar os principais defeitos e suas respectivas complexidades, sendo que de acordo com o seu principio 20% dos tipos de defeitos serão responsáveis por 80% do número de ordens de serviço.

Para que fosse possível aplicar esta ferramenta de controle de qualidade, os defeitos foram codificados da seguinte forma:

Adotada a primeira letra de cada família de equipamentos, seguido de letras iniciais dos defeitos registrado em cada ordem de serviço, os dados foram levantados pelo tipo de defeitos (Vieira e Wada,1991)

Estes defeitos foram classificados também quanto a complexidade conforme as definições feitas neste estudo para primeiro escalão (baixa complexidade), segundo escalão (média complexidade) e terceiro escalão (alta complexidade).

Os dados obtidos foram tabelados, conforme apresentados nos resultados e apresentados graficamente, na disposição descrita por Pareto, com a finalidade de visualizar melhor os defeitos de maior freqüência de ocorrência, .

Também sendo possível, verificar qual complexidade de manutenção corretiva é a mais comum a ser empregada em cada EAS, o ajuda no objetivo de montar um serviço de manutenção corretiva, podendo-se tomar como ponto de partida o perfil levantado das instituições e com isto, direcionar ações para criar uma assistência técnica eficiente.

## 3.1 - Eletrocardiógrafo

São chamados eletrocardiógrafos os equipamentos capazes de captar os sinais elétricos gerados pelo coração e fazê-los visíveis, através da impressão dos mesmos no papel. Todo eletrocardiógrafo é um registrador gráfico da atividade elétrica do coração (Scarpini, 2005). O eletrocardiograma avalia o ritmo e sinais de sobrecarga cardíaca.

(A) (B) (C)

**Figura 05:** A) Eletrocardiografia sendo realizada em mulher na CSSM. B) Destaque para os eletrodos no corpo do paciente. C) Traçado eletrocardiográfico impresso no papel.

O coração é uma bomba eletromecânica, e para bombear o sangue, necessita de um estímulo elétrico o qual normalmente é gerado em uma região denominada de nó sinusal (este é o marcapasso natural do nosso coração). O nó sinusal gera de 60 a 80 pulsos em repouso, a cada minuto sendo que, estes estímulos são entregues a cada célula cardíaca através de uma sofisticada rede de distribuição composta por nervos especiais chamado de sistema de condução, permitindo então a contração do coração (Mateos et al, 2005).

Em 1843 Dubois-Reymond descreveu "um potencial de ação" no coração que acompanha cada contração muscular. Trinta anos depois, 1873, Gabriel Lippman inventa o Eletrômetro Capilar, que consistia em um capilar de vidro com mercúrio e ácido sulfúrico, onde se formava um menisco que era observado por um microscópio. As três fases da atividade cardíaca (ondas P, QRS, T) são descritas em 1891. Em 1895, Willem Eithoven, médico holandês, aperfeiçoa o Eletrômetro de Lippman e descreve cinco deflexões. Clement Ader cria o galvanômetro de corda em 1897. Eithoven cria o primeiro eletrocardiógrafo com galvanômetro de corda em 1901, sendo o inventor do eletrocardiograma, também descreve o Triângulo de Eithoven.

Apenas em 1950 surgem os primeiros eletrocardiógrafos transistorizados e em 1966 começa-se a utilizar computadores para o reconhecimento de padrões de diagnóstico automático (Mühlem, 2003).

Os sinais eletrocardiográficos podem ser medidos em qualquer ponto da superfície do corpo, porém sempre se utilizam pontos convencionais com o objetivo de uniformizar os procedimentos de registro. O Triângulo de Eithoven é o método mais convencional para o registro eletrocardiográfico e emprega três derivações "standard" de Eithoven, que estabelecem que o coração se comporta como um dipolo elétrico situado no centro de um triângulo eqüilátero. Os lados do triângulo se denominam derivações DI, DII e DIII. Empregando o Triângulo de Eithoven registra-se o potencial entre o braço direito e o braço esquerdo, braço direito e a perna esquerda e o braço esquerdo e a perna esquerda (Unidad de Gestión de Tecnologías en Salud, 2005).

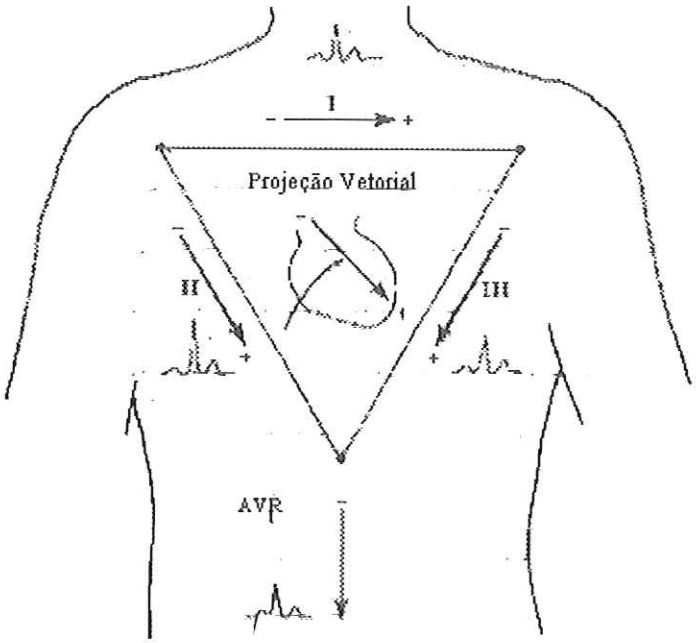



**Figura 06:** Esquema do Triângulo de Eithoven.

É importante constatar que o coração, durante sua atividade, age como um gerador de correntes elétricas e que estas correntes, espalhando-se no meio do condutor que é o coração, geram potenciais elétricas cuja evolução no tempo e no espaço podem ser aproximadamente previstas. Assim funciona o eletrocardiograma que nada mais é do que o registro das variações do potencial elétrico do meio extracelular decorrentes da atividade cardíaca. O ECG consiste de ondas características (P, Q, R, S e T) as quais correspondem a eventos elétricos da ativação do miocárdio. A onda P corresponde à despolarização atrial, o complexo QRS à despolarização ventricular e a onda T a repolarização dos ventrículos. A convenção internacional adotada para o ECG determina que as deflexões para cima são positivas e as deflexões para baixo são negativas.

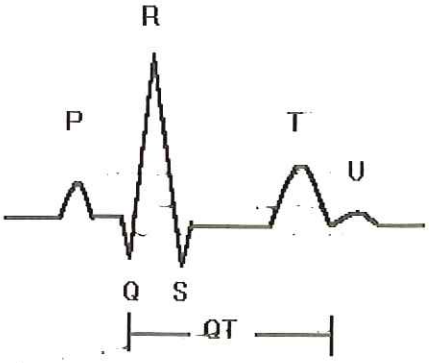



**Figura 07:** Traçado normal de um eletrocardiograma.

O eletrocardiograma é um exame de triagem onde qualquer suspeita de problema na função cardiovascular com o paciente é verificado e permite que a equipe clínica adote ações necessárias a prestação do socorro.

Nas unidades de terapia intensiva (UTI) e em situações de emergência dentro do EAS, onde o paciente tenha sido desfibrilado ou cardiovertido é procedimento usual a solicitação do eletrocardiograma para confirmação do restabelecimento das funções cardíacas.

Assim sendo o exame realizado pelo eletrocardiógrafo é essencial para diagnóstico de vida e de morte do indivíduo.

O esquema abaixo mostra como funciona um eletrocardiógrafo com a demonstração da linha de amplificação do sinal do paciente e registro escrito.

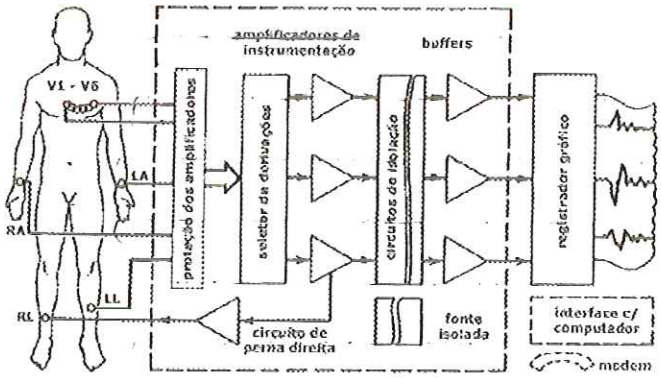



Figura 08: Diagrama esquemático do eletrocardiógrafo. Fonte: Gema, 2002

### 3.2 - Monitor Cardíaco

O Monitor Cardíaco tem como prioridade, no monitoramento do eletrocardiograma, a detecção do complexo QRS e não a morfologia do sinal registrado, como é no eletrocardiógrafo.

(A) (B) (C)

Figura 09: A) Monitor cardíaco em uso, registrando a onda QRS. B) Homem em leito de UTI sendo monitorado, destaque para os eletrodos no corpo do paciente. C) Cabos do monitor cardíaco ligados à energia elétrica e ao paciente.

O Monitor Cardíaco tem como prioridade, no monitoramento do eletrocardiograma, a detecção do complexo QRS e não a morfologia do sinal registrado, como é no eletrocardiógrafo.

Para tanto a faixa de freqüência do Monitor Cardíaco está entre 0,5Hz e 40Hz, enquanto que no eletrocardiógrafo está entre 0,05Hz e 100Hz. O cardiotacômetro, que é o display de batimentos cardíacos e que fornece apenas a taxa de batimento cardíaco, trabalha com faixa ainda mais estreita de 08Hz a 24Hz ou ainda entre 12Hz e 21Hz (GEMA, 2002).

Há Monitores Cardíacos portáteis e alimentados por bateria, que são utilizados em transporte, por exemplo, em ambulâncias; Monitores Cardíacos usados em centros cirúrgicos e UTI e os de telemetria, além de sistemas mais complexos, como monitores de arritmia cardíaca e cardioversores.

Os Monitores Cardíacos são normalmente utilizados na UTI para acompanhamento contínuo da evolução do paciente. São usados no centro cirúrgico para fornecer parâmetros cardíacos (ondas QRS e freqüência) ao médico anestesista, no período em que o paciente está sob ação anestésica. Outros serviços como a hemodinâmica e tomografia também fazem uso freqüente dos Monitores Cardíacos a fim de que se acompanhe o funcionamento do coração e que se intervenha frente a qualquer resposta não adequada do mesmo. Em poucas palavras o Monitor Cardíaco monitora se o coração está batendo ou não.

O esquema abaixo mostra como funciona um monitor cardíaco com a demonstração da linha de amplificação do sinal do paciente e registro em tela.

