

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

DEFINIÇÃO DE PROCEDIMENTOS PARA LEVANTAMENTO DE
PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA EM SERVIÇOS DE
MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS - EEM

ERLON DE ROCCO

FLORIANÓPOLIS

1998

ERLON DE ROCCO

**DEFINIÇÃO DE PROCEDIMENTOS PARA LEVANTAMENTO DE
PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA EM SERVIÇOS DE
MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS - EEM**

Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina para a Obtenção do Grau
de Mestre em Engenharia

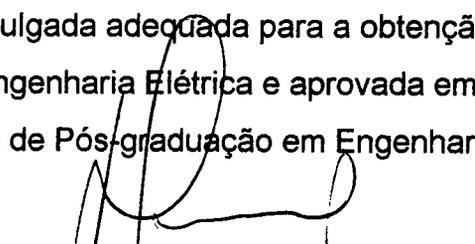
FLORIANÓPOLIS

1998

ERLON DE ROCCO

**DEFINIÇÃO DE PROCEDIMENTOS PARA LEVANTAMENTO DE
PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA EM SERVIÇOS DE
MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS - EEM**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre,
especialidade em Engenharia Elétrica e aprovada em sua forma final pelo
Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica



Prof. Renato Garcia Ojeda, Dr.

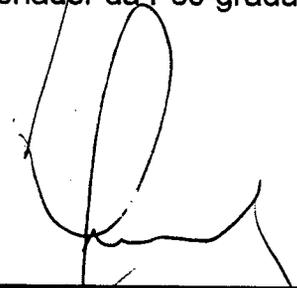
Orientador



Prof. Adroaldo Raizer, Dr. INPG

Coordenador da Pós-graduação Eng. Elétrica

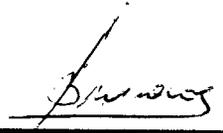
Banca Examinadora:



PROF. RENATO GARCIA OJEDA, Dr. (Presidente)



PROF. FERNANDO MENDES DE AZEVEDO, Dr.



PROF. JEFFERSON L. B. MARQUES, PhD.

AGRADECIMENTOS

A minha família, Reni, Naura, Eduardo e a minha noiva Adriana, pelo apoio indispensável em todos os momentos.

Ao professor Renato Garcia Ojeda, pela oportunidade e orientação dada.

Ao pessoal do NEC, pelo ótimo convívio durante o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os colegas que ajudaram, de forma sadia, para que este trabalho se concretizasse, em especial, Wayne, Carlos, Walter, Marcos, Cláudio, Joel, Ciro e Edileusa.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE SIGLAS.....	XI
RESUMO	XII
ABSTRACT	XIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	1
1.2 PROPOSTA DO TRABALHO.....	3
1.2.1 Objetivo Geral.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 JUSTIFICATIVAS.....	4
1.4 METODOLOGIA	5
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	6
2. INDICADORES PARA MONITORAÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO	7
2.1 INTRODUÇÃO.....	7
2.1.1 Resumo Histórico sobre <i>Benchmark</i>	8
2.1.2 Monitoração Através de Indicadores	9
2.2 OBJETIVO DOS INDICADORES.....	12
2.2.1 Monitorar Operações Internas	13
2.2.2 Processo para Melhoria da Qualidade	14
2.2.3 Comparações Externas.....	14
2.3 CARACTERÍSTICAS DE UM INDICADOR.....	16
2.4 GERENCIAMENTO DE UM INDICADOR.....	19
2.5 RESUMO	22

3. CARACTERIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO	24
3.1 INTRODUÇÃO	24
3.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO	25
3.2.1 Manutenção Corretiva.....	25
3.2.2 Manutenção Preventiva	27
3.2.3 Manutenção Preditiva	28
3.3 PRINCIPAIS ETAPAS DA MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	29
3.3.1 Relato das Falhas	29
3.3.2 Inspeção no Local.....	30
3.3.3 Procedimento de Procura e Solução de Falhas	30
3.3.4 Manutenção pela Assistência Técnica.....	33
3.3.5 Testes de Desempenho e Segurança.....	34
3.4 PRINCIPAIS ETAPAS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	34
3.4.1 Inspeção Visual.....	34
3.4.2 Limpeza	35
3.4.3 Teste de Desempenho.....	35
3.4.4 Teste de Segurança.....	36
3.5 REGISTRO DOS SERVIÇOS	36
3.6 EQUIPE TÉCNICA REQUERIDA.....	38
3.7 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO NO HU/UFSC.....	41
3.8 RESUMO	42
4. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS	43
4.1 INTRODUÇÃO	43
4.2 COLETA DOS DADOS	44
4.3 APURAÇÃO DOS DADOS.....	46
4.4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS	48
4.4.1 Apresentação Tabular.....	48
4.4.2 Apresentação Gráfica	49
4.5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS.....	50
4.6 FORMAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS.....	50
4.7 RESUMO	52

5. INDICADORES DE DESEMPENHO PARA EEC.....	54
5.1 INTRODUÇÃO.....	54
5.2 TIPOS DE INDICADORES.....	54
5.2.1 Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção	54
5.2.2 Tempo de Retorno.....	55
5.2.3 Tempo de Resposta.....	56
5.2.4 Tempo Parado	57
5.2.5 Tempo Médio para Reparo	58
5.2.6 Reparos Repetidos	58
5.2.7 Horas Trabalhadas por Unidade do Hospital.....	59
5.2.8 Gasto Total por Unidade do Hospital.....	60
5.2.9 Número de Ordens de Serviço por Unidade do Hospital.....	60
5.2.10 Horas Trabalhadas por Ordens de Serviço	61
5.2.11 Ordens de Serviço por Equipamentos que Sofreram Manutenção.....	61
5.2.12 Horas Trabalhadas por Equipamentos que Sofreram Manutenção.....	62
5.2.13 Índice de Falhas Comparado com Horas de Serviço.....	62
5.2.14 Custos de Serviço por Custos de Aquisição.....	64
5.2.15 Produtividade do Pessoal Técnico Usando Tarefas Padrão	66
5.2.16 Horas Produtivas por Horas Disponíveis.....	67
5.2.17 Tempo Médio entre Falhas.....	68
5.3 PROPOSTA DE INDICADORES PARA MONITORAR OS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO DO NEC/HU.....	69
5.4 RESUMO	70
6. RESULTADOS	72
6.1 INTRODUÇÃO.....	72
6.2 RESULTADOS COM A SOLICITAÇÃO DE SERVIÇO PROVISÓRIA.....	72
6.3 RESULTADOS COM A NOVA ORDEM DE SERVIÇO.....	73
6.4 RESULTADOS OBTIDOS COM OS INDICADORES.....	75
6.4.1 Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção	76
6.4.2 Horas Trabalhadas por Unidade do Hospital e Número de Ordens de Serviço por Unidade do Hospital	80

6.4.3 Horas Trabalhadas por Ordens de Serviço	82
6.5 RESUMO	83
7. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO.....	84
7.1 PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS.....	89
ANEXO A - NOVA ORDEM DE SERVIÇO	91
ANEXO B - NOVA SOLICITAÇÃO DE SERVIÇO	93
ANEXO C - ANTIGA ORDEM DE SERVIÇO.....	95
BIBLIOGRAFIA	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Monitoração através de indicadores.	10
Figura 2.2 - Processo de gerenciamento de um indicador (Autio, 1995).....	20
Figura 3.1 - Fluxograma de manutenção corretiva (Webster, 1979).	26
Figura 3.2 - Procedimento de procura e solução de falhas (Webster, 1979). ...	31
Figura 4.1 - Exemplo de apresentação tabular.....	48
Figura 4.2 - Exemplo de apresentação gráfica (Média da Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção - MPCPM).....	49
Figura 5.1 - Índice de falhas/equipamento <i>versus</i> horas/equipamento - dados de 26 hospitais (Cohen, 1995).....	64
Figura 6.1 - Média da porcentagem de conclusão do programa de manutenção - MPCPM - em meses.....	77
Figura 6.2 - Média da porcentagem de conclusão do programa de manutenção - MPCPM - em dias.....	78
Figura 6.3 - Média da porcentagem de conclusão do programa de manutenção - MPCPM - em dias (1º semestre de 1995).	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Características dos indicadores.	18
Tabela 3.1 - Informações necessárias sobre o equipamento (Webster, 1979).37	
Tabela 3.2 - Formação de uma equipe técnica (Simmons, 1988).	40
Tabela 5.1 - Razão de custos de serviço/custos de aquisição (Cohen, 1995). 66	
Tabela 6.1 - Diferença no número de ordens de serviço.....	80
Tabela 6.2 - Horas Trabalhadas x Ordens de Serviço x Unidade do Hospital. 81	
Tabela 6.3 - Horas Trabalhadas x Ordens de Serviço.....	83

LISTA DE SIGLAS

BMET	-	<i>Biomedical Equipment Technician</i>
CC	-	Centro Cirúrgico
CNEN	-	Comissão Nacional de Engenharia Nuclear
DIMA	-	Divisão de Materiais
EC	-	Engenharia Clínica
EEC	-	Estrutura de Engenharia Clínica
GPEB	-	Grupo de Pesquisas em Engenharia Biomédica
HU	-	Hospital Universitário
JCAH	-	<i>Joint Commission on Accreditation of Hospitals</i>
JCAHO	-	<i>Joint Commission on the Accreditation of Healthcare Organizations</i>
MPCPM		Média da Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção
NEC	-	Núcleo de Engenharia Clínica
PTC	-	Laboratório de Patologia Clínica
TMEF	-	Tempo Médio Entre Falhas
TQM	-	<i>Total Quality Management</i>

RESUMO

Este trabalho descreve procedimentos de auxílio voltados às atividades de gerenciamento de manutenção em equipamentos eletromédicos, através da utilização de indicadores de referência. Inicialmente, são discutidos os propósitos acerca da utilização desses indicadores, algumas características essenciais que estes devem apresentar; o processo de gerenciamento propriamente dito, bem como as etapas que devem ser previamente conhecidas, necessárias à realização dos procedimentos de monitoração. Essas etapas são ainda subdivididas em quatro categorias: manutenção, onde são apresentados os tipos de manutenção mais executados entre os equipamentos eletromédicos, suas principais fases, a necessidade de registro adequado das informações, bem como os diversos níveis e categorias do pessoal técnico inserido na estrutura de engenharia clínica; dados, onde é discutida a maneira na qual os dados, provenientes da solicitação e ordem de serviço, devem ser processados através da aplicação da Estatística Descritiva; indicadores, onde são apresentados os principais indicadores, além de uma proposta de quatro indicadores, considerados adequados às atividades de monitoração dos serviços de manutenção no Núcleo de Engenharia Clínica do Hospital Universitário, quando este era gerenciado pelo Grupo de Pesquisas em Engenharia Biomédica. Por fim, são apresentados os resultados obtidos através da realimentação das informações dos indicadores, além das propostas de um modelo de ordem e solicitação de serviço, mais eficientes sob o ponto de vista operacional.