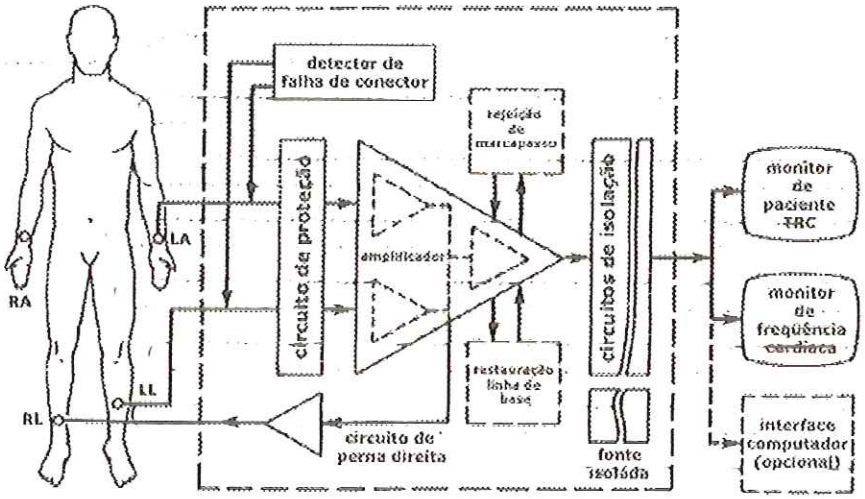



Figura 10: Diagrama esquemático do monitor cardíaco. Fonte: Gema, 2002

## 3.3 - Unidades Eletrocirúrgicas

As Unidades Eletrocirúrgicas de alta freqüência (UEC), também conhecidas como bisturi elétrico, são equipamentos eletrônicos que provocam a passagem de correntes de alta freqüência por tecidos biológicos para obter efeitos específicos de corte e coagulação. (Nóbrega e Silva, 2003).

A utilização e freqüências superiores a 0,3 MHZ evita estimulação indesejável dos nervos e dos músculos que seria provocada caso fosse utilizada corrente de baixa freqüência. Normalmente não são utilizadas freqüências superiores a 5 MHZ, de modo a minimizar os problemas associados às correntes de fuga de alta freqüência. (NBR IEC 60601-2-2, 1998).

(A) (B) (C)

**Figura 11:** Unidade Eletrocirúrgica em uso. A) equipe de cirurgiões em neurocirurgia. B) cirurgia hepática. C) Vista do centro cirúrgico, unidade eletrocirúrgica em destaque, ao fundo monitor cardíaco, aparelho de anestesista e médico anestesista.

Desde 3000 a.C. já existem descrições do uso do calor através de ferramentas aquecidas no fogo para estancar sangramentos. Em 1891, foi documentada a passagem de corrente elétrica de alta freqüência (gerada por centelhamento) pelo corpo humano sem a manifestação de dor ou estimulação neuromuscular, por D'Arsonval. Em 1908 foi construído o primeiro oscilador eletrônico usando válvulas termo-iônicas. Bovie comercializou o primeiro "bisturi elétrico", em 1929. Somente na década de 70, com o advento dos transistores foi possível a construção de equipamentos de eletrocirurgia menores, compactos e melhores adaptados aos centros cirúrgicos e ambulatórios.

Na década de 90 os circuitos usando microprocessadores permitem monitorar e controlar continuamente a potência que circula pelo paciente, aumentando a segurança e a eficiência dos equipamentos (Mühlen, 2002).

Em princípio a eletrocirurgia está baseada no rápido aquecimento do tecido (Eggleston e Maltzahn, 2003). Nas UEC o calor destrói os tecidos, isto não é produzido pelo contato, mas pelo aquecimento, ocorrendo uma conversão de energia elétrica em calor no tecido biológico.

Os tecidos vivos representam uma impedância, que é a relação entre a queda de tensão através de um elemento do circuito e a corrente que o atravessa. Nesses tecidos a impedância variam de 500□, em tecidos vascularizados, a muitos milhares de ohms em gorduras, cartilagens ou ósseos.

O corte é realizado com aplicação contínua de ondas senoidais; já a coagulação é feita com uma série de "pacotes" de ondas senoidais. Deste modo o cirurgião pode selecionar uma destas formas de onda ou fazer uma combinação delas para assim obter o efeito desejado (Bronzino, 1996).

Uma UEC possui comandos de ajuste para o tipo de modo de saída monopolar ou bipolar, e também para a seleção dos efeitos desejados (corte, coagulação ou ambos), além de alarmes de monitoração do eletrodo de retorno (placa), tecnologia conhecida como REM ("return electrode monitor"), o qual mede a impedância elétrica do eletrodo de retorno.

a) Eletrocirurgia monopolar é aquela em que o cirurgião corta e/ou coagula utilizando um cabo e um eletrodo ativo (caneta) que faz passar corrente produzindo efeitos de rádio-freqüência no tecido. O retorno da corrente ocorre através do eletrodo passivo (placa) e pelo cabo de retorno.

O efeito térmico é produzido pela passagem de corrente através da resistência elétrica do tecido, portanto quanto maior a sua densidade ao atravessar o tecido maior será o efeito térmico provocando corte e/ou coagulação. Por este motivo o eletrodo de retorno possui grande área de contato, que reduz a densidade e o efeito térmico, evitando queimaduras no paciente (Eggleston e Maltzahn, 2003).

b) Eletrocirurgia Bipolar é aquela em que são usados dois eletrodos ativos em contato simultâneo com o tecido biológico em forma de uma pinça, de modo que a energia fornecida pelo gerador é aplicada no tecido colocado entre as duas pontas da pinça (Nóbrega e Silva, 2003). Este tipo de técnica é usado em cirurgias de emprego de menor potência da ordem de 70 W, onde não pode ocorrer muita dispersão de correntes, por exemplo, as neurocirurgias (GEMA, 2002).

c) Coagulador com Fluxo de Argônio que é aquele que funciona como um pincel de corrente no eletrodo ativo, varrendo o tecido muito vascularizado o que facilita sua coagulação.

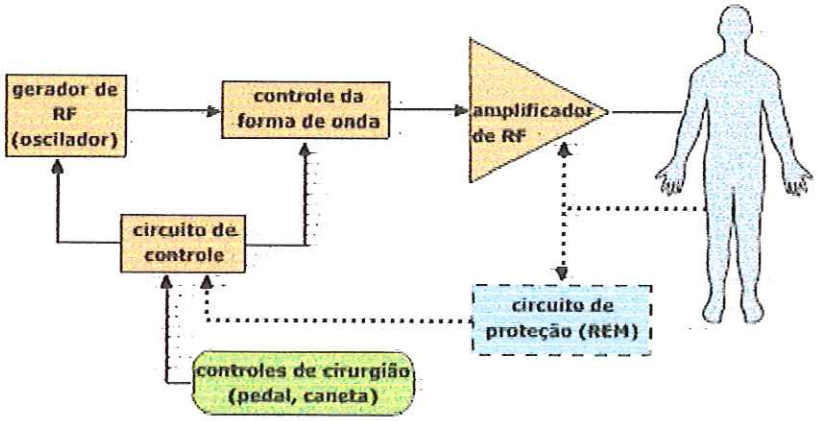



**Figura 12: Diagrama de blocos de um esquema de funcionamento das UEC.**

Na figura 12 temos o circuito de controle acionado pelo cirurgião ativa o gerador de RF (fonte de transistores) que produz a saída senoidal contínua que é controlada em sua forma e alimenta o amplificador de RF. Existe ainda o circuito de proteção (REM). Fonte: GEMA,2002.

Em contraposição aos bisturis de lâminas, as unidades eletrocirúrgicas permitem fazer o corte e a coagulação simultaneamente, além de facilitar o acesso a locais cirúrgicos complicados e muito vascularizados, inclusive diminuem o risco de vida de pacientes que foram submetidos a tratamentos com anticoagulantes; diminui o risco de disseminação de células doentes, como as neoplásicas malignas, uma vez que são destruídas pelo calor; controlam o sangramento durante a cirurgia melhorando a visualização do campo cirúrgico e reduz a perda de sangue do paciente.

### 3.4 - Incubadora Neonatal:

Os recém nascidos precisam de três condições adequadas para que possam manter a vida: temperatura, hidratação e glicemia. Em alguns casos o bebê não consegue manter essas condições de forma adequada, como os prematuros, fazendo-se necessária intervenção de uma equipe multidisciplinar para garantir a sua vida.

(A) (B) (C)

**Figura 13:** A) Incubadora neonatal em uso. B) paciente em destaque, observar que se tem visão total do neonato. C) UTI neonatal, a direita há uma bomba de infusão, ao alto, um monitor cardíaco.

Até meados do século XIX, as crianças eram ignoradas pelos médicos, não existiam instituições que se dedicassem aos cuidados delas e assim eram altas as taxas de mortalidade infantil, principalmente entre os recém nascidos prematuros. (Rodrigues e Oliveira, 2004).

Diante das altas taxas de mortalidade adicionadas da queda nas taxas de natalidade, na população européia surgiu o receio de despovoamento e vulnerabilidade da defesa nacional, nesta época, surgiu na Europa um movimento pela saúde da criança entre 1870 e 1920, que tinha como objetivo preservar a vida de todas as crianças. Este movimento ficou registrado como um dos primeiros momentos da medicina neonatal. Com todo esse movimento social, o cuidado preventivo passou a ser praticado, maternidades foram ampliadas e incubadoras foram fabricadas (LUSSKY, 1999).

Um dos principais sinais de complicação do recém nascido é a hipotermia, sendo este um fator que aumenta severamente o gasto metabólico e consumo de oxigênio pelo neonato. A conservação de energia através de suporte térmico nos neonatos é crítica, tendo em vista que a fadiga por frio pode causar falta de oxigênio, hipoglicemia, acidose metabólica, queda nos níveis de glicogênio. No momento do nascimento o bebê se encontra em condições muito desfavoráveis para manter sua temperatura somática normal, sabe-se que sua resposta metabólica ao frio é deficiente nas primeiras horas. (Ruiz, 2003). Os bebês prematuros são mais susceptíveis a problemas respiratórios e com isso, muitas vezes, os pulmões não terão condições de suprir a quantidade de oxigênio suficiente para se manter a criança aquecida.

Antes do ano 300dC, na China e no Egito, para manter a temperatura dos bebês eram construídas grandes salas aquecidas e isoladas. E até 1835 a perda de calor dos recém nascidos era evitada pelo uso de roupas, contato com o corpo de um adulto e aproximação do fogo. Em 1835, von Ruehl, um russo, construiu um berço aberto com paredes duplas de ferro, que se mantinha aquecido enchendo o espaço vazio entre as paredes com água quente. (Silva, 2005). Em 1878, um funcionário do zoológico de Paris desenvolveu a pedido de um professor e obstetra de nome Stephane Etienne Tarnier, uma incubadora semelhante a uma chocadeira de ovos de galinha. Tarnier apresentou esta incubadora a Maternidade de Paris onde foi instalada e fez decrescer a mortalidade de 66% para 38% entre as crianças que pesavam menos de 2,0Kg. (Lussky, 1999).

A temperatura interna e a temperatura da pele tende a cair devido a perdas de calor por condução, convecção, radiação e evaporação de água. Os bebês nascidos em tempo normal de gestação são capazes de regular sua própria temperatura, já os prematuros não têm essa capacidade, tem a pele mais fina, pouca gordura subcutânea, seus vasos superficiais de sangue perdem calor facilmente, sua temperatura tende a ficar igual a do ambiente, portanto são mantidos em câmaras fechadas onde a temperatura é controlada e maior que a do meio externo. Bebês nascidos em tempo certo de gestação também podem ter problemas e por isso precisam ficar em incubadora.

A incubadora neonatal nada mais é do que um equipamento eletromédico cuja finalidade é manter a vida dos bebês prematuros, proporcionando um ambiente termicamente neutro, permitindo que a criança mantenha sua temperatura corporal normal a baixas taxas metabólicas, produzindo o mínimo de calor possível.