Palavras-chaves: engenharia clínica, indicadores de manutenção.

Definition of Procedures for Evaluating Productivity and Efficacy in Maintenance Services of Electromedical Equipment

ABSTRACT

This work describes the use of benchmarks as aid procedures for maintenance management of electromedical equipments. Purposes for using benchmarks, some essential characteristics, the management process, as well as the stages that must be previously known in order to succeed in monitoring procedures, are also discussed. These stages are divided into four categories: maintenance, data, indicators, and feedback. Regarding to maintenance, the most common types of maintenance of electromedical equipments, as well as the knowledge level of technical staff required is discussed. The topic data, it is discussed the way of processing data from form service and work order by using descriptive statistics. The main indicators are presented; also, a proposal of four indicators for monitoring maintenance activities is also introduced, according to the needs of the Núcleo de Engenharia Clínica of the Hospital Universitário, when it was managed by Grupo de Pesquisas em Engenharia Biomédica. Finally, are presented the results of the feedback activities and a proposal of a form service and work order model, more effective for management purposes.

Key-words: clinical engineering, maintenance indicators.

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A necessidade de consertar equipamentos, de forma que fossem mantidas as condições ótimas de operação, passou a existir desde o surgimento das primeiras máquinas a vapor, no século XVII (Ariza, 1989).

Após a Revolução Industrial, no início do século XX, verificaram-se grandes avanços da tecnologia, principalmente com a criação do primeiro motor elétrico. Essas inovações tecnológicas também trouxeram intensas transformações na prática médica, mais acentuadamente após a II Guerra Mundial. Mudanças ocorreram nas áreas de pesquisa, de diagnóstico, de tratamento e prevenção de doenças e na reabilitação de pacientes. O contínuo aumento populacional e, conseqüentemente, o maior acesso à assistência médica também exigiram rápidos avanços da ciência e da tecnologia. Com isso, tornou-se impossível proporcionar uma assistência à saúde sem uma quantidade significativa de equipamentos, às vezes sofisticados e de alto custo.

Frente a esse panorama, a manutenção de equipamentos eletromédicos tornou-se cada vez mais crítica. Além da sua importância em termos de reflexos diretos na qualidade dos serviços prestados ao público, a manutenção representa uma grande parcela nos custos diretos de um hospital (CEB/Unicamp, 1983, e Ariza, 1989).

Diante desse contexto, engenheiros começaram a se envolver no cenário clínico americano, por volta da década de 60, a fim de dar suporte tecnológico à problemática envolvida. Surgiu, então, um novo ramo da engenharia, a engenharia clínica, cuja principal preocupação, no início, era relacionada com a segurança dos pacientes; mais tarde, porém, surgiu a problemática das manutenções inadequadas (Bronzino, 1992, apud Beskow, 1997). No Brasil, a engenharia clínica foi implantada mais tarde com os objetivos de diminuir os custos com a manutenção e de prolongar a vida dos equipamentos (Ariza, 1989).

Somente a partir da década de 1980, entretanto, passou-se a ter, em nível internacional, uma maior preocupação com a qualidade e a eficiência na manutenção de equipamentos eletromédicos. Para conseguir um sistema de manutenção eficiente e de qualidade, Estruturas de Engenharia Clínica - EEC - passaram a utilizar uma poderosa ferramenta: os indicadores de referência, mais conhecidos como *Benchmark*, que começaram a fazer parte do sistema administrativo da manutenção dentro da assistência à saúde. Largamente utilizados na indústria como estratégia competitiva em práticas de negócio, os indicadores também passaram a mostrar resultados interessantes na manutenção de equipamentos eletromédicos, fornecendo uma visão global desse processo.

1.2 PROPOSTA DO TRABALHO

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi realizar estudos de métodos que permitam definir indicadores de produtividade e eficiência para monitorar os serviços de manutenção de equipamentos eletromédicos em qualquer EEC.

1.2.2 Objetivos Específicos

Pretende-se, através da definição de indicadores de referência (*Benchmark*), monitorar o processo de manutenção no Núcleo de Engenharia Clínica - NEC - do Hospital Universitário - HU - de Florianópolis - SC, no decorrer de 1997, período de desenvolvimento da pesquisa. Para isso, fazem-se necessários o estudo do processo de manutenção, a obtenção de dados referentes a esse processo, a realização de um tratamento estatístico para a apresentação dos dados, o uso de diversos indicadores para realizar referências cruzadas e, por fim, a extração de resultados concretos do estudo proveniente dos indicadores para que se possa fornecer uma realimentação ao NEC.

Visa-se apresentar, com o trabalho de pesquisa, os principais indicadores utilizados atualmente na administração da manutenção, além de suas vantagens e desvantagens. Com isso, propiciam-se informações para as

EEC, as quais permitirão a melhoria dos serviços relacionados com a manutenção de equipamentos eletromédicos.

1.3 JUSTIFICATIVAS

Considerando que o Brasil é um país em pleno desenvolvimento e com recursos limitados na área da saúde, a manutenção de equipamentos eletromédicos merece atenção especial, pois, se bem administrada, permite um controle maior de todos os gastos envolvidos na área.

A administração através de indicadores é essencial para a sobrevivência de organizações como as EEC, que cuidam da manutenção de equipamentos eletromédicos, e absolutamente necessária para uma administração efetiva. Com indicadores de custo e qualidade, as EEC podem justificar seu desempenho num nível de eficiência.

Para isso, é importante desenvolver um programa de indicadores apropriados para documentar, monitorar e administrar os serviços de manutenção a serem fornecidos. Com os indicadores, as EEC poderão monitorar as operações internas, realizar processos para melhoria da qualidade e, posteriormente, realizar comparações com outras estruturas visando à melhoria de seu desempenho. É de fundamental importância, então, que toda EEC possa quantificar seus serviços em termos de qualidade e reconhecimento dos custos envolvidos na manutenção.

Toda essa sistematização visa dotar o Grupo de Pesquisa em Engenharia Biomédica - GPEB - de conhecimentos necessários para que sejam aplicados seus programas de engenharia clínica. Procedimentos de

avaliação adequados também permitirão um melhor planejamento e uma maior facilidade de implementação de programas de engenharia clínica no país.

1.4 METODOLOGIA

Visando atender aos objetivos do trabalho, procurou-se estudar, por meio de pesquisa em livros e artigos científicos, a manutenção que envolve os equipamentos eletromédicos e os principais indicadores que são utilizados para monitorar este processo, como forma de gerenciamento.

Pesquisas com vários tipos de indicadores, ou seja, indicadores de custo, de qualidade e a relação entre ambos, que são indicadores de valor, permitiram que se globalizassem todos os pontos do gerenciamento da manutenção.

Um envolvimento maior nas atividades do NEC, ligadas à administração da manutenção, permitiu mudanças na ordem de serviço utilizada no HU e experimentos na solicitação de serviço dessa instituição. Dessa forma, conseguiu-se obter dados essenciais para a formação de determinados indicadores.

A participação no I Fórum Internacional de Tecnologia em Saúde, realizado em novembro de 1997, em São Paulo, propiciou grandes avanços na pesquisa, principalmente na discussão com profissionais de outras instituições do nosso país, como o Hospital Unimed, de Sorocaba, os quais realizam programas de gerenciamento em equipamentos eletromédicos nos moldes da engenharia clínica.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho encontra-se estruturado em sete capítulos, sendo que, no segundo, apresenta-se a idéia das etapas do processo de monitoração da manutenção através de indicadores de referência, o que determina a seqüência dos demais capítulos.

Discutem-se, no terceiro capítulo, os principais tipos de manutenção em equipamentos eletromédicos, suas principais etapas e a necessidade de registro dos serviços fazendo-se um histórico sobre a manutenção no HU e, no final, tecendo-se considerações sobre a formação de uma equipe de engenharia clínica. Na seqüência, têm-se desde o processo de coleta dos dados da solicitação de serviço e da ordem de serviço até a apresentação e análise dos dados, além de fornecer-se um tratamento estatístico indispensável dos dados provenientes da manutenção. No quinto capítulo, encontram-se os principais indicadores utilizados atualmente para a monitoração dos serviços de manutenção, dando-se, a cada um deles, a definição, além dos principais dados para a sua formação. No sexto capítulo, apresenta-se a última etapa do processo de monitoração, que consiste em mostrar os resultados provenientes da utilização de determinados indicadores. Por fim, encontram-se as conclusões relacionadas ao trabalho realizado e a proposta de trabalhos futuros nessa linha de pesquisa.

2. INDICADORES PARA MONITORAÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

2.1 INTRODUÇÃO

Toda e qualquer EEC que realiza serviços de manutenção em equipamentos eletromédicos deve sempre preocupar-se em manter seus serviços num bom nível de qualidade. Segundo Stiefel (1991), uma das maiores razões para que o administrador de uma estrutura se interesse em medir a qualidade de seus serviços, ou busque melhorar um sistema já existente, é a satisfação de estar executando um negócio sadio.

Nos Estados Unidos, duas grandes ênfases são dadas nesse sentido: a primeira é dada pela filosofia de Deming em *Total Quality Management - TQM* -, que relata o primeiro princípio da qualidade: “fazer direito na primeira vez”, o que evita repetições de serviço, consumo de tempo excessivo para realização de um serviço de manutenção e um mau funcionamento do equipamento, perigoso devido à engano ou omissão; uma segunda ênfase se dá sobre o controle de qualidade e a segurança de equipamentos na *Equipment Management*, seção da Joint Commission on the Accreditation of Healthcare Organizations - JCAHO -, que fornece uma grande motivação para os administradores. Segundo Autio (1995), a JCAHO é uma instituição responsável por verificar se os hospitais respeitam as normas e regulamentações na prestação de serviços de saúde.

Embora a inspeção do usuário seja reconhecida como uma importante e útil ferramenta para avaliar a qualidade da manutenção de equipamentos eletromédicos, ela não é uma ferramenta que o encaminha para o *Benchmark* (Cohen, 1995). Neste trabalho, serão utilizados indicadores de referência (*Benchmark*), os quais compõem uma ferramenta que permite monitorar e avaliar as atividades de manutenção na engenharia clínica. Dessa maneira, pode-se conhecer e comparar os verdadeiros custos e o real desempenho de toda estrutura.

2.1.1 Resumo Histórico sobre *Benchmark*

Existem dois provérbios antigos que ajudam a esclarecer bem o significado de *Benchmark*. Um deles data do ano 500 a. C. e é atribuído ao general chinês Sun Tzu, que escreveu: “Se você conhece seu inimigo e conhece a si próprio, então não precisa temer o resultado das batalhas”. O outro provérbio, de origem desconhecida, diz: “Ser o melhor dos melhores” (Pinto, 1993).

A primeira manifestação formal de *Benchmark* surgiu nos Estados Unidos por volta de 1979, apresentada pela empresa Xerox (Camp, 1989, apud Pinto, 1993). Esta foi interpretada, na época, como sendo uma reação norte-americana aos japoneses, devido à crescente perda de mercado por parte dos primeiros, tanto em nível interno quanto no externo (Pinto, 1993).

Não existe, no idioma português, um termo que expresse com fidelidade o significado de *Benchmark*. Uma tradução aproximada, adotada pela Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade, é “referenciais de

excelência”, que tem, entretanto, o inconveniente de não ser suficientemente abrangente, por restringir-se aos números ou indicadores utilizados pela técnica (Spendolini, 1992, apud Ribeiro, 1996).

2.1.2 Monitoração Através de Indicadores

Com as exigências do mercado cada vez maiores, ou seja, exigências na qualidade dos serviços, no tempo de retorno do equipamento para a realização de sua função, no tempo de resposta da equipe técnica em atender a uma chamada de serviço, as EEC obrigam-se a buscar formas mais aprimoradas de desenvolver e administrar seus serviços. O uso de indicadores é uma forma encontrada para monitorar os serviços de manutenção oferecidos por uma EEC em um determinado hospital ou noutro estabelecimento de assistência à saúde que necessite desse tipo de serviços.

O uso de indicadores envolve um longo processo, que consiste em avaliar o que já existe de melhor, no caso da manutenção de equipamentos eletromédicos, e que serve como ponto de partida para novas descobertas. Além disso, é um processo de melhoramento contínuo, no qual as informações internas dos serviços devem ser reavaliadas e atualizadas constantemente.

Com a monitoração dos serviços de manutenção através de indicadores, determinadas informações tornam-se disponíveis, como, por exemplo, o tempo consumido e o custo envolvido em cada serviço, possibilitando, então, a melhoria da qualidade dos serviços por meio de avaliações, tomada de decisões e implementação de ações corretivas. Desse modo, as EEC podem “visualizar” e quantificar seus serviços, sendo possível

representar através de dados estatísticos o resultado de todo o processo de manutenção, tornando-o, assim, mais claro.

A Figura 2.1 representa um procedimento de monitoração dos serviços de manutenção prestados por uma EEC a um hospital, através do uso de indicadores.

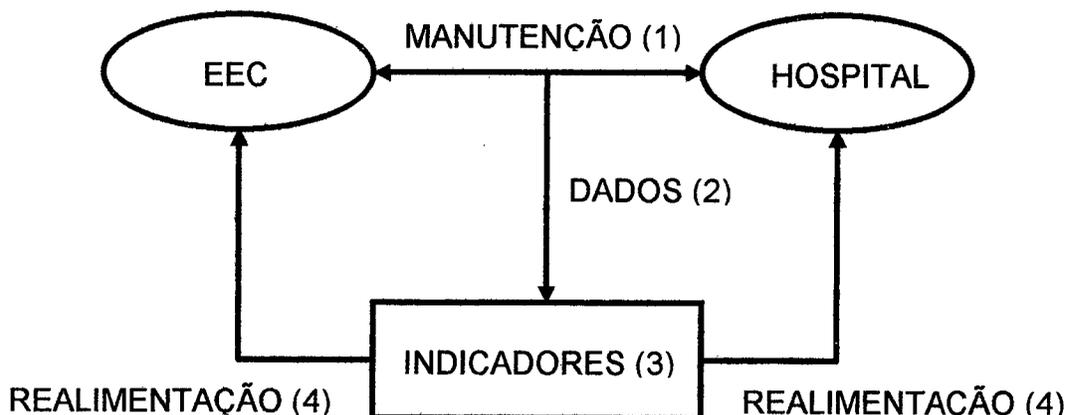


Figura 2.1 - Monitoração através de indicadores.

Conforme a Figura 2.1, existem, basicamente, quatro etapas a serem conhecidas da relação EEC - Hospital em todo o procedimento de monitoração da manutenção.

- Manutenção - Abrange o conhecimento do que envolve a manutenção de equipamentos eletromédicos, sendo eles: o tipo de manutenção que é empregado (corretiva, preventiva, preditiva ou os três); como é realizada a manutenção, ou seja, as etapas fundamentais deste processo; o espaço físico disponível para o desenvolvimento dos serviços; a existência de equipamentos de teste (multímetros, osciloscópios, equipamentos de avaliação

tecnológica, etc.); o número e o “tipo” de pessoal envolvido (técnico, engenheiro, etc.) e seus níveis de treinamento e, por última, verificação da existência de registro dos serviços (solicitação de serviço e ordem de serviço). Neste último item, deve-se observar se todas as informações necessárias estão incluídas, pois são elas que vão fornecer os dados para a formação dos indicadores.

- Dados - Consiste na coleta dos dados para a formação dos indicadores, os quais devem ser precisos e completos. Além da coleta, um banco de dados deve ser formado, seja no computador seja no papel. Com o uso de sistemas computacionais, o esforço requerido para análise é menor e o nível de sofisticação das ferramentas analíticas que podem ser usadas é maior (Autio, 1995). É importante salientar que de nada adianta coletar dados se estes não serão utilizados no processo de avaliação.
- Indicadores - É a etapa da formação dos indicadores e também do uso de vários deles, pois indicadores diferentes podem ser necessários dependendo do propósito final. Um único indicador não é suficiente para fornecer todas as informações; assim múltiplos indicadores são necessários para fornecer referências cruzadas e verificação (Autio, 1995).
- Realimentação - Consiste em informar tanto à EEC quanto ao hospital os resultados provenientes dos indicadores. Nesta etapa, é necessária uma análise minuciosa dos indicadores, pois estes

irão determinar os procedimentos que devem ser tomados, por exemplo, o treinamento de um técnico.

Este mesmo procedimento é utilizado para monitorar os serviços de manutenção oferecido pelo NEC, do Grupo de Pesquisas em Engenharia Biomédica, ao Hospital Universitário e que pode também ser usado para monitorar outras atividades, pois sabe-se que a manutenção de equipamentos eletromédicos é somente uma das responsabilidades de administração tecnológica dentro de uma EEC. Avaliações antes da compra, investigação de acidentes, avaliação tecnológica, etc., também fazem parte do dia-a-dia do pessoal técnico envolvido.

2.2 OBJETIVO DOS INDICADORES

O uso de indicadores torna-se importante a partir da decisão das estruturas de engenharia clínica de realizarem um adequado procedimento de avaliação interna, ou seja, monitorarem e, principalmente, visualizarem todos os custos envolvidos no processo de manutenção. Além disso, como qualquer outra organização, as EEC devem se preocupar com a competitividade dos serviços prestados; portanto, por meio de indicadores de referência, torna-se possível que tais estruturas conheçam suas condições para que possam realizar uma posterior comparação externa.

Um programa de indicadores apropriados pode ser desenvolvido para documentar, monitorar e administrar os serviços a serem fornecidos. Uma vez que os indicadores efetivos são implementados, eles podem ser usados para medir a performance em três áreas principais: na monitoração de

operações internas, medindo, essencialmente, o que é feito e como tudo é feito internamente; no processo para melhoria da qualidade, no qual indicadores são essenciais durante o processo, para monitorá-lo e para melhorá-lo; nas comparações externas, quando os administradores de engenharia clínica poderão comparar seus serviços com outras estruturas (Autio, 1995).

2.2.1 Monitorar Operações Internas

A monitoração de operações internas serve para determinar o que de melhor pode ser aplicado internamente. Pode ser monitorado o desempenho de um único técnico, de uma equipe ou de todo o departamento envolvido na manutenção. Indicadores também podem ser usados para fornecer uma avaliação exata e objetiva dos diferentes serviços fornecidos na estrutura. Indicadores típicos incluem registros simples da qualidade ou nível de esforço para cada atividade, produtividade, percentagem de tempo gasto desempenhado em cada atividade, tempo médio por tarefa, tarefas de reparo não completadas em trinta dias, etc. (Autio, 1995).

De acordo com Cohen (1995), pode-se realizar a comparação do desempenho de qualidade e custos com o desempenho prévio, visualizando os próprios negócios. Instituições encarregadas de cuidados da saúde, como recomendado pela JCAHO, têm desenvolvido muitos programas de melhoria de desempenho que monitoram uma variedade de parâmetros internos, tendências estatísticas e eventos sentinelas, que são comparações internas sobre o tempo de uma meta em relação ao aperfeiçoado desempenho.

A monitoração de operações internas é a tarefa mais importante e a que requer menor esforço para a coleta de informações. Os dados dentro da estrutura, quando registrados, deveriam estar disponíveis para qualquer processo de análise.

2.2.2 Processo para Melhoria da Qualidade

Quando programas de indicadores são usados num processo de melhora da qualidade, um passo adicional é necessário, ou seja, expectativas devem ser quantificadas em termos dos indicadores utilizados. Juntamente com os indicadores, devem ser estabelecidas expectativas (valores-limite dos indicadores) que identificam as oportunidades para melhoria de qualidade dos serviços prestados. Os valores-limite indicarão se o programa está acima ou abaixo, medindo sucesso ou falha; assim, se ele estiver fora do limite aceitável do indicador, um problema pode ser identificado. Indicadores para o aumento de qualidade podem ser, por exemplo, o número de reparos completados durante 24 ou 48 horas, o número de chamadas para reparo, o número de defeitos causados por erros do operador, avaliação ou aceitação de novos equipamentos, etc. (Autio, 1995).

2.2.3 Comparações Externas

O indicador usado neste tipo de comparação é o *Benchmark*; essa forma é altamente valiosa para muitos administradores de hospitais e pode ser útil na determinação do desempenho relativo aos concorrentes.

Indicadores externos ou padrões de desempenho podem identificar áreas de atividade específicas que necessitam de melhorias (Autio, 1995). Conforme Camp (1989), usando *Benchmark*, as instituições poderão unir a visão e o entendimento de seu interior e exterior com a busca constante dos melhores métodos e de práticas inovadoras de negócios. Indicadores de referência ou *Benchmark* têm sido definidos como:

O processo de comparação de práticas de negócio e níveis de desempenho entre companhias (ou divisões) para ganhar novas visões e identificar oportunidades para obter melhorias (Cohen, 1995).