A incubadora atualmente é microprocessada e tem como componentes principais:

- Cúpula - fabricada em acrílico transparente para visualização do bebê, isola o recém nascido dos ruídos, ar e temperatura externos à incubadora neonatal, possui portinholas de acesso;
- Circuito de Monitoramento da Temperatura - é um sensor de temperatura, que pode aferir a temperatura de pele ou a temperatura do interior da cúpula que está ligado ao microprocessador comparador;
- Circuito de Controle de Temperatura - composto por um teclado de membrana no qual o operador programa os valores de temperatura desejados, comanda o motor de ventilação e o elemento aquecedor utilizando os valores do circuito de monitoramento;
- Elemento Aquecedor - é um resistor de aproximadamente 250 W;
- Sistema de Controle de Circulação de Ar - formado por um motor elétrico acoplado a uma ventoinha com função de aspirar o ar ambiente externo (cerca de 35 Litros/min) usando um filtro que purifica o ar externo impedindo a entrada de partículas sólidas (como poeira), diminuindo o risco de infecções para o bebê; deixa homogênea a temperatura e umidade no interior da cúpula.

- Válvula Limitadora de Ar - serve para entrada de oxigênio puro ou permite a mistura com o ar ambiente.
- Alarme - localizado na base da incubadora, sonoriza quando há alteração significativa na faixa de temperatura operacional, não deve exceder 80 db quando ligado, o ruído dentro da incubadora não deve exceder 60db (quando o recém-nascido é submetido a ruídos muito altos por tempo prolongado pode apresentar problemas graves de saúde, inclusive a surdez).
- Bateria, Cabo de Força e Fonte de Alimentação - alimentação de energia da incubadora neonatal;
- Umidificadores - dois tipos de umidificadores podem ser usados - o sistema passivo que trabalha com um reservatório de água esterilizada sobre a qual passa o ar aquecido e o sistema ativo que utiliza nebulizadores;
- Bandeja - onde fica o colchão, embaixo dela há o sistema de trendelemburg que é responsável pelo posicionamento do recém-nascido permitindo maior conforto.

O esquema abaixo mostra como funciona uma incubadora com temperatura do recém-nascido controlada automaticamente.

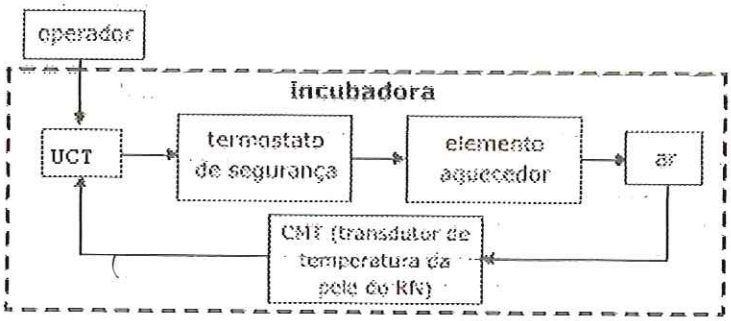



Figura 14: Equema de funcionamento de incubadora neonatal automática. Fonte: Gema, 2002.

A Unidade de Controle de Temperatura (UCT), através de seu microprocessador, é responsável pelo controle da temperatura do ar que envolve o recém nascido no interior da cúpula da incubadora. A UCT recebe dois valores de temperatura, um selecionado pelo operador, e outro do Circuito de Monitoramento de Temperatura (CMT), o qual utiliza um sensor de pele ou sensor de temperatura interno a incubadora lendo a temperatura que chega ao recém nascido. A UCT compara o valor selecionado com o monitorado pelo CMT, analisa o resultado e aciona o elemento aquecedor, o qual está em contato direto com o ar interno da incubadora. Além destes dispositivos, existe um termostato de segurança que atua desligando o aquecimento toda vez que atinge 38°C.

O uso de tecnologias avançadas de terapia intensiva como incubadoras, berços de calor radiante, equipamentos para assistência ventilatória, alimentação parenteral, antibióticos de última geração, enfim modernas unidades de tratamento intensivo neonatal, contribuíram para uma enorme expectativa de sobrevivência dos recém-nascidos prematuros, com ampla mudança no perfil da mortalidade infantil. Entretanto, observam-se perdas como: maior tempo de internação com separação precoce e prolongada da mãe-filho-família, menor incidência e prevalência de aleitamento materno, maior exposição a complicações que cursam com graves seqüelas, maior demanda de atenção especial prolongada e de alto custo. (Xavier, 2005).

## 4 – RESULTADOS

### 4.1 - Resultados do Eletrocardiógrafo

**Tabela 2**: Códigos de defeitos dos Eletrocardiógrafos, complexidades atribuídas e números de equipamentos com defeitos na Casa de Saúde Santa Marcelina e no Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher.

| Código | Defeito | Complexidade | Número de equipamentos CSSM | Número de equipamentos CAISM |
|---|---|---|---|---|
| ECF | Cabo Força | Baixa | 02 | - |
| ECP | Cabo Paciente | Baixa | 364 | 08 |
| EPA | Bobina de Papel | Baixa | – | 03 |
| EPE | Pêra | Baixa | – | 02 |
| ESD | Sem Defeito | Baixa | 71 | 10 |
| ETR | Estilete Queimado | Baixa | 42 | 02 |
| ETE | Teclado | Média | 05 | – |
| ET | Estilete Descentralizado | Média | 03 | – |
| ES | Placa de Sensibilidade | Média | 10 | 04 |
| EA | Placa de Amplificação do Galvanômetro | Média | 08 | – |
| EB | Bocal | Média | 08 | – |
| ECAL | Calibração | Média | 11 | – |
| ECE | Placa de Controle do Estilete | Média | 06 | – |
| EVM | Velocidade de Motor Alterada | Média | 02 | – |
| EE | Estator | Média | 05 | – |
| EG | Galvanômetro | Média | 05 | – |
| EM | Motor Queimado | Média | 03 | – |
| EFO | Fonte de Alimentação | Média | 08 | – |
| ENR | Não Registra | Média | – | 01 |
| | | | 553 | 30 |

### 4.1.1- Resultado do Eletrocardiógrafo na CSSM

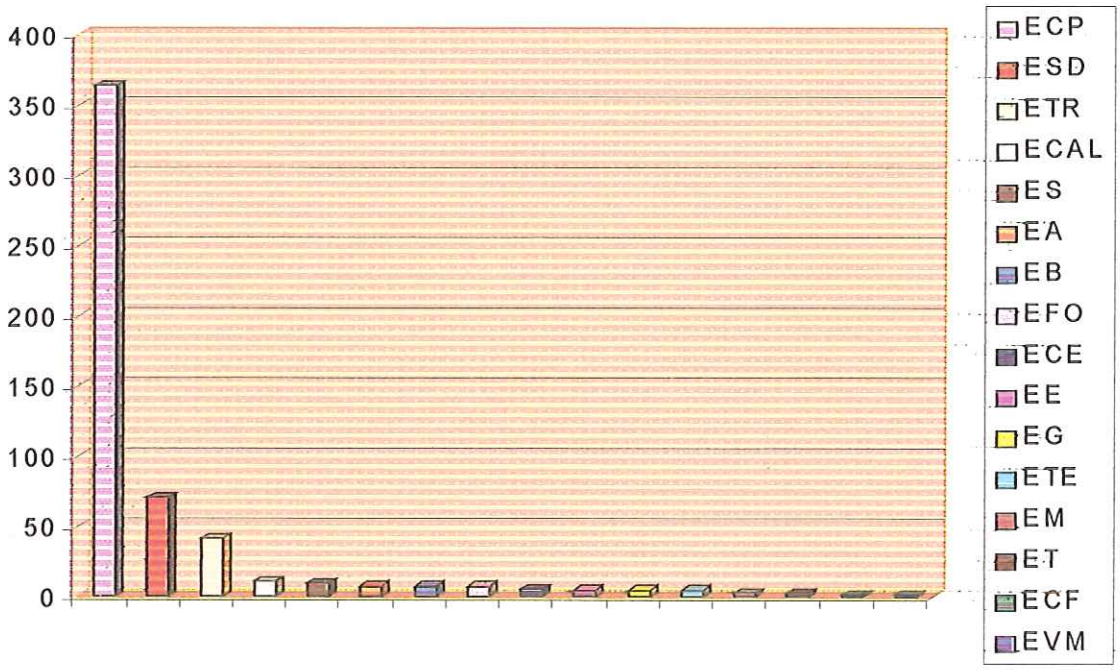



**Figura 15**: Distribuição dos números dos defeitos dos Eletrocardiógrafos em função dos defeitos na CSSM.

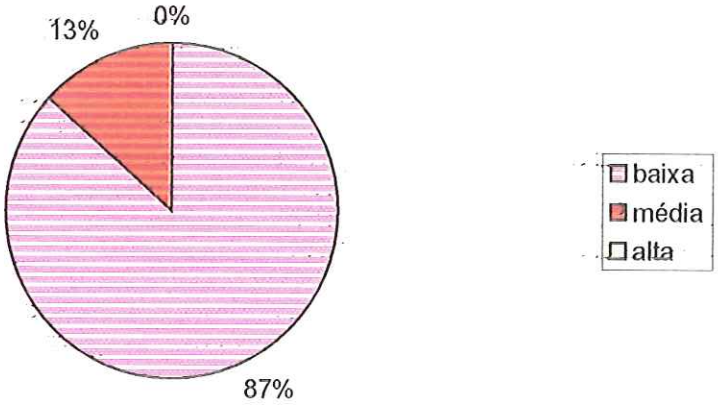



**Figura 16**: Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos dos Eletrocardiógrafos na CSSM.

Analisando os Gráficos apresentados nas figuras 15 e 16, juntamente com a Tabela 02, que se referem aos Eletrocardiógrafos, verificou-se que há 16 tipos de defeitos encontrados em 553 ordens de serviço da Casa de Saúde Santa Marcelina. Onde 364 apresentam o defeito em Cabo Paciente (ECP), 71 correspondem a "Sem Defeito" (ECP), 42 provém de Estilete Queimado (ETR), 02 de Cabo Força (ECF), totalizando 479 ordens de serviço com defeitos considerados de **Baixa Complexidade**, o quê dá 87% do total de equipamentos consertados.

Os outros 12 defeitos são considerados de **Média Complexidade** e são distribuídos da seguinte forma: 11 de Calibração (ECAL); 10 em Placa de Derivação (ES); 24 em Placa de Amplificação do Galvanômetro (EA), em Bocal (EB) e Fonte (EFO), distribuídos igualmente; 06 em Placa de Controle do Estilete (ESE); 05 defeitos aparecem em Estator (EE) e em Galvanômetro (EG), também no Teclado (ETE); 03 Estilete Descentralizado (ET) e Motor Queimado (EM); 02 correspondem a Velocidade de Motor Alterada (EVM). O que totaliza 74 consertos, que correspondem ao total de 13%.