Medições numéricas de desempenho são necessárias para que sejam quantificadas as diferenças comparativas entre organizações, fornecendo a necessária direção para a aplicação dos recursos de administração. Se a comparação de desempenhos numéricos fornece a visão, então o entendimento do processo que mostra os resultados, interna ou externamente, propicia a clareza em termos da identificação do que precisa ser mudado e de como fazê-lo (Cohen, 1995).

Um grande cuidado deve ser tomado quando se estabelece um indicador de referência ou *Benchmark*. Os objetivos e responsabilidades dos programas de engenharia clínica variam largamente de um hospital para outro; assim também, as equipes técnicas, o espaço ocupado e os procedimentos para realização da manutenção são diversos e medidos em unidades diferentes. Simples estatísticas e dados não padronizados, como, por exemplo, número de técnicos/leito, não são adequados para serem usados como

indicadores de referência. Portanto, é impossível identificar um único programa de engenharia clínica que possa servir como referência para *todos* os outros programas, ou seja, pode ser necessário desenvolver e utilizar indicadores diferentes para monitorar o processo de manutenção numa determinada estrutura de engenharia clínica (Baretich, 1992).

Valendo-se de indicadores, as EEC podem realizar comparações com organizações que desenvolvem o mesmo tipo de serviço e que possuem prestígio no mercado. Ocorre, porém, que nem sempre essas organizações se dispõem a fornecer informações sobre suas práticas. O esforço, entretanto, pode ser válido na medida em que se percebam as deficiências da própria estrutura em relação à que se está comparando.

Outro cuidado deve ser tomado quando forem comparados serviços de departamentos de engenharia clínica localizados em instalações diferentes. É importante que a definição dos indicadores seja bem entendida e que não ocorram falhas no entendimento dos detalhes e natureza da comparação, pois os resultados podem ser errados ou mal interpretados. Indicadores para realizar comparações externas podem ser o custo por hora de trabalho, o custo por reparo, o custo total por reparo, a percentagem de tempo dedicado para cada reparo, etc. (Autio, 1995).

2.3 CARACTERÍSTICAS DE UM INDICADOR

Antes de utilizar qualquer indicador de *Benchmark* na relatada manutenção de equipamentos eletromédicos, é fundamental que se definam suas características gerais. Um indicador deve ser fácil de entender, fácil para

medir, voltado para o processo que se deseja analisar e bem definido. Para que um indicador seja válido, ele deve medir com precisão o conceito que deseja quantificar. Na Tabela 2.1, encontram-se algumas das principais características que devem ser consideradas na definição de um indicador (Cohen, 1995, e Paladini, 1994). Essas características são citadas com o objetivo de formar indicadores voltados para o processo de manutenção, mas podem ser utilizadas para monitorar outros processos.

Indicadores podem ser categorizados como indicadores de qualidade e indicadores de custo. Idealmente, indicadores de qualidade, no sistema de cuidado da saúde, focalizam resultados do paciente. É raro, entretanto, que EEC possam ser mantidas diretamente responsáveis por resultados do paciente, ou seja, é muito mais provável ter o controle do processo, do que indiretamente afetar os resultados do paciente. Na engenharia clínica, essa é uma área que necessita de maiores pesquisas antes que algum conjunto padronizado de sistemas de medida da qualidade possa ser vastamente usado. Porém, alguns indicadores de qualidade válidos podem ser utilizados, como, por exemplo, tempo de retorno do equipamento, tempo do equipamento parado, etc. (Cohen, 1995).

Quanto aos indicadores de custo, eles se justificam pelos custos diretos do negócio realizado; são ferramentas que já estão disponíveis para serem utilizadas dentro da engenharia clínica. Alguns indicadores de custo são o custo por serviço e o custo de serviço por equipamento.

Tabela 2.1 - Características dos indicadores.

Característica	Descrição
Objetivos	Devem ser mensuráveis e permitir o uso de escalas contínuas para serem medidos (numérica, por exemplo). Também devem ser reais, sem distorção pela opinião, sentimento pessoal ou preconceito.
Claros	Devem ser perfeitamente compreensíveis.
Precisos	Não devem permitir duplicidade de interpretações, nem podem ser usados de forma diversa em situações similares.
Bem definidos	Devem facilitar a coleta dos dados. Deve haver uma precisa e consistente definição, prevendo múltiplos coletores.
Viáveis	Não se pode requerer informações que não estão disponíveis.
Representativos	Devem refletir a verdadeira realidade do processo.
Baseado sobre atuais conhecimentos	Significante pesquisa acadêmica não será requerida para desenvolver o indicador.
Permitir rápida visualização do processo	Devem ser resumidos, sem perder a abrangência. Podem ser usados gráficos, tabelas e outros modelos de representação.

É proposto, ainda, um método de integrar indicadores de custo e indicadores de qualidade em termos de valor, como descrito por Cohen (1995), na Equação 2.1, e por Gordon (1995), na Equação 2.2.

$$(\text{Valor} = \text{qualidade} \div \text{custo}) \quad (2.1)$$

$$(\text{Valor} = \text{qualidade} \times \text{minimização de custo}) \quad (2.2)$$

Com isso, o “Valor” aumenta na proporção do aumento da qualidade ou da diminuição do custo. É útil monitorar um indicador de qualidade e tentá-lo manter constante (se ele já está num bom nível de qualidade aceitável) enquanto decresce o custo. Um verdadeiro indicador de valor integrará custos e qualidade. Para Cohen (1995), o índice de falha *versus* horas por equipamento que sofreu manutenção, ou índice de falha *versus* custo por equipamento que sofreu manutenção, é usado como indicador de valor. Como os indicadores de qualidade ainda estão em desenvolvimento, os indicadores de valor também estão.

2.4 GERENCIAMENTO DE UM INDICADOR

Segundo Autio (1995), o processo desenvolve, monitora, analisa e gerencia indicadores como mostrado na Figura 2.2. Os diferentes passos nesse processo incluem a definição do indicador, o estabelecimento do limiar, a monitoração do indicador, a avaliação do indicador, a identificação das oportunidades de aperfeiçoamento da qualidade e a implementação dos planos de ação.

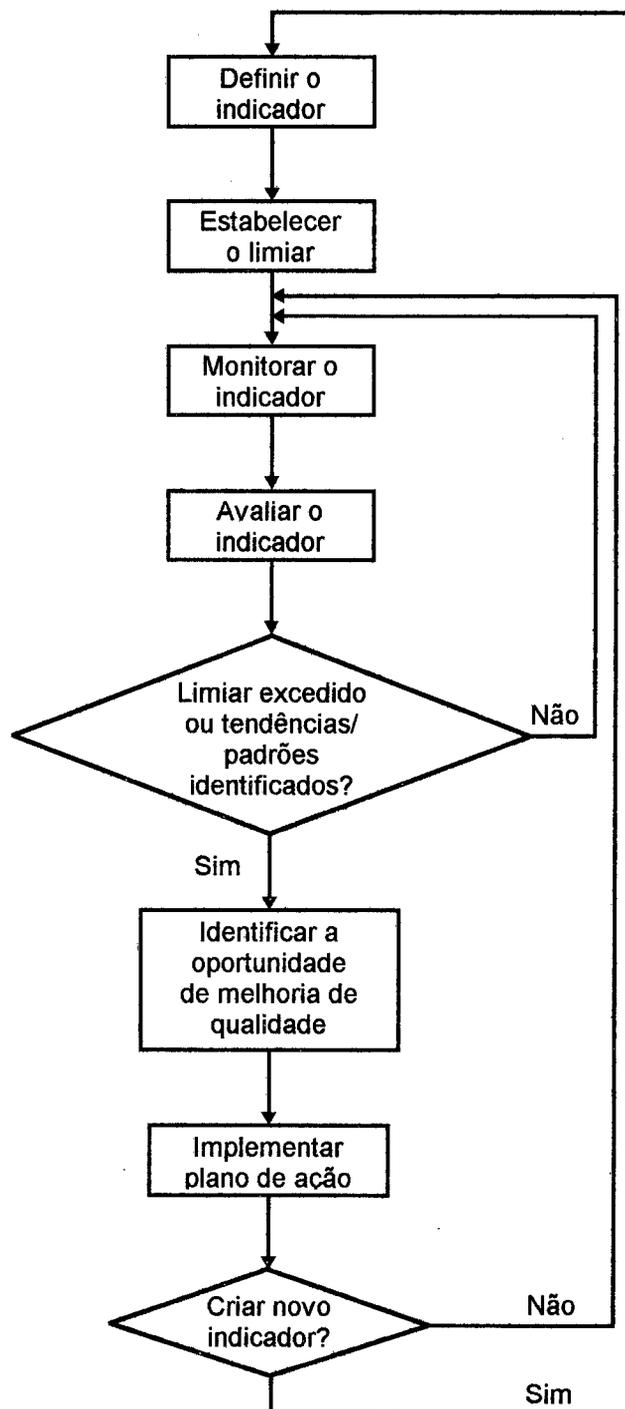


Figura 2.2 - Processo de gerenciamento de um indicador (Autio, 1995).

- Definir o indicador - O indicador a ser monitorado deve ser cuidadosamente definido; para isso, alguns termos específicos são usados. Também se deve categorizar o indicador (evento sentinela, processo ou resultado, desejável ou indesejável). O objetivo para o indicador deve ser definido, bem como o quanto ele será usado.
- Estabelecer o limiar - Um limiar é um ponto de um dado específico que identifica a necessidade de o departamento responder ao indicador e determinar por que o limiar foi atingido.
- Monitorar o indicador - Sendo definido o indicador, os processos de aquisição de dados identificam as fontes de dados e os elementos destes. Indicadores múltiplos podem ser usados para a avaliação e a comparação cruzada. O uso de uma base de dados computadorizada permite o acesso rápido dos dados, os quais, uma vez reunidos, devem ser apresentados em um formato adequado para avaliação. É importante a apresentação gráfica dos dados, que permite uma análise visual rápida dos limiares, tendências e padrões.
- Avaliar o indicador - Este processo abrange a comparação da informação com limiares estabelecidos e a análise através de algumas tendências ou padrões. Uma tendência é a direção geral que a medição do indicador toma sobre um período de tempo, podendo ser desejável ou indesejável; o padrão, por sua vez, é um grupo ou distribuição de medições dos indicadores. Uma

análise do padrão é freqüentemente acionada quando os limiares são contraditos ou são identificadas tendências. Uma informação adicional do indicador também é freqüentemente solicitada. Se um indicador de limiar não foi atingido, uma ação pode ser necessária. O departamento também pode concluir por melhorar o nível de desempenho pela mudança do limiar.

- Identificar a oportunidade de aperfeiçoar a qualidade - Uma oportunidade de aperfeiçoar a qualidade é quando um indicador de limiar é alcançado, uma tendência é identificada ou um padrão é reconhecido.
- Implementar o plano de ação - Um plano de ação é necessário para identificar como a solução do aperfeiçoamento da qualidade será implementada. Esta definição abrange as diferentes tarefas a serem executadas, a ordem na qual elas serão dirigidas, o que se fará em cada tarefa e como este melhoramento será monitorado. Quando o plano de ação é implementado, os indicadores são monitorados e avaliados para que se possa verificar mudanças apropriadas no processo. Novos indicadores e limiares podem ser desenvolvidos para monitorar a solução.

2.5 RESUMO

É importante que o administrador de engenharia clínica se preocupe em medir a qualidade de seus serviços. Uma maneira de melhorar e manter a qualidade nos serviços de manutenção em equipamentos

eletromédicos é monitorar esses serviços através de indicadores de referência ou *Benchmark*. Foram apresentadas aqui as principais etapas que devem ser conhecidas para realizar o procedimento de monitoração. Também foram citados os propósitos de se usarem indicadores, sendo o primeiro deles monitorar os serviços de manutenção internamente; o segundo, melhorar a qualidade dos serviços e, por último, comparar os próprios serviços com outras EEC para identificar a necessidade de melhorias. Por fim, apresentam-se algumas características que cada indicador deve ter e o processo de gerenciamento de um indicador.

3. CARACTERIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO

3.1 INTRODUÇÃO

A manutenção de equipamentos começou a ser implementada com o surgimento das primeiras máquinas a vapor, mas somente após a Revolução Industrial, no início do século XX, com a criação do motor elétrico, a tecnologia passou a evoluir rapidamente. Sistemas mais complexos, como a eletrônica, começaram a fazer parte dos equipamentos, e a manutenção passou a ser exigida cada vez mais. Com isso, nasceu também a manutenção preventiva, que tem como objetivo principal reduzir o número de manutenções corretivas.

Sempre houve uma maior preocupação com a manutenção de equipamentos eletromédicos, principalmente nos países mais desenvolvidos, como os Estados Unidos, onde a Engenharia Clínica - EC - passou a existir com o objetivo de oferecer maior segurança ao paciente e ao operador. No Brasil, por sua vez, além de a EC iniciar mais tarde, o seu primeiro objetivo sempre foi diminuir os custos com a manutenção e prolongar a vida dos equipamentos. Somente agora, está havendo uma preocupação maior com o desempenho e segurança dos equipamentos eletromédicos (Ariza, 1989).

Como discutido anteriormente neste estudo, é preciso conhecer as quatro etapas fundamentais no processo de monitoração através de indicadores, sendo uma delas a manutenção. Em seqüência, portanto, será discutido um pouco mais sobre a manutenção de equipamentos eletromédicos.

3.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

De um modo geral, a manutenção consiste na conservação de todos os equipamentos, de forma que estejam em condições ótimas de operação quando solicitados ou, em caso de defeito, possam ser reparados no menor tempo possível e da maneira tecnicamente mais correta. Existem, basicamente, três tipos de manutenção: corretiva, preventiva e a preditiva.

3.2.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva, também chamada de *reparo* ou *conserto*, envolve procedimentos realizados em um equipamento para encontrar a causa de uma falha e realizar a substituição ou ajuste de componentes ou subsistemas, conservando o potencial do equipamento para o seu funcionamento normal e garantindo parâmetros de segurança, desempenho e confiabilidade (Bronzino, 1992, apud Esperança, 1996). Além de garantir esses parâmetros do equipamento, o tempo e o custo também são fatores importantes e promovem a eficiência da manutenção em uma EEC. Somente com a união de todos esses fatores, é possível fornecer uma satisfação global, ou seja, satisfação para o usuário, para o operador, para o administrador do hospital e, principalmente, para a própria estrutura.

A Figura 3.1 mostra um fluxograma de procedimentos de manutenção corretiva que uma estrutura de engenharia clínica deve seguir para a localização de defeitos (Webster, 1979).

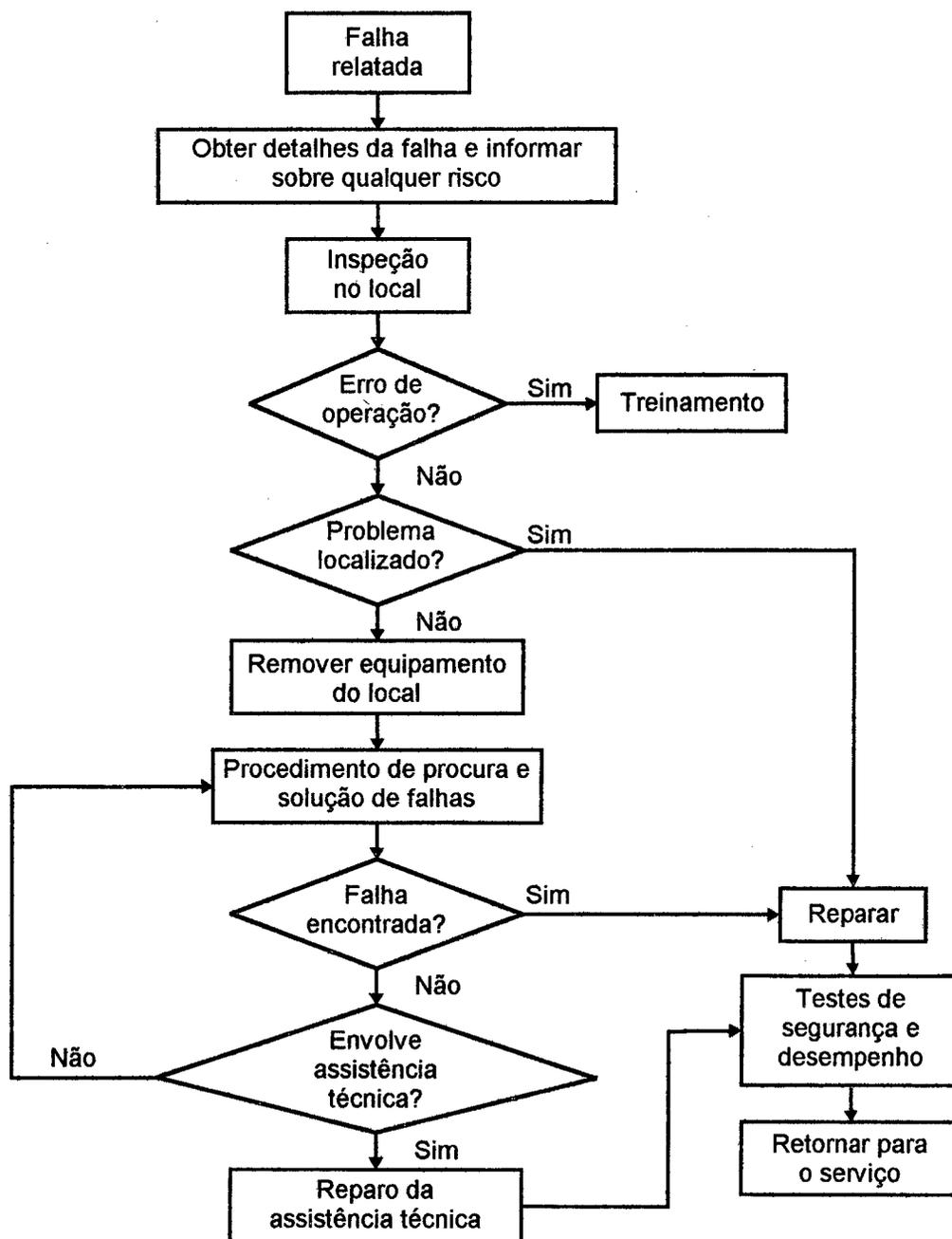


Figura 3.1 - Fluxograma de manutenção corretiva (Webster, 1979).

Realizar o serviço de reparo de equipamentos é uma atividade significativa da engenharia clínica. Portanto, alguns procedimentos padrão e

métodos de rotina devem ser estabelecidos para que se realize o reparo tão eficientemente quanto possível.

Através do fluxograma, pode-se observar que o procedimento de manutenção corretiva parte do relato da falha, seja ele feito pelo usuário ou pela própria equipe técnica. Uma inspeção no local mostra-se importante, pois, com ela, problemas fáceis de resolver podem ser verificados, como, por exemplo, um cabo mal-conectado, o que evita a remoção do equipamento do local. Caso a falha não possa ser solucionada no local, convém remover o equipamento e utilizar procedimentos padrão de auxílio na procura e solução de falhas. Se, ainda, a falha não for encontrada, pode-se envolver uma empresa de assistência técnica ou até mesmo o fabricante. Por último, é importante que todos os equipamentos passem por testes para que avaliem seu desempenho e segurança antes que retornem para o serviço (Bronzino, 1992, apud Esperança, 1996).

3.2.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva consiste num trabalho de prevenção de defeitos que possam originar a parada ou o baixo rendimento dos equipamentos em operação. Esta prevenção é feita com base em estudos estatísticos (experiências anteriores), como, por exemplo, estado do equipamento (ano de fabricação e conservação), local de instalação (adequado ou não), condições elétricas que o suprem (adequadas ou não), dados fornecidos pelo fabricante, tais como condições ótimas de funcionamento e outros (Lucatelli, 1997).

De acordo com Webster (1979), um programa de manutenção preventiva reduzirá o número de reparos requeridos, e o mais importante, reduzirá a inconveniência e frustração causada pelo mau funcionamento do equipamento. Além disso, a manutenção preventiva prolonga a vida útil do equipamento por fornecer adequada limpeza, lubrificação e reparo prévio de peças defeituosas antes que apresentem uma falha séria. Com o equipamento em boas condições de funcionamento, certamente ele não se deteriorará tão facilmente.

É importante que o procedimento de manutenção preventiva seja realizado pelo mesmo técnico que faz o reparo, que terá uma familiaridade maior com o equipamento e sua operação. Com isso, quando ocorre uma falha no equipamento, o tempo parado para reparo é freqüentemente menor porque o técnico pode mais rapidamente determinar a causa do defeito (Webster, 1979).

3.2.3 Manutenção Preditiva

Este tipo de manutenção é um processo que detecta mais rapidamente as anomalias, podendo prever quando a pane irá acontecer e também quando o reparo deve ser feito, o que torna uma forma mais eficaz de manutenção. Além disso, passa a existir uma otimização com o custo dos materiais, que são substituídos antes da falha ocorrer; a disponibilidade do equipamento torna-se maior; as peças para substituição passam a ser adquiridas previamente; a falha e as paradas são programadas (Mirshawka, 1991).

A manutenção preditiva é um processo mais complexo e surgiu da necessidade de reduzir o número de manutenções preventivas. Alguns autores até a consideram uma manutenção preventiva dentro da manutenção preventiva.