Nenhuma ordem de serviço apresentava defeito de **Alta Complexidade.**

### 4.1.2- Resultado do Eletrocardiógrafo no CAISM

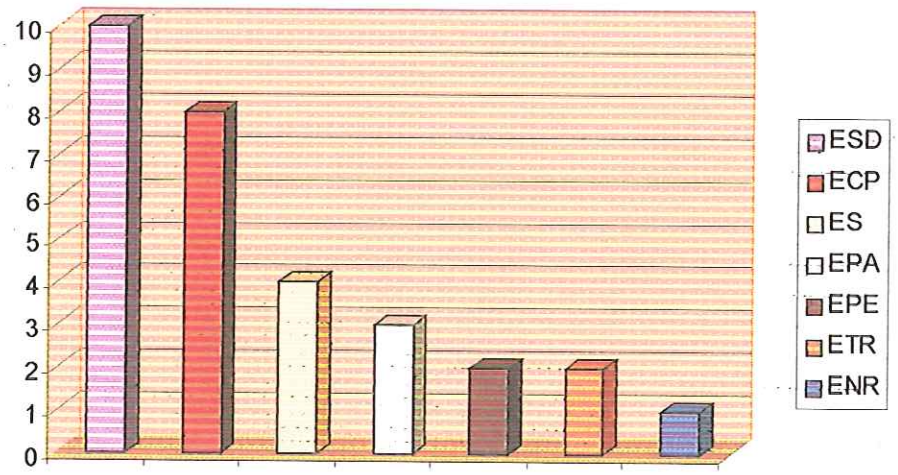



**Figura 17**: Distribuição dos números dos defeitos dos Eletrocardiógrafos em função dos defeitos no CAISM.

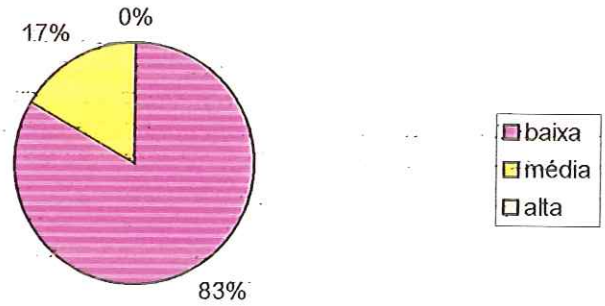



**Figura 18**: Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos dos Eletrocardiógrafos no CAISM.

Analisando os Gráficos apresentados nas figuras 17 e 18, juntamente com a Tabela 02, verificou-se que há 07 tipos de defeitos encontrados em 30 ordens de serviço do Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher. Onde 10 correspondem a "Sem Defeito" (ECP), 08 apresentam o defeito em Cabo Paciente (ECP), 03 com mau encaixe ou má qualidade em Bobina de Papel (EPA) e 02 de Pêra (EPE) e Estilete Queimado (ETE). Totalizando 25 ordens de serviço com defeitos considerados de **Baixa Complexidade**, o quê dá 83% do total de equipamentos consertados.

Os outros 02 defeitos são considerados de **Média Complexidade** e são distribuídos da seguinte forma: 04 de Placa de Sensibilidade (ES) e 01 Não Registra (ENR). O que totaliza 05 consertos, que correspondem ao total de 17%.

Nenhuma ordem de serviço apresentava defeito de **Alta Complexidade.**

Observar que, embora o número de Ordens de Serviço seja muito diferente entre ao CSSM e o CAISM, as porcentagens são muito próximas, confirmando o Princípio de Pareto.

(A) (B) (C) (D)

**Figura 19:** A) Defeito no "pino banana", rompimento. B) Cabo rompido. C) Estilete queimado. D) Neste caso não há defeito e sim o mau posicionamento dos eletrodos, este equipamento foi mandado para a manutenção, ficando fora de serviço até ser testado.

## 4.2 - Resultado de Monitores Cardíacos

**Tabela 3**: Códigos de defeitos dos Monitores Cardíacos, complexidades atribuídas e números de equipamentos com defeitos na Casa de Saúde Santa Marcelina e no Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher.

| Código | Defeito | Complexidade | Número de equipamentos CSSM | Número de equipamentos CAISM |
|---|---|---|---|---|
| MSD | Sem Defeito | Baixa | 71 | 62 |
| MT | Teclado do Painel | Baixa | 01 | - |
| MCF | Cabo Força | Baixa | 07 | 05 |
| MC | Cabo Paciente | Baixa | 272 | 45 |
| MF | Fusível | Baixa | 02 | 02 |
| MCB | Conector | Baixa | _ | 07 |
| MSO | Programa - ECG | Baixa | _ | 01 |
| MCH | Chave Seletora | Baixa | _ | 01 |
| MD | Sem Derivação | Média | 15 | 02 |
| MDI | Placa de Display | Média | 05 | _ |
| MAL | Alarme Max/Min Não funciona | Média | 06 | 01 |
| MAG | Amplificador Geral | Média | 06 | _ |
| MRU | Ruído | Média | _ | 02 |
| MBR | Brilho do Monitor | Média | _ | 05 |
| MR | Nível de Onda R | Média | _ | 08 |
| MFO | Fonte de Alimentação | Média | 08 | 05 |
| MAQ | Aquecimento | Média | _ | 02 |
| MAU | Sem Áudio | Média | 01 | _ |
| MV | Placa Vertical | Média | 01 | 06 |
| MH | Placa Horizontal | Média | 01 | _ |
| MO | Placa Osciladora | Média | 01 | _ |
| MAM | Amortecedor | Média | 01 | 06 |
| MFIL | Placa de Filtro | Média | 01 | 02 |
| MLB | Linha de Base | Média | 04 | _ |
| MAS | Assistolia | Média | _ | 01 |
| MNS | Placa de Áudio | Média | 02 | _ |
| MB | Bocal | Média | 07 | _ |
| MTV | Tubo Fraco | Média | 02 | _ |
| MSO | Não Inicializa | Alta | 01 | _ |
| | | | 415 | 163 |

### 4.2.1- Resultado do Monitor Cardíaco na CSSM

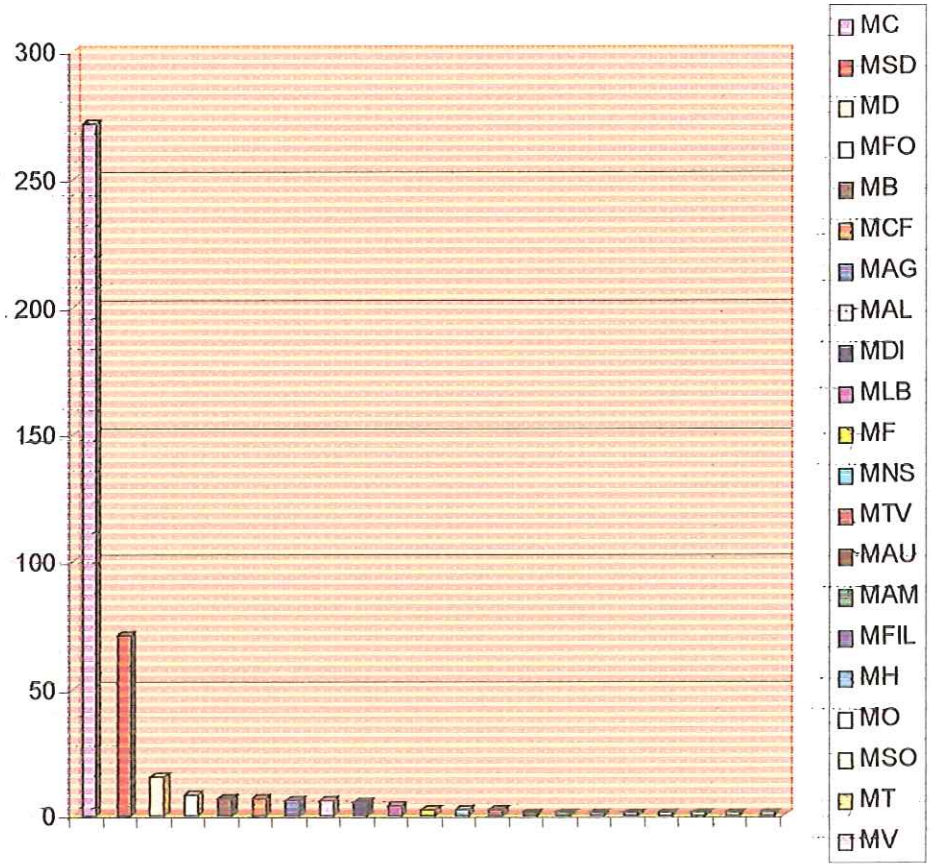



**Figura 20**: Distribuição dos números dos defeitos dos Monitores Cardíacos em função dos defeitos na CSSM.

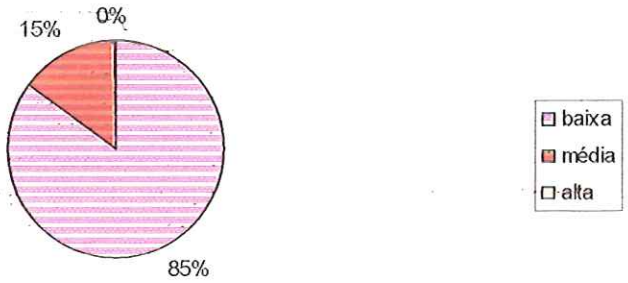



**Figura 21**: Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos dos Monitores Cardíacos na CSSM.

Analisando os gráficos apresentados nas figuras 20 e 21, juntamente com a Tabela 03, que se referem aos Monitores Cardíacos, verificou-se que há 21 tipos de defeitos encontrados em 415 ordens de serviço da Casa de Saúde Santa Marcelina. Onde 272 apresentam o defeito em Cabo Paciente (MC), 71 correspondem a "Sem Defeito" (MCP), 07 defeitos no Cabo Força (MCF), 02 em Fusível (MF) e 01 no Teclado do Painel (MT), totalizando 353 ordens de serviço com defeitos considerados de **Baixa Complexidade**, o quê dá 85% do total de equipamentos consertados.

Os outros 15 defeitos são considerados de **Média Complexidade** e são distribuídos da seguinte forma: 15 são Sem derivação (MD); 08 se referem à Fonte de Alimentação (MFO); 07 Bocal (MB); dois tipos de defeitos: Alarme Max/min não funciona (MAL) e Amplificador Geral (MAG) apresentam 06 ordens de serviço cada um; 05 estão ligados a Placa de Display (MDI); 04 Linha de Base (MLB); 02 ordens de serviço Tudo Fraco (MTV) e Placa de Áudio (MNS); e os defeitos: Sem Áudio (MAU), Placa Vertical (MV), Placa Horizontal (MH), Placa Osciladora (MO), Amortecedor (MAM), Placa de Filtro (MFIL) representam 01 conserto cada. O que totaliza 61 consertos, que correspondem ao total de 15%.

Apenas 01 ordem de serviço apresentava defeito de **Alta Complexidade** (Não Inicializa – MSO) na Casa de Saúde Santa Marcelina, mas, por arredondamento, não representa porcentagem significativa.