3.3 PRINCIPAIS ETAPAS DA MANUTENÇÃO CORRETIVA

3.3.1 Relato das Falhas

O documento de notificação de falhas, normalmente chamado de Solicitação de Serviço, deve conter informações para o auxílio na procura do defeito ocorrido. Ele deve ser preenchido pelo membro que relatou a falha de uma maneira padronizada e logo após a descoberta do defeito. Uma forma padrão de solicitação de serviço é proposta através de questões feitas da seguinte maneira (Webster, 1979):

- Qual foi o item do equipamento que falhou (número de controle se possível, ou modelo e número de série)?
- Onde o equipamento está localizado?
- Quem está relatando a falha?
- Quem estava operando o equipamento quando a falha ocorreu?
- A que horas a falha ocorreu?
- Descrever resumidamente o defeito e verificar o que estava acontecendo na hora da falha.

Todas essas questões podem ajudar no procedimento de encontro e solução de falhas quando respondidas adequadamente. Existem situações em que tais questões não podem ser respondidas logo após a falha, mas devem ser relatadas tão logo quanto possível (Webster, 1979).

3.3.2 Inspeção no Local

A inspeção no local é um passo importante a ser realizado, devendo ser feita pelo técnico de manutenção em conjunto com a pessoa que detectou a falha. Esta inspeção levará à descoberta de problemas fáceis de resolver, como, por exemplo, uma conexão que se soltou, um controle mal-ajustado, um fusível queimado ou, até mesmo, um erro do usuário que tenha ocasionado a falha técnica. Esse procedimento evita que, após exame exaustivo no equipamento, o técnico conclua que nenhum problema foi encontrado. Portanto, sem remover o equipamento do local, torna-se mais fácil detectar a causa do defeito (Webster, 1979).

3.3.3 Procedimento de Procura e Solução de Falhas

Se a inspeção no local foi realizada e a causa do defeito não foi encontrada, o equipamento deve ser removido dali e passar por um procedimento de procura e solução de falhas (*Troubleshooting*). Nesse, muitas horas podem ser perdidas se forem usados métodos detalhados e complicados; portanto, primeiramente, deve-se experimentar um método

simples para encontrar a falha. Na Figura 3.2, é mostrado um método de procura e solução de falhas (Webster, 1979).

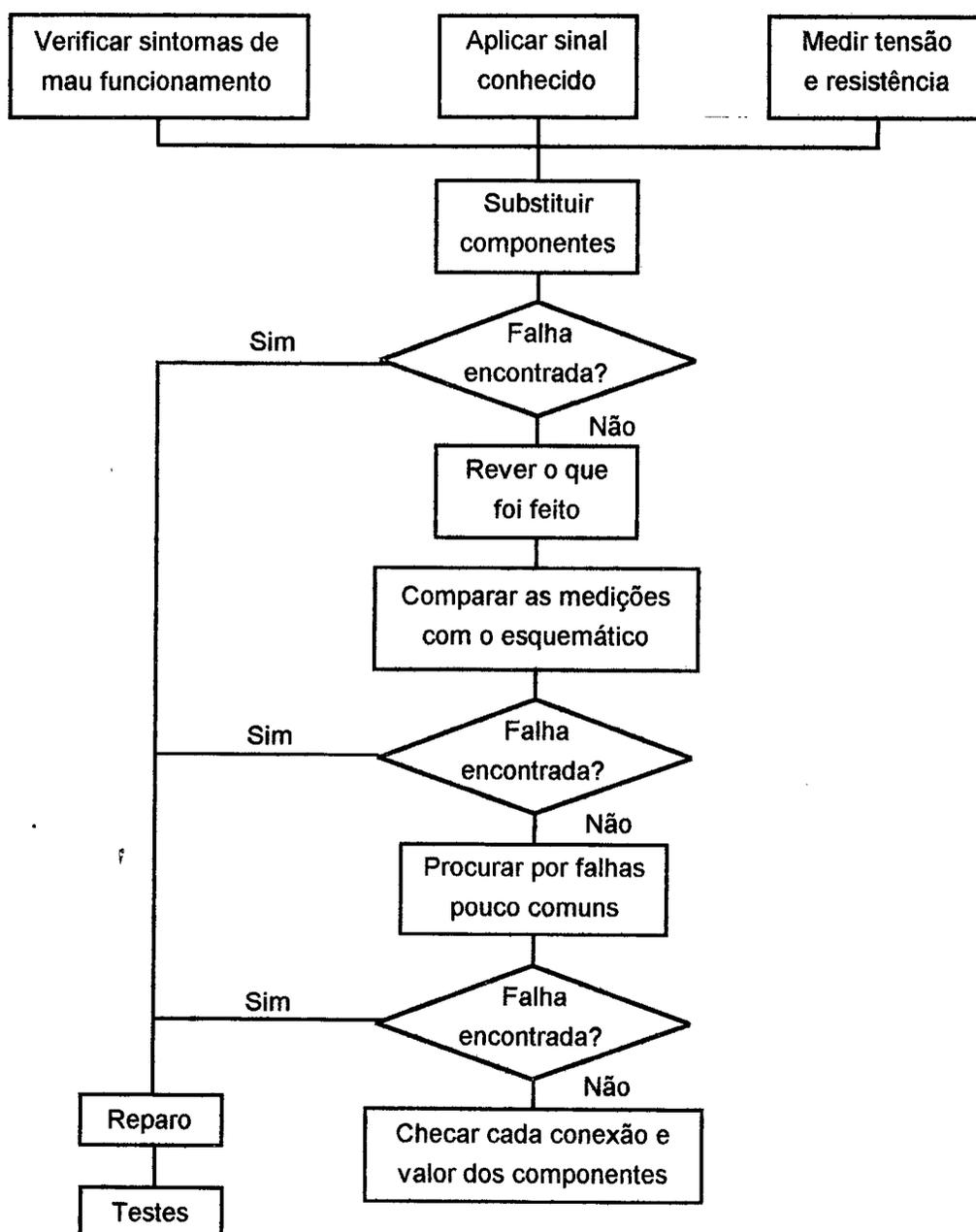


Figura 3.2 - Procedimento de procura e solução de falhas (Webster, 1979).

Como pode ser visto no fluxograma, existem três blocos superiores que são maneiras de isolar o problema. O conhecimento da forma como o equipamento opera e a observação das características da falha podem determinar o local e a possível causa da falha. Também pode ser aplicado um sinal conhecido na entrada, verificando-se cada ponto seqüencialmente, o que permite que se apontem características de anormalidade, indicando a provável falha. Por último, deve-se realizar medições de tensão e resistência em cada ponto, pois a constatação de valores anormais pode ajudar na localização da falha.

Após detectar o problema e determinar a sua possível causa, os componentes defeituosos podem ser substituídos. Porém, se a falha não foi encontrada, é necessário rever o que foi feito e comparar com o esquemático. Se a falha persistir, deve-se cogitar sobre problemas fora do comum, ou então, como último passo, checar cada conexão e valor dos componentes.

É importante que o técnico conheça a forma como o equipamento opera e tenha em mãos os manuais oferecidos pelo fabricante. Dessa maneira, ele poderá adotar procedimentos específicos para cada equipamento, observando as características da falha e localizando a possível causa. Se necessário, deve verificar também possíveis soldas frias, conexões partidas e outros problemas que envolvem placas de circuito impresso. O último passo na localização de defeitos é a checagem de cada componente, seja ele elétrico, eletrônico, mecânico ou pneumático (Webster, 1979, apud Esperança, 1996).

Localizado o defeito, o próximo passo é a substituição ou reparo da parte defeituosa. Deve-se sempre optar pela maneira mais segura, mais

correta e, quando for necessário, pela troca de um componente, substituindo-o por um dispositivo novo, apesar de este procedimento nem sempre ser o mais econômico (Esperança, 1996).

3.3.4 Manutenção pela Assistência Técnica

Caso uma significativa quantia de tempo tenha sido gasta para localizar o problema e este não tenha sido encontrado, pode-se determinar o envolvimento de uma assistência técnica externa (Webster, 1979). Quando houver necessidade de uma assistência técnica externa, os serviços devem ser acompanhados pela estrutura de engenharia clínica para que se garanta a qualidade, o menor tempo do equipamento parado e menor custo.

O fabricante do equipamento também pode ajudar no procedimento de procura e solução de falhas ou, até mesmo, assumir total responsabilidade por ele. A decisão de consultar o fabricante envolve, entretanto, algumas considerações. Se o equipamento é "complicado" e a equipe técnica tem pouca experiência, é prudente entrar em contato com o fabricante somente após um procedimento de procura e solução de falhas preliminar, evitando custos maiores para a manutenção. Se a equipe técnica da engenharia clínica está familiarizada com o equipamento, então um esforço maior deve ser empregado, antes de apelar para aquele. Entretanto, se o procedimento de procura e solução de falhas está sendo improdutivo, ele deve ser interrompido e envolver o fabricante, o qual é mais eficiente no procedimento, por conhecer a fundo o equipamento (Webster, 1979).

3.3.5 Testes de Desempenho e Segurança

Sempre que o equipamento sofre um reparo, seja ele na própria estrutura, numa assistência técnica externa ou pelo fabricante, deve ser submetido a testes que verifiquem as características de desempenho e segurança antes do seu retorno ao serviço (Webster, 1979). Estes testes, normalmente, são definidos especificamente para cada equipamento, como, por exemplo, os testes dos equipamentos de raios-X, elaborados pela Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN (CNEN, 1988).

3.4 PRINCIPAIS ETAPAS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva normalmente é realizada em equipamentos que se caracterizam por grande custo de aquisição e pelo maior uso dentro dos hospitais. Dentre eles, estão equipamentos que têm ligação direta com a vida do paciente; portanto, um eficiente programa de manutenção preventiva deveria ser realizado nesses, levando em consideração quatro etapas básicas: a inspeção visual, a limpeza, o teste de desempenho e o teste de segurança (Webster, 1979).

3.4.1 Inspeção Visual

A inspeção visual é realizada para determinar se existem problemas que podem ser detectados visualmente. Em muitos casos, isso requer um exame visual completo e uma inspeção de cada peça do

equipamento, tanto externa quanto internamente. Uma inspeção deve ser feita em relação à pintura, componentes frouxos, deterioração na isolação, filtros sujos, sinal de uso indevido ou abusivo e qualquer outro problema que possa causar um mau funcionamento no equipamento.

3.4.2 Limpeza

Após uma inspeção visual, é geralmente necessário que se faça a limpeza em algumas partes do equipamento; especialmente, na sua parte externa, onde toda a sujeira e óleo acumulados pelo uso normal devem ser removidos. Na parte interna, fiapos de pano e qualquer sujeira devem ser retirados, principalmente nos componentes eletrônicos. Sangue, agentes corrosivos ou qualquer outro tipo de resíduo também devem ser removidos do equipamento.

3.4.3 Teste de Desempenho

A realização de testes de desempenho tem como objetivo manter a eficácia do instrumento em seu uso normal. Em alguns casos, os testes devem ser feitos semanalmente para garantir que o equipamento esteja funcionando adequadamente.

3.4.4 Teste de Segurança

O teste de segurança do equipamento é freqüentemente direcionado à segurança elétrica e é feito para determinar o nível de corrente de fuga e a qualidade do aterramento. Outros instrumentos que fazem parte do equipamento e que fornecem a segurança para o paciente e operador, como alarmes, válvulas de pressão, etc., devem ser testados regularmente.

3.5 REGISTRO DOS SERVIÇOS

Registro é uma parte essencial do programa de manutenção dentro da engenharia clínica, pois, sem registros adequados, não há meios de se determinar se a manutenção preventiva foi perfeitamente executada. Além disso, quando eles não são feitos, dispensa-se uma valiosa ajuda no procedimento de procura e solução de falhas. Registros também são necessários para se determinarem os verdadeiros custos de operação (Webster, 1979). Uma ênfase a esse procedimento é dada pela Joint Commission on Accreditation of Hospitals - JCAH - no *Accreditation Manual for Hospitals*, onde é ressaltado:

Registros deverão ser mantidos para refletir as datas da manutenção e da inspeção, assim como também o status de todo o equipamento, incluindo a necessidade para substituição e a notificação individual desta necessidade (JCAH, 1976, apud Webster, 1979).

Há muitas maneiras de se efetuar o registro dos dados relativos à manutenção. Cada EEC pode ter sua própria forma de documentar as informações, dependendo de seus recursos e objetivos.

Conforme Webster (1979), existem duas maneiras de registrar as informações: a primeira é criar uma forma geral que pode ser usada em muitos, senão em todos, tipos de equipamento; outra é gerar uma forma específica para cada tipo ou categoria de equipamento dentro do hospital. Esta forma específica, porém, é mais cara e requer uma significativa soma de esforços para desenvolvê-la. Independentemente da forma utilizada, certas informações são comuns a todo e qualquer equipamento, como mostrado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Informações necessárias sobre o equipamento (Webster, 1979).

Identificação do equipamento	Datas	Custos	Informações descritivas
Nome	Compra	Inicial	Descrição de falhas e tomada de decisões
Modelo	Chegada	Por reparo (peças e mão-de-obra)	Peças necessárias para reparo
Nº de série	Inspeção	Por MP (peças e mão-de-obra)	Observações pelo usuário - elogio ou reclamação
Identificação no hospital (patrimônio)	Programa de MP MP executadas	Atualização tecnológica	
Fabricante	Garantia		
Representante	Falha e reparo		
Lista de acessórios	Remoção do serviço		

3.6 EQUIPE TÉCNICA REQUERIDA

A equipe técnica de uma estrutura de engenharia clínica é uma parte crítica e, às vezes, difícil de ser estabelecida. Ela dependerá do tamanho do hospital, da complexidade da instrumentação usada neste e do tipo de hospital. As dificuldades surgem porque não existe um bom número de pessoas treinadas para realizar a manutenção de equipamentos eletromédicos. Nos EUA, a maioria dos graduados em engenharia clínica ou biomédica interessam-se mais por pesquisas ou desenvolvimento de projetos do que pela manutenção (Simmons, 1988). Em nosso país, os que pertencem à sub-área de engenharia clínica também se interessam por pesquisas, mas há uma acentuada preocupação com a manutenção, pois a cultura que aqui se difundiu foi de solicitar um serviço quando o equipamento apresenta uma falha, consertando-o quando há dinheiro para o pagamento do serviço.

Um dos mistérios da manutenção de equipamentos eletromédicos, para os administradores, é o “tipo” de pessoal técnico envolvido e seus níveis de treinamento. São vários os níveis e categorias de técnicos de manutenção, alguns deles altamente especializados; outros com pouca experiência na área (Carr, 1992).

Para formar uma equipe técnica qualificada na engenharia clínica, são necessários um engenheiro e técnicos especializados em equipamentos eletromédicos de diferentes níveis (Simmons, 1988, e Carr, 1992).

A pessoa responsável pela estrutura deve ser um engenheiro clínico, seja ele com formação em eletricidade ou em mecânica. Esta pessoa

deve estar preparada para uma interação profissional dentro do hospital e ter responsabilidade com a manutenção e ter segurança em relação a qualquer outro fator que envolva equipamentos eletromédicos. O engenheiro clínico deve ter habilidade administrativa e uma habilidade para resolver problemas, além de ser capaz de se comunicar com as equipes médica e administrativa do hospital.

O segundo membro da equipe é o técnico, mais conhecido nos EUA como *Biomedical Equipment Technician* - BMET. Este deve ser capaz de realizar a manutenção dos equipamentos, tendo um conhecimento prévio sobre conceitos e operações da instrumentação. O BMET pode ser um técnico que trabalha com uma variedade de equipamentos no hospital ou pode ser um especialista, realizando a manutenção numa única área. Quando existem vários técnicos dentro de uma equipe, eles normalmente são especializados, dependendo do tipo de hospital, em áreas principais, como raios-X, monitoração, laboratório clínico; também atendem às áreas secundárias, que possuem poucos equipamentos.

Além do engenheiro e do técnico, existe também o técnico júnior, que é o nível de técnico com menos experiência que os anteriores. Ele pode ser uma pessoa com poucos conhecimentos em equipamentos eletromédicos, mas capaz de realizar pequenos reparos, tanto em sistemas mecânicos como nos eletrônicos.

Quando existe um programa adequado de manutenção corretiva e, principalmente, de manutenção preventiva, é, também importante a presença de uma pessoa que se responsabilize pelo controle de registros,

pelos manuais dos equipamentos e outros serviços que se destinam a um secretário.

Segundo Simmons (1988), o número de leitos de um hospital geral pode ser usado como um meio de determinar a equipe de uma estrutura de engenharia clínica, como mostrado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Formação de uma equipe técnica (Simmons, 1988).

Número de leitos	Técnico júnior	Técnico	Engenheiro	Secretário
até 25	*	-	-	-
25 - 50	*	*	-	-
51 - 75	*	*	*	-
76 - 100	*	1	*	1/4
101 - 150	1	1	*	1/4
151 - 200	1	1	*	1/2
201 - 250	1	2	*	1/2
251 - 300	1	2	1	1
301 - 350	1	2	1	1
351 - 400	1	2	1	1
401 - 450	1	3	1	1
451 - 500	2	3	1	1
501 - 600	2	3	1	1
601 - 700	3	3	1	1
701 - 800	3	4	2	1
801 - 900	3	4	2	2
901 - 1000	3	5	2	2

* Pessoa de apoio, consultor ou contrato de serviço de apoio do fabricante.

Dentro de uma equipe de engenharia clínica, sempre há a necessidade de aperfeiçoamento do conhecimento e, mesmo quando os técnicos já estão bem treinados, o processo de treinamento deve ser contínuo.

Para Simmons (1988), o melhor programa é aquele em que o empregado compartilha, junto com a estrutura, o tempo e o custo requerido para treinamento. A instrumentação, no campo da eletrônica e dos equipamentos eletromédicos, muda rapidamente; por isso, treinamentos são necessários para acompanhar esta evolução. De acordo com a JCAH, a equipe deveria gastar, aproximadamente, 10% do seu tempo lendo manuais, livros de referência, participando de cursos, ou seja, envolvendo-se com uma contínua educação.

3.7 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO NO HU/UFSC

Como este estudo visa utilizar-se de indicadores para monitorar os serviços de manutenção no HU, é importante conhecer a evolução histórica deste serviço na instituição.

O HU começou a desenvolver suas atividades de manutenção em 1980, através da Divisão de Materiais - DIMA - que era responsável pela manutenção predial e todos os equipamentos eletromédicos e não eletromédicos. Com o contínuo crescimento dos equipamentos em geral, a DIMA passou a executar manutenção corretiva numa pequena parte dos equipamentos; o restante era realizado por terceiros. Em 1990, dificuldades com a manutenção levaram o HU, em conjunto com o GPEB, a criar uma estrutura dedicada exclusivamente aos equipamentos eletromédicos. O GPEB era responsável pela manutenção de bisturis eletrônicos, centrífuga refrigerada e contador de células. Três anos após, foi passada ao GPEB a responsabilidade sobre todos os equipamentos biomédicos, quando foi criada

a Engenharia Clínica - EC -, com dois engenheiros e um estagiário. Em 1994, a estrutura passou a se chamar Núcleo de Engenharia Clínica - NEC -, tendo por objetivo fornecer manutenção corretiva e preventiva, além de realizar outras atividades, sendo composta por dois engenheiros, quatro técnicos e três estagiários. Até a metade de 1997, a manutenção era realizada, no hospital de 265 leitos ativados e 30 desativados, por três engenheiros, cinco técnicos e cinco estagiários, divididos em cinco áreas: Optoeletrônica, Imagem, Hemodiálise, Eletromecânica e Eletroeletrônica. No momento, a manutenção está em fase de reestruturação, sendo o serviço terceirizado e não mais sob a responsabilidade do GPEB.

3.8 RESUMO

Neste capítulo, discutiu-se sinteticamente, sobre a manutenção de equipamentos eletromédicos, a área fundamental de monitoração através de indicadores no presente projeto de pesquisa. Foram apresentados os tipos de manutenção mais praticados dentro de uma EEC, além de suas principais etapas. Uma ênfase maior foi dada às manutenções corretiva e preventiva, que são as mais executadas entre os equipamentos eletromédicos. O registro dos serviços foi outro tópico essencial discutido dentro do programa de manutenção, pois, sem registros adequados, não há meio de formar os indicadores. Por último, foram apresentados os vários níveis e categorias do pessoal técnico requerido numa EEC, com base no número de leitos de um hospital geral.

4. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

4.1 INTRODUÇÃO

Após a exposição feita na primeira etapa do trabalho, ou seja, o que envolve a manutenção de equipamentos eletromédicos, é essencial que sejam planejados os próximos passos, tendo em vista o objetivo que se pretende atingir. Levantar informações sobre o objeto de estudo é uma das tarefas mais importantes; portanto, saber como coletar os dados e como realizar a análise e interpretação dos dados é o assunto deste capítulo.