### 4.2.2- Resultado do Monitor Cardíaco no CAISM

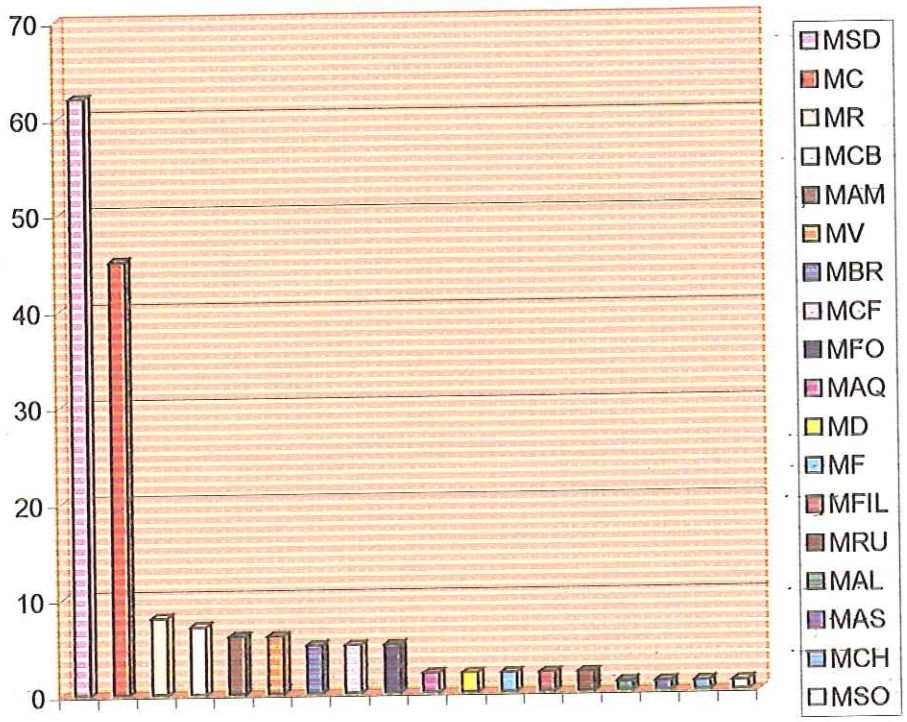



**Figura 22**: Distribuição dos números dos defeitos dos Monitores Cardíacos em função dos defeitos no CAISM.

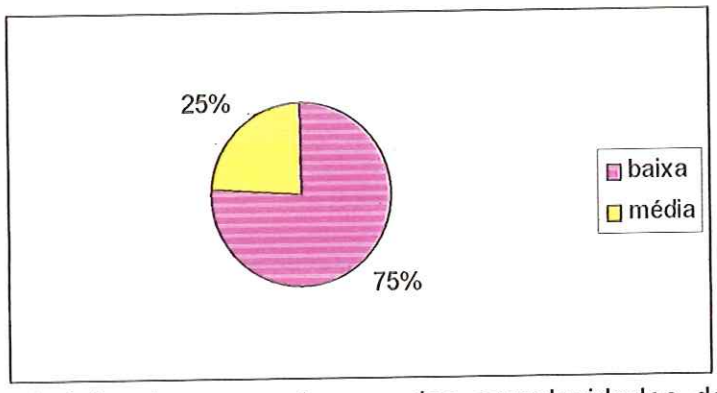
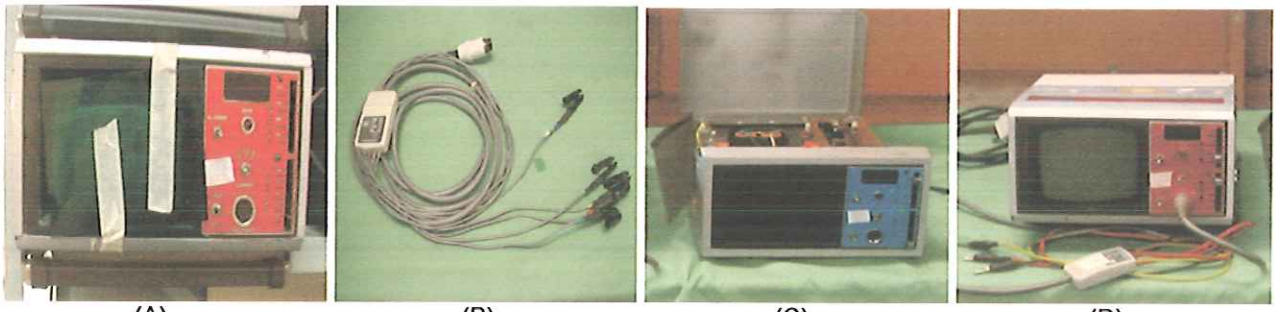



**Figura 23:** Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos dos Monitores Cardíacos no CAISM.

Analisando os gráficos apresentados nas figuras 22 e 23, juntamente com a Tabela 03, que se referem aos Monitores Cardíacos do Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher, verificou-se que há 19 tipos de defeitos encontrados em 163 ordens de serviço. Onde 45 apresentam o defeito em Cabo Paciente (MC), 62 correspondem a "Sem Defeito" (MCP), 07 a problemas com Conector (MCB), 05 defeitos no Cabo Força (MCF), 02 em Fusível (MF) e 01 na Chave Seletora (MCH), totalizando 123 ordens de serviço com defeitos considerados de **Baixa Complexidade**, o quê dá 75% do total de equipamentos consertados.

Os outros 12 defeitos são considerados de **Média Complexidade** e são distribuídos da seguinte forma: 08 problemas ocorreram no Nível de Onda R (MR); 06 na Placa Vertical (MV) e 06 no Amortecedor (MAM); 05 se referem a defeitos no Brilho do Monitor (MBR) e 05 na Fonte de Alimentação (MFO); os defeitos: Placa de Filtro (MFIL), Sem Derivação (MD), Aquecimento (MAQ), Ruído (MRU) representam 02 consertos cada um e 01 ordem de serviço apresentou imperfeição em Assistolia (MAS) e 01 Alarme Max/Min Não funciona (MAL). O que totaliza 40 consertos, que correspondem ao total de 25%.

Nenhuma ordem de serviço apresentava defeito de **Alta Complexidade.**



(A) (B) (C) (D)

**Figura 24:** A) Monitor totalmente destruído após queda. B) Cabo com mau contato em uma das derivações. C) Monitor aberto para reparo em placa osciladora. D) Problema na placa de display.

## 4.3 – Resultados da Unidade Eletrocirúrgica

**Tabela 4**: Códigos de defeitos das Unidades Eletrocirúrgicas, complexidades atribuídas e números de equipamentos com defeitos na Casa de Saúde Santa Marcelina e no Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher.

| CÓDIGO | DEFEITO | COMPLEXIDADE | NÚMERO DE EQUIPAMENTOS CSSM | NÚMERO DE EQUIPAMENTOS CAISM |
|---|---|---|---|---|
| BCH | Chave on/off | Baixa | 01 | 01 |
| BSD | Sem defeito | Baixa | 43 | 16 |
| BCF | Cabo de Força | Baixa | 09 | 07 |
| BCA | Caneta Cabo de Bisturi | Baixa | 239 | 16 |
| BP | Pedal | Baixa | 127 | 08 |
| BF | Fusível | Baixa | 03 | 03 |
| BPL | Placa | Baixa | 144 | 08 |
| BPIN | Cabo de Pinça | Baixa | _ | 31 |
| BPO | Potenciômetro Corte/Coagulação | Média | 26 | _ |
| BD | Display Queimado | Média | 07 | _ |
| BRC | Rele de Corte | Média | _ | 07 |
| BS | Placa de Sincronismo | Média | 03 | _ |
| BPFO | Placa de Fase/Osciladora | Média | 03 | _ |
| BRF | Fuga de RF | Média | _ | 02 |
| BBPB | Baixa Potência Bipolar | Média | _ | 02 |
| BC | Placa Comparadora | Média | 01 | _ |
| BMN | Placa Monobloco | Média | 22 | _ |
| BCP | Coagulação Maior que Corte | Média | 01 | 02 |
| BAP | Potência Acima de 400 watts | Média | _ | 01 |
| BA | Não Alarma | Média | 02 | _ |
| BFO | Fonte de alimentação | Média | 01 | _ |
| BLP | Lâmpada do Painel "LED" | Média | 02 | _ |
| BAL | Alarme Disparado | Média | 03 | _ |
| BCAL | Calibração | Média | 05 | _ |
| BV | Ventilador | Média | 02 | _ |
| BCNZ | Corte Mínimo Não Zera | Média | 02 | _ |
| | | | 646 | 104 |

Obs: A Unidade Eletrocirúrgica é mais conhecida pelos técnicos como Bisturi Elétrico, por isso que as siglas começam com a B.

EESC-USP Biblioteca CAMPUS DE S. CARLOS

### 4.3.1- Resultado da Unidade Eletrocirúrgica na CSSM

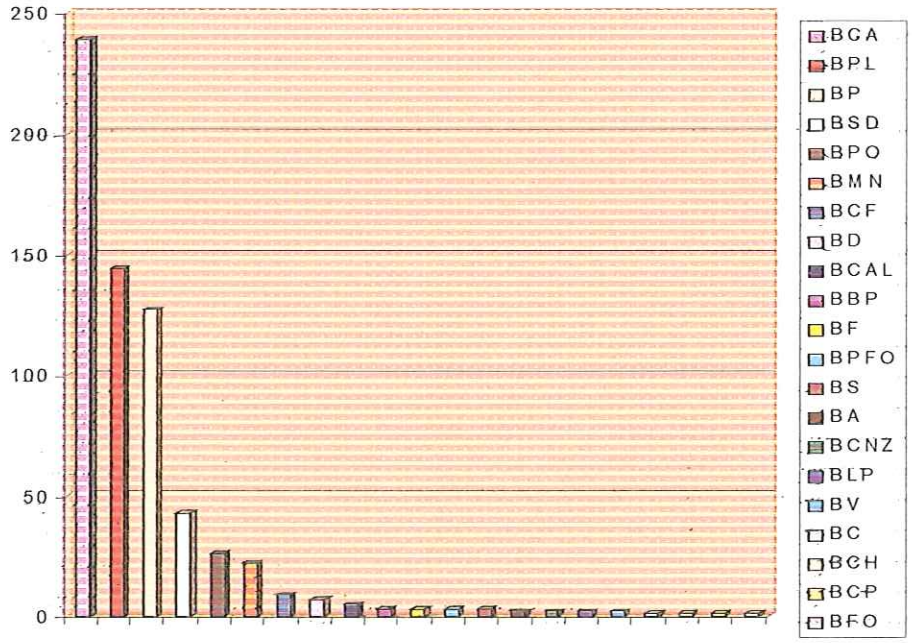



**Figura 25:** Distribuição dos números dos defeitos das Unidades Eletrocirúrgicas em função dos defeitos na CSSM

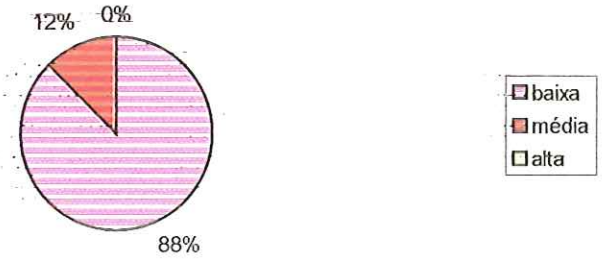



**Figura 26:** Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos das Unidades Eletrocirúrgicas na CSSM.

Analisando os gráficos apresentados nas figuras 25 e 26, juntamente com a Tabela 04, que se referem às Unidades Eletrocirúrgicas, verificou-se que há 21 tipos de defeitos encontrados em 646 ordens de serviço da Casa de Saúde Santa Marcelina. Onde 239 apresentam o defeito em Cabo de Bisturi / Caneta (BCA); 144 problemas na Placa (BPL); 127 correspondem a Pedal (BP); 43 eram "Sem Defeito"; 09 defeitos no Cabo Força (BCF), 03 em Fusível (BF) e 01 na Chave on/off (BCH), totalizando 566 ordens de serviço com defeitos considerados de **Baixa Complexidade**, o quê dá 88% do total de equipamentos consertados.

Os outros 14 defeitos são considerados de **Média Complexidade** e são distribuídos da seguinte forma: 26 são localizados em Potenciômetro Corte/ Coagulação (BPO); 22 problemas ocorreram na Placa de Monobloco (BMN); 07 Displays se queimaram (BD); 05 equipamentos necessitaram de Calibração (BCAL); 03 problemas na Placa de Sincronismo (BS), 03 na Placa de Fase/Osciladora (BPFO) e 03 com Alarme Disparado (BAL); os defeitos: Não Alarma (BA), Lâmpada do Painel "LED" (BLP), Ventilador (BV) e Corte Mínimo Não Zera (BCNZ) aparecem em 02 ordens de serviço cada um; 01defeito na Fonte de Alimentação (BFO), 01 Placa Comparadora (BC) e 01 Potência acima de 400 Watts. O que totaliza 80 consertos que correspondem ao total de 12%.

Nenhuma ordem de serviço apresentava defeito de **Alta Complexidade.**

### 4.3.2- Resultado da Unidade Eletrocirúrgica no CAISM

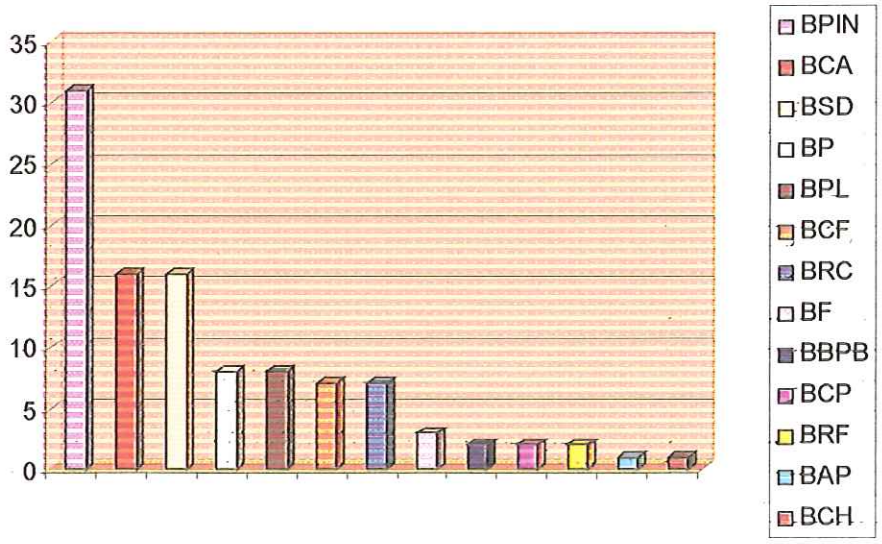



**Figura 27:** Distribuição dos números dos defeitos das Unidades Eletrocirúrgicas em função dos defeitos no CAISM.

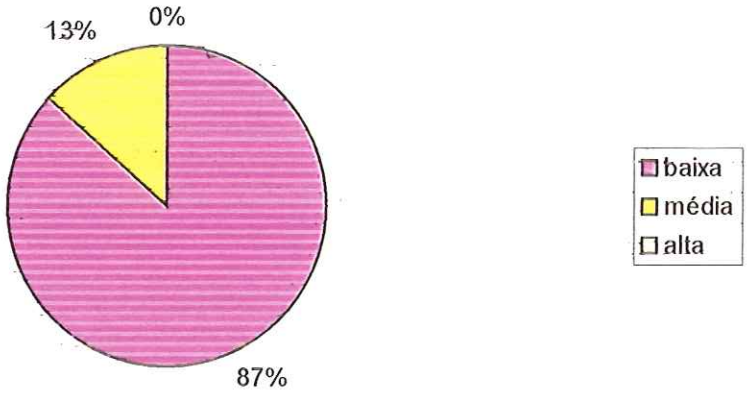
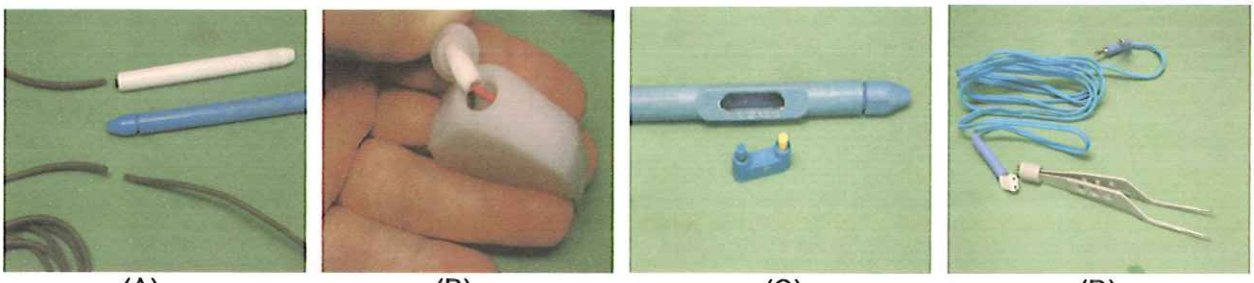



**Figura 28:** Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos das Unidades Eletrocirúrgicas no CAISM.

Analisando os gráficos apresentados nas figuras 27 e 28, juntamente com a Tabela 04, que se referem às Unidades Eletrocirúrgicas, verificou-se que há 13 tipos de defeitos encontrados em 104 ordens de serviço do Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher. Onde 31 apresentam o defeito em Cabo de Pinça (BPIN); 16 em Cabo de Bisturi / Caneta (BCA); 16 eram "Sem Defeito"; 08 problemas na Placa (BPL); 08 correspondem a Pedal (BP); 07 defeitos no Cabo Força (BCF); 03 em Fusível (BF) e 01 na Chave on/off (BCH), totalizando 90 ordens de serviço com defeitos considerados de **Baixa Complexidade**, o quê dá 87% do total de equipamentos consertados.

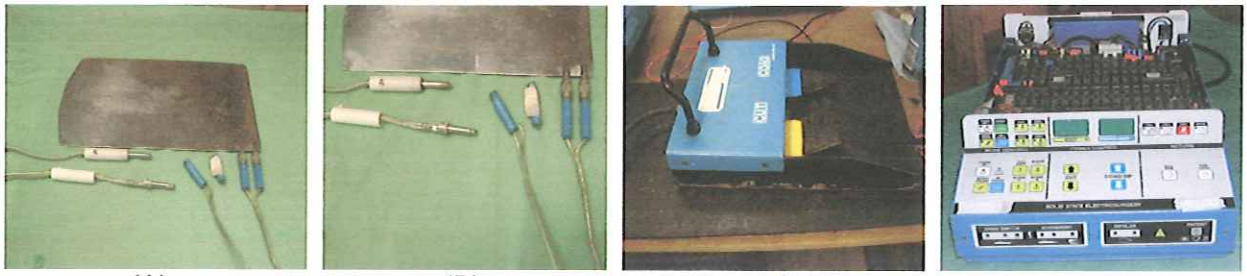
Os outros 05 defeitos são considerados de **Média Complexidade** e são distribuídos da seguinte forma: 07 problemas no Relê de Corte (BRC); 02 Fuga de RF (BRF); 02 Baixa Potência Bipolar (BBPB); 02 Coagulação Maior que Corte (BCP) e, por último, 01 Potência acima de 400 watts (BAP). O que totaliza 14 consertos, que correspondem ao total de 13%.

Nenhuma ordem de serviço apresentava defeito de **Alta Complexidade.**



(A) (B) (C) (D)

**Figura 29:** Fotos dos cabos de bisturi com defeitos mais comuns. A) rompimento do cabo próximo a caneta e ao meio. B) rompimento do cabo no conector. C) destruição do botão corte/coagulação. D) destruição da conexão pinça/cabo.



(A) (B) (C) (D)

**Figura 30:** A) e B) defeitos na placa, rompimento do cabo, conector, placa amassada. C) Pedal. D) Unidade eletrocirúrgica aberta para reparo interno.

## 4.4 – Resultados da Incubadora Neonatal

**Tabela 5**: Códigos de defeitos das Incubadoras Neonatais, complexidades atribuídas e números de equipamentos com defeitos na Casa de Saúde Santa Marcelina e no Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher.

| CÓDIGO | DEFEITO | COMPLEXIDADE | NÚMERO DE EQUIPAMENTOS CSSM | NÚMERO DE EQUIPAMENTOS CAISM |
|---|---|---|---|---|
| IAM | Amortecedor | Baixa | _ | 01 |
| IAR | Circulação de ar | Baixa | 03 | 12 |
| IBOR | Borracha | Baixa | _ | 02 |
| ICF | Cabo de Força | Baixa | _ | 05 |
| ICUP | Cúpula | Baixa | _ | 04 |
| IRD | Rodízio* | Baixa | _ | 07 |
| IF | Fusível | Baixa | 04 | 07 |
| IFIL | Filtro de ar | Baixa | _ | 25 |
| IMA | Manga íris | Baixa | _ | 02 |
| IPOR | Porta / Trava / Parafuso Lateral | Baixa | 22 | 32 |
| IS | Suporte / Haste da Bandeja | Baixa | _ | 09 |
| ISD | Sem defeito | Baixa | 45 | 39 |
| ILUB | Limpeza e Lubrificação | Baixa | _ | 05 |
| IBT | Bateria | Baixa | _ | 03 |
| ICIL | Cilindro Vazio | Baixa | _ | 01 |
| IAL | Campainha/ Alarme | Média | 01 | 02 |
| IM | Motor queimado | Média | 04 | 06 |
| IMR | Ruídos | Média | _ | 08 |
| ISV | Sensor de Ventilação | Média | _ | 08 |
| ITE | Temperatura / Sensor | Média | 11 | 18 |
| IRES | Reservatório | Média | _ | 04 |
| IPA | Tecla do painel queimada | Média | _ | 08 |
| ITR | Transformador queimado | Média | _ | 01 |
| IV | Ventilador | Média | _ | 03 |
| IMO | Mangueira de Oxigênio | Média | _ | 05 |
| IROL | Rolamentos | Média | 02 | _ |
| IREF | Reforma Geral | Média | 04 | _ |
| ISO | Softer | Alta | 03 | _ |
| | | | 99 | 217 |

- CSSM os rodízios recebem manutenção preventiva do setor de Mecânica, por isso suas ordens de serviço não foram computadas.