Dentro do trabalho de pesquisa, existem fases que devem ser desenvolvidas para se chegar aos resultados finais do estudo. Essas fases ou operações são chamadas *fases do trabalho estatístico* e são de âmbito da Estatística Descritiva (Toledo, 1985). Como já se conhece a definição do problema, que é monitorar a manutenção de equipamentos eletromédicos, as próximas fases são: coleta dos dados, apuração dos dados, apresentação dos dados e análise e interpretação dos dados. A Estatística Descritiva pode ser interpretada como uma função cujo objetivo é a observação de fenômenos, a coleta de dados referentes a esses fenômenos, a organização e a classificação dos dados observados e a sua apresentação através de gráficos e tabelas, além do cálculo de coeficientes (estatísticas) que permitem descrever, resumidamente, esses fenômenos (Toledo, 1985).

4.2 COLETA DOS DADOS

Segundo Kume (1993), os dados são um guia para nossas ações; é com base neles que conhecemos os fatos a partir dos quais tomamos tais providências. Portanto, antes da coleta dos dados, deve-se ter objetivos bem definidos, explicitando o que se pretende fazer com eles. Além disso, os dados devem ser coletados apropriadamente e registrados de tal modo que possam ser facilmente utilizados mais tarde.

Segundo Toledo (1985), formalmente, a coleta de dados se refere à obtenção, reunião e registro sistemático dos dados, havendo uma distinção entre os dados estatísticos. Pode ocorrer, entretanto, que os registros da própria EEC não proporcionem toda a informação necessária para que possa ser resolvido determinado problema. Para saber o que está acontecendo com outras EEC e realizar uma possível comparação, a estrutura não pode recorrer, simplesmente, aos seus registros internos; necessitará apelar também a fontes externas para obter as informações desejadas. Existe, então, uma diferença nos tipos de fontes externas, as quais darão origem a duas espécies de dados: os dados primários e os dados secundários.

- Dados Primários - são os dados publicados ou comunicados pela própria pessoa ou organização que os haja recolhido.
- Dados Secundários - são os dados publicados ou comunicados por outra organização.

Quando se recorre a fontes externas, é importante deixar clara a diferença entre uma fonte primária e uma secundária. Uma fonte primária oferece, em geral, informações mais detalhadas, sendo mais provável que as

definições de termos e de unidades figurem somente nesta; a fonte primária também poderá vir acompanhada de todo o procedimento adotado na pesquisa. Além disso, o uso da fonte secundária traz o risco adicional de erros de transcrição. Portanto, utilizando uma fonte primária, o usuário terá uma maior garantia dos dados oferecidos.

Como a monitoração do processo é voltada para a manutenção de equipamentos eletromédicos, a coleta dos dados deve ser proveniente, sobretudo, da Solicitação de Serviço e da Ordem de Serviço.

Para que uma solicitação de serviço possa apresentar os principais dados para a formação dos indicadores e informar adequadamente o técnico de manutenção, ela deve seguir as questões apresentadas anteriormente no item 3.3.1 do capítulo 3. Uma solicitação de serviço de caráter experimental (ver Anexo B), com base nessas questões, foi desenvolvida para ser utilizada em duas unidades do HU/UFSC - o Laboratório de Patologia Clínica e o Centro Cirúrgico. A solicitação, no momento de sua implementação, foi acompanhada de um *folder* explicativo de como é importante preencher corretamente uma solicitação de serviço. O fato de se utilizar uma solicitação de serviço provisória não se deveu à inexistência da mesma no hospital, mas, sim, ao fato de haver uma única solicitação para todos os serviços da UFSC, a qual não fornece dados suficientes para a formação dos indicadores. Dados como quem relatou a falha, quem operava o equipamento no momento da falha, a hora da ocorrência da falha e o que acarretou a falha eram dados totalmente desconhecidos, nesta solicitação de serviço usada no hospital.

Em relação à ordem de serviço, foram necessárias algumas mudanças, por ser este o principal documento de coleta de dados para a formação dos indicadores. Estas mudanças ocorreram para atender aos objetivos do trabalho, passando a nova ordem de serviço (ver Anexo A) a apresentar quatro partes. A primeira parte apresenta dados de chegada do equipamento na manutenção, como hora e data de entrada; dados de procedência do equipamento, como unidade e ramal; dados de identificação do equipamento e o defeito constatado. A segunda parte refere-se ao relato da atividade técnica com o controle do número de horas trabalhadas. Na terceira parte, apresentam-se as descrições do material utilizado, a quantidade e custo unitário em reais. Por último, aparece a parte de liberação do equipamento, com hora e data de saída do equipamento da manutenção, com as assinaturas do técnico e do usuário que retirou ou recebeu o equipamento. Com a nova ordem de serviço, tentou-se dar mais clareza e facilidade ao seu preenchimento, pela exigência ao relator de dados realmente importantes para uma análise posterior.

Com isso, tentou-se fazer com que dados necessários para a formação dos indicadores ficassem disponíveis tanto na solicitação de serviço quanto na ordem de serviço.

4.3 APURAÇÃO DOS DADOS

Antes de fazer a apresentação dos dados, deve-se realizar um pré-processamento a fim de torná-los mais expressivos. Esta etapa consiste na apuração ou sumarização, quando os dados sofrem uma contagem e

agrupamento. É um trabalho de tabulação dos dados, os quais chegam de forma desorganizada, tornando difícil a tarefa de extrair todo o seu significado pela simples leitura. Há várias formas de se fazer a apuração, dependendo da necessidade e dos recursos disponíveis, como manual, mecânica, eletromecânica ou eletrônica (Toledo, 1985).

De acordo com Kume (1993), a apuração pode ser feita de maneira manual e simples. Através de uma folha de verificação, que consiste num formulário de papel, os dados são organizados para que possam ser facilmente usados posteriormente.

Duas maneiras foram utilizadas para apurar os dados provenientes da ordem de serviço. Através de uma folha de verificação, realizou-se o agrupamento de forma manual e simples, onde foram descritos dados como: nome do equipamento, patrimônio, data de entrada, hora de entrada, data de saída, hora de saída, unidade do hospital, técnico responsável pela manutenção, horas trabalhadas e o custo em reais das peças. Com as mesmas informações, utilizou-se também a apuração eletrônica, através das planilhas do Microsoft Excel 7.0, com o que pôde-se contabilizar facilmente as horas trabalhadas de cada técnico, o número de ordens de serviço atendidas em cada unidade do hospital e outros cálculos para a formação dos indicadores, como, por exemplo, o tempo (em horas) que cada equipamento ficou em manutenção.

4.4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Após os dados passarem pelo processo de apuração, passa-se, então, para a apresentação ou exposição dos dados. A apresentação dos dados pode ser feita de duas formas que não se excluem mutuamente: a apresentação tabular e a apresentação gráfica (Toledo, 1985).

4.4.1 Apresentação Tabular

A apresentação tabular é uma apresentação numérica dos dados, como pode ser visto na Figura 4.1. Consiste em apresentar os dados em linhas e colunas distribuídas de modo ordenado, segundo algumas regras fixadas no Brasil pelo Conselho Nacional de Estatística (Toledo, 1985). O objetivo da apresentação tabular é que se consiga expor, sinteticamente e em um só local, os resultados sobre determinado assunto, de modo a obter uma visão global e imediata daquilo que se pretende analisar.

Unidades	Horas Trabalhadas	Ordens de Serviço
Laboratório de Patologia Clínica - PTC	45:35:00	19
Neonatologia/Berçário - NEO/BER	45:25:00	37
Centro Cirúrgico - CC	44:44:00	36
Emergência - EMG	42:05:00	51

Figura 4.1 - Exemplo de apresentação tabular.

4.4.2 Apresentação Gráfica

A apresentação gráfica dos dados numéricos constitui uma apresentação geométrica, como pode ser visto na Figura 4.2. O objetivo da apresentação gráfica é permitir ao analista uma visão mais rápida, fácil e clara do fenômeno e sua variação em relação à apresentação tabular. Existem, basicamente, três tipos de gráficos, que são classificados quanto ao critério de forma (Toledo, 1985):

- Diagramas - os diagramas são gráficos dispostos em duas dimensões e são os mais usados na representação de séries estatísticas.
- Cartogramas - os cartogramas são ilustrações relativas a cartas geográficas, sendo mais difundidos em geografia e demografia.
- Estereogramas - os estereogramas representam volumes e são apresentados em três dimensões.

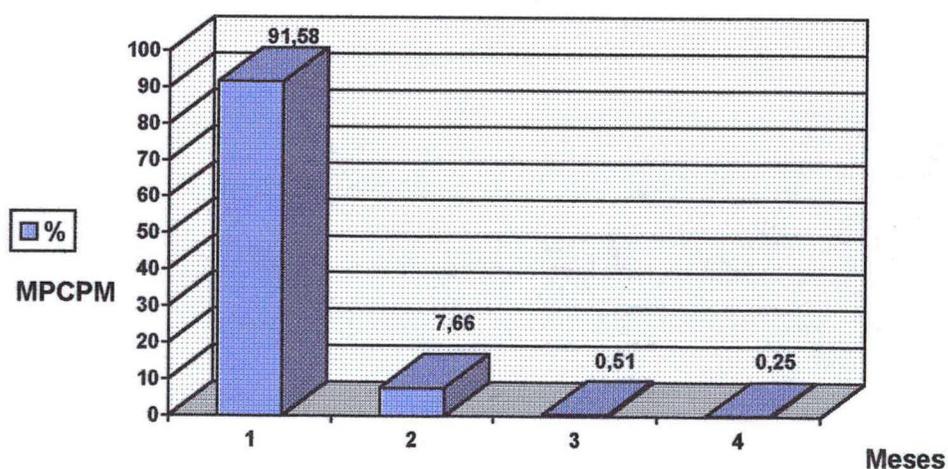


Figura 4.2 - Exemplo de apresentação gráfica (Média da Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção - MPCPM).

Dentre os três tipos de apresentações gráficas demonstradas anteriormente, a apresentação em diagramas é a mais utilizada em séries estatísticas, sendo esta a que foi utilizada neste trabalho.

4.5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Esta é a última fase do trabalho estatístico, constituindo-se na parte mais importante e delicada. Nesta fase, o interesse maior reside em tirar conclusões que irão auxiliar o pesquisador. A análise dos dados estatísticos está ligada ao cálculo das medidas, cuja finalidade principal é descrever o fenômeno estudado. Assim, o conjunto de dados passa a ser analisado, evidenciando características particulares do fenômeno.

4.6 FORMAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS

Se um banco de dados fosse utilizado para coletar os dados da solicitação de serviço e ordem de serviço, todo o processo de apuração dos dados já seria realizado internamente e a apresentação dos dados se tornaria mais fácil e rápida. O banco de dados padronizado constitui a definição prática dos serviços desempenhados dentro de uma EEC, permitindo uma rápida análise retrospectiva dos dados e ajudando a determinar indicadores