### 4.4.1- Resultado da Incubadora Neonatal na CSSM

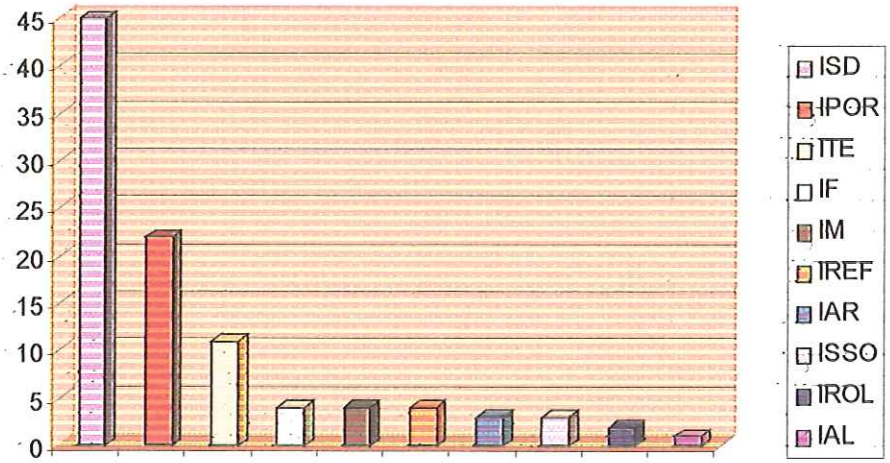



**Figura 31:** Distribuição dos números dos defeitos das Incubadoras Neonatais em função dos defeitos na CSSM.

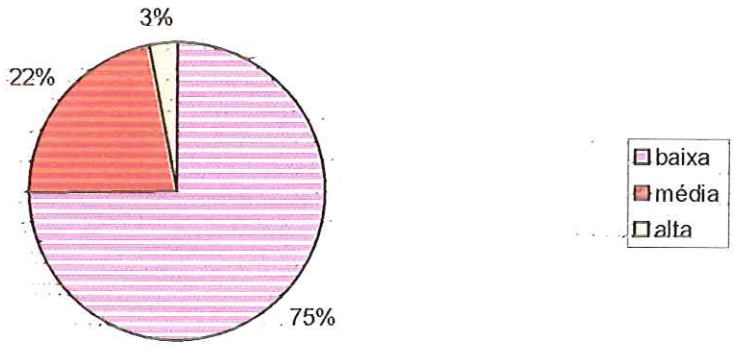



**Figura 32:** Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos das Incubadoras Neonatais na CSSM.

Analisando os gráficos apresentados nas figuras 31 e 32, juntamente com a Tabela 05, que se referem às Incubadoras Neonatais, verificou-se que há 10 tipos de defeitos encontrados em 99 ordens de serviço da Casa de Saúde Santa Marcelina. Onde 45 correspondem a "Sem Defeito" (ISD); 22 provém de problemas com Porta/ Trava/ Parafuso Lateral (IPOR); outros 04 consertos são devidos a Fusível (IF); 03 Circulação de Ar (IAR); totalizando 74 ordens de serviço com defeitos considerados de **Baixa Complexidade**, o quê dá 75% do total de equipamentos consertados.

Outros 05 defeitos são considerados de **Média Complexidade** e são distribuídos da seguinte forma: 11 tiveram problemas com Temperatura/ Sensor; 04 equipamentos apresentaram Motor Queimado (IM) e 04 sofreram Reforma Geral (IREF); 02 Rolamentos (IROL) e 01 Campainha/ Alarme (IAL). O que totaliza 22 consertos, que correspondem ao total de 22%.

Três ordens de serviço apresentavam problemas no Softer (ISO) que é defeito de **Alta Complexidade**, que representavam 03% do total das requisições.

### 4.4.2- Resultado da Incubadora Neonatal no CAISM

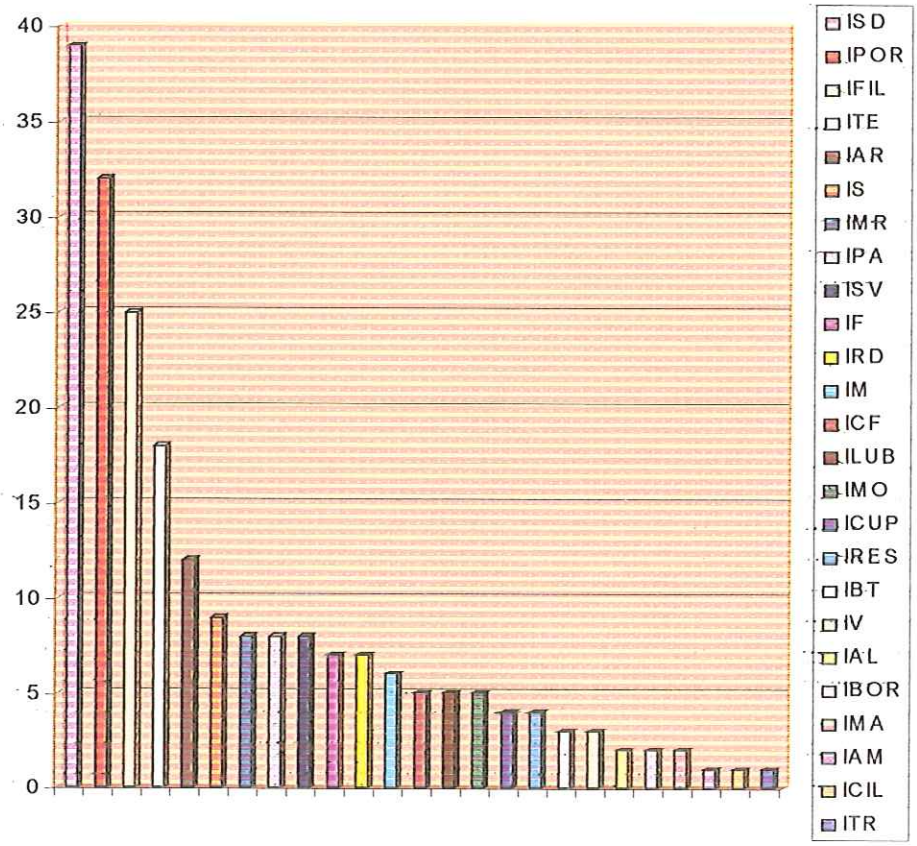



**Figura 33**: Distribuição dos números dos defeitos das Incubadoras Neonatais em função dos defeitos no CAISM.

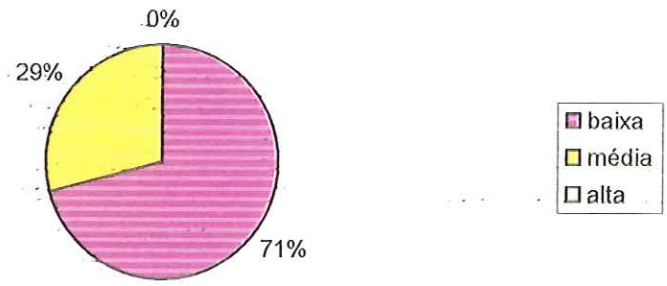



**Figura 34:** Distribuição das porcentagens das complexidades dos defeitos das Incubadoras Neonatais no CAISM.

Analisando os gráficos apresentados nas figuras 33 e 34, juntamente com a Tabela 05, que se referem às Incubadoras Neonatais, verificou-se que há 25 tipos de defeitos encontrados em 217 ordens de serviço do Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher. Onde 39 correspondem a "Sem Defeito" (ISD); 32 provém de problemas com Porta/ Trava/ Parafuso Lateral (IPOR); 25 Filtro de Ar (IFIL); 12 Circulação de Ar (IAR); 09 Suporte/ Haste/ Bandeja (IS); outros 07 consertos são devidos a Fusível (IF) e Rodízio (IRD); 05 Cabo de Força (ICF) e 05 Limpeza e Lubrificação (ILUB); 04 Cúpula (ICUP); 03 falhas de Bateria (IBT); 02 Borrachas (IBOR) desgastadas e 02 faltas de Manga Íris (IMA); 01 Cilindro Vazio (ICIL) e 01 Amortecedor (IAM), totalizando 154 ordens de serviço com defeitos considerados de **Baixa Complexidade**, o quê dá 71% do total de equipamentos consertados.

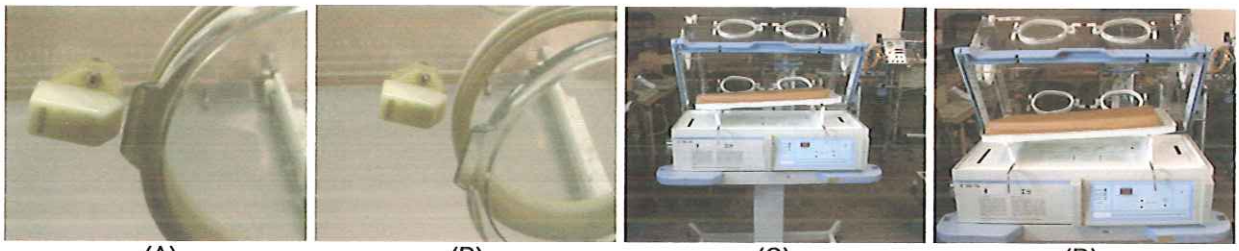
Os outros 10 defeitos são considerados de **Média Complexidade** e são distribuídos da seguinte forma: 18 apresentam problemas de Temperatura/ Sensor (ITE); três tipos de defeitos tiveram 08 ordens de serviço cada um: Ruídos (IMR), Sensor de Ventilação (ISV), Tecla de Painel Queimada (IPA); 06 equipamentos tiveram seus Motores Queimados (IM); 05 tiveram suas Mangueiras de Oxigênio (IMO) danificas; 04 tiveram contaminação no Reservatório (IRES); 03 com problemas nos Ventiladores (IV); 02 com funcionamento inadequado na Campainha/ Alarme (IAL) e 01 Transformador Queimado (ITR). O que totaliza 63 consertos, que correspondem ao total de 29%.

Nenhuma ordem de serviço apresentava defeito de **Alta Complexidade.**

(A) (B) (C) (D)

**Figura 35:** A) Filtro trocado, notar a diferença de cor, impregnação de partículas sólidas (poeira) B) Filtro a ser trocado. C) defeito na unidade de controle de temperatura (UCT). D) UCT retirada da base da incubadora para início da manutenção.

O Filtro na CSSM é trocado regularmente, sendo caracterizado como manutenção preventiva.



(A) (B) (C) (D)

**Figura 36:** A) e B) porta não fecha. C) e D) visão da incubadora sem defeito; observar colchão bege, este não pertence ao equipamento, por conseguinte o operador não consegue fechar a cúpula.

## V – Discussão:

Como foi visto nos Resultados a maioria das Ordens de Serviço se concentram em defeitos de Baixa Complexidade.

Estava sendo esperado que poucos defeitos fossem responsáveis por muitas ordens de serviço, conforme descrito pelo Princípio de Pareto.

Avaliando individualmente as famílias dos Equipamentos Eletromédicos notou-se que, a maioria, dos defeitos apresentados ocorrem em acessórios, por exemplo "Cabo de Bisturi".

Os Eletrocardiógrafos que foram reparados na Casa de Saúde Santa Marcelina (CSSM) e no Centro de Atenção Integral à saúde da Mulher (CAISM) somaram 583 Ordens de Serviço. Podemos observar que dois tipos de defeitos cabos pacientes (ECP) e sem defeito (ESD) estão presentes nos dois EAS, o que representa cerca de 66% dos casos ocorridos. No caso dos cabos, os defeitos estão associados principalmente a movimentação intensa do paciente o que pode ocasionar sua quebra, Para o sem defeito (ESD), uma das causas a ser considerada é o posicionamento incorreto das derivações na aquisição do sinal cardíaco do paciente, podendo ainda não registraras derivações, mesmo estando o cabo corretamente posicionado no paciente, caso os eletrodos utilizados sejam de baixa qualidade e pobres em gel condutor, responsável pelo acoplamento de impedâncias do cabo com a pele do paciente.

Freqüentemente, quando o equipamento é examinado depois da solicitação de serviço de reparo e não foi encontrado o problema, duas situações podem ter ocorrido para justificar este resultado: existe um problema intermitente, ou, o operador cometeu um erro de operação. Na prática, problemas que são intermitentes têm baixa probabilidade de ocorrer. Já os "sem defeito" ocorrem com grande freqüência, recomenda-se um treinamento para o operador (Bronzino, 1992).

Referente aos monitores cardíacos, temos predominância de defeitos em cabos (MCP) e de sem defeito (MSD), as mesmas condições referendadas anteriormente são válidas também para este equipamento. Cabe ressaltar que existe uma diferença de porcentagem de defeitos de média complexidade no CAISM que responsáveis 25% das ordens de serviço (figura 23) valor maior se comparado aos defeitos de mesma complexidade no CSSM. Isto pode estar associado à característica de atendimento da Instituição e o perfil de seus usuários, sendo o CAISM um hospital Universitário, é provável que o profissional que posiciona os cabos, seja um médico residente, ou tenha sido treinado para realizar tal procedimento.

As Unidades Eletrocirúrgicas também obedeceram ao Principio de Pareto apresentando defeitos de baixa complexidade como responsáveis por grande número de ordens de serviço, conforme resultado apresentado gráfico 14 e 16, (88% CSSM e 87% CAISM) valores muito próximos que podem ser justificados pela utilização intensa dos equipamentos nos dois EAS,

As incubadoras neonatais apresentam sem defeito (ISD) e porta, trava, parafuso lateral (IPOR) como defeitos principais, o equipamento respeitou o Princípio de Pareto, pois os defeitos de baixa complexidade corresponderam a 75% dos defeitos no CSSM (figura 32) e 71% no CAISM (figura 34).

No caso destes equipamentos, era esperado que este tipo de defeito porta, trava e parafuso lateral (IPOR) fosse encontrado por acontecer com a parte mecânica da incubadora neonatal, a qual sofre grande desgaste físico com a rotina de utilização. O que chama a atenção é sem defeito (ISD) ser o principal causador de ordens de serviço, nos dois EAS., isto pode estar ocorrendo devido à perca de calor, seja por encaixe incorreto da borracha de vedação da base da incubadora neonatal ou esquecimento de colocar tampões na cupula de acrílico.

Caso isto ocorra, por exemplo, após a limpeza do equipamento, durante o período de preparação, a temperatura de 38 graus não será atingida, sendo este equipamento colocado fora de funcionamento para manutenção.

Neste trabalho os acessórios e treinamentos (da equipe humana a utilizar os recursos do equipamento), foram as causas da maioria dos defeitos consideradas básicas; isto porque na prática, são os acessórios que estão em maior contato com o paciente sendo à parte do equipamento mais manipulada. uma programação de um departamento de engenharia clinica pode aumentar a produtividade de um serviço em torno de 25%, diminuindo os custos de manutenção em até 50% e adicionando, aproximadamente, 50% de vida útil ao equipamento. (Webster, 1979)

## V I – Conclusões:

Concluí-se a partir desse estudo, que, com poucos recursos, é possível manter uma equipe que atenda, em média, 82 % dos defeitos freqüentemente apresentados pêlos equipamentos, direcionando para este tipo de atuação as Unidades e motivar o EAS a implantar serviço de manutenção corretiva com custo efetividade.

E que a ferramenta de qualidade, Gráfico de Pareto, é capaz de evidenciar bem os defeitos conforme indicaram os resultados. Mostrando-se um forte instrumento de auxílio a um Engenheiro Clínico na estruturação ou reestruturação de um serviço de Engenharia Clínica.

Conseqüentemente há maior liberdade para que o Engenheiro Clínico execute tarefas mais elaboradas, onde sua presença se faz necessária para que o EAS consiga melhores resultados no que tange os equipamentos eletromédicos, uma vez que este é o profissional treinado para por em prática a elaboração do planejamento hospitalar a fim de executar com maior eficiência o serviço de manutenção, sempre visando reduzir os gastos com manutenção: reduzindo o tempo de parada do equipamento; avaliando a veracidade dos orçamentos; fiscalizando e elaborando os contratos de manutenção com os prestadores de serviço, exigindo qualidade no atendimento; treinando os operadores; colaborando na compras técnicas (melhores preços, necessidades e prioridades) (Antunes *et al*, 2002) e outras atividades afins que variam de EAS para EAS.

## VII – Bibliografia:


1. ABECLIN – Associação Brasileira de Engenharia Clínica (2005). Einstein e Fleury: duas experiências de Engenharia Clínica em gestão de tecnologias (2005). Revista da ABEClin, [São Paulo], n.2. ano.2. abr.

2. ANTUNES, e.; Vale, M.; Mordelet, P; Grabois, V. (2002) Gestão da Tecnologia Biomédica- Tecnovigilância e Engenharia Clínica. Paris: Éditions Scientifiques ACODESS

3. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (1994). Ministério da Saúde. Portaria No. 2.043 de 12 de dezembro de 1994. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo Brasília, DF, 13 de dez.

4. Associação Brasileira de Manutenção – ABRAMAM (2001). Documento Nacional 2001. In: Anais CD-ROM do XVI Congresso Brasileiro de Manutenção. Florianópolis.

5. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (1994). NBR5462; Confiabilidade e Mantenabilidade – Terminologia. Rio de Janeiro, p.37.

6. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (1994). NBRIEC601; Equipamento Eletromédico – Parte 1 – Prescrições gerais para a segurança. Rio de Janeiro.

7. BRASIL, Ministério da Saúde (1994) Portaria No. 1884 de 11 de novembro de 1994. Normas para Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.

8. BRONZINO, J.D. (1992). Management of Medical Technology: A Primer of Clinical Engineers. 1.ed. London: Butterworth-Heinemann.

9. BRONZINO, J.D. (1996). Management of Medical Technology: A Primer of Clinical Engineers. Boston: PWS Publishers. v.22. nº 11.

10. CAMPOS, V.F. (1994). TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês). 1.ed. Rio de Janeiro: Bloch Editores S.A.

11. DAVID, Y.; MALTZAHN, W.W.; NEUMAN, M.R.; BRONZINO, J.D. (2003). Clinical Engineering: Principles and Applications in Engineering Series. 1.ed. Boca Raton: CRC Press.

12. DELLARETTI FILHO, O. (1996) As Sete Ferramentas do Planejamento da Qualidade. 1 ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG.

13. EGGLESTON, J.L.; von MALTZAHN, W.W. (2003). Eletrocirurgical Devices. In: Clinical Engineering: Principles and Applications in Engineering Series. 1.ed. Boca Raton: CRC Press. 25-1 – 25-5.

14. GEMA (2002). Gerenciamento da Manutenção de Equipamentos Médico-Hospitalares. Disponível em: Http://WWW.reforsus.epm.br. Acessado em 01/07/2002.

15. HERTZ, E. (1990). Establishing the priority of equipment inspections. In: Biomedical Instrumental Technology. Durham, v.24, n.6, p.410-416.

16. KARMAM, J. (1994) Manutenção Preditiva. São Paulo: PINI.

17. LAMBERTI, C.; PANFILI, A.; GNUDI, G.; AVANZOLINI, G. (1997). A new model to estimate the appropriate staff for a clinical engineering department. Journal of Clinical Engineering, Chicago, v.22, n.5, p.335 – 341, set/out.

18. LUCATELLI, M.V. (2002). Proposta de aplicação da manutenção centrada em confiabilidade em equipamentos médicos – hospitalares. 286p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.

19. LUCATELLI, M.V. (2003). O papel da Metrologia na gestão da manutenção hospitalar. In: Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM)- Metrologia- 2003- Metrologia para a Vida. Recife. 01-05/set.

20. LUSSKY, R. C. (1999). *A century of neonatal medicine*. Minnesota Medical Association, Mineápolis, v.82, dec.1999.Disponível em: http://www.nmed.org/publications/MnMed1999/December. Acesso em 07/09/2205.

21. MATEOS, J.C. et al. (2005). Disponível em: http://www.hcor.com.br. Acessado em 25/09/2005.

22. MÜHLEN,S.S. (2002).Unidades Eletrocirúrgicas, Equipamentos médico-hospitalares. Ministério da Saúde. Brasília. 2002. p.581-603.

23. MÜHLEN,S.S. (2003). Eletrocardiógrafo (ECG). Disponível em: http://www.fee.unicamp.br/deb/ecg1.pdf. Acessado em 22/09/2005.

24. NÓBREGA, M.V.; SILVA, J.F. Verificação e Calibração em Unidades Eletrocirúrgicas ns Paraíba: Um Estudo de Caso. In: Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM)- Metrologia- 2003- Metrologia para a Vida. Recife. 01-05/set.

25. PÉNTON, Y.B.; MARTÍNEZ, E.M.P. (2001). Procedimiento para la selección de alternativas de mantenimiento para activos fijos hospitalarios. Cuba. < http://www.mantenimientomundial.com/textos/art-5procedimiento.htm, Revista N. 5. Acesso em 28/07/2005.

26. PERRELLA, M.; HERMINI, A. H.; CLIQUET Jr, A. (2002) Caracterização dos Processos de Manutenção em Equipamentos Médicos Hospitalares. In: III Fórum de Tecnologia aplicada a Saúde. Salvador. Out.

27. PERRELLA, M.; HERMINI, A. H.; CLIQUET Jr, A. (2003) Reducing of down-time in Electrical surgical Units (ESU). In: World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering. Sydney. Aug.

28. RODRIGUES, R. G.; OLIVEIRA, I. C. S. (2004). Os primórdios da assistência aos recém-nascidos no exterior e no Brasil: perspectivas para o saber de enfermagem na neonatologia (1870-1903). In: Revista Eletrônica de Enfermagem, v. 06, n. 02, 2004. Disponível em www.fen.ufg.br. Acesso em: 07/09/2005.

29. RUIZ, J. (2003) Guia de Manejo Del Recien Nacido Enfermeria- Enfermeras Jefes Y Auxiliares. In: Sociedad Medico Quirúrgica LA 100 S.A. Bogotá. Disponível em: http://clinicala100.iespane.es/1/308.pdf. Acesso em 25/09/2005.

30. SANTOS, M.S.R.S. (2000). Gerenciamento de tecnologia de equipamentos médico – hospitalares: Um estudo de caso no Hospital das Clínicas de Pernambuco. 174p. Tese (Mestrado) – Centro de ciências da Saúde, Núcleo de Estudos e Tecnologia em Engenharia Biomédica, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2000.

31. SCARPINI, E. (2005). Nova Engenharia Clínica. Disponível em: http://www.ath.com.br/engclin/frames_port.htm. Acesso em 08/09/2005.

32. Unidad de Gestión de Tecnologías en Salud. (2005). Práctica 4: Electrocardiograma en Sapos. Disponível em:

http://www.ugts.usb.ve/ugts-usb/guia%20laboratorio4.htm. Acessado em 24/09/2005.

33. WEBSTER, J.G.; COOK, A.M. (1979) Clinical Engineering: principles and practices. In: TOPHAM, W.S. Preventive Maintenance and Repair. Englewood Cliffs, NJ: Prentice – Hall. P.279-307.

34. WWW.//cepa.newschool.edu/het/profiles/pareto. Acesso em 02/06/2005.

35. WWW.gassner.co.il/pareto. Acesso em 27/07/2005.

36. VIEIRA, S.; WADA, R. (1991) As 7 Ferramentas Estatísticas Para o Controle da Qualidade. 2ed. Brasília: QA & T Consultores Associados LTDA.

37. XAVIER, C.C. O método cuidado mãe canguru. Disponível em: http://www.medicina.ufmg.br/edump/ped/canguru.htm. Acesso em 09/09/2005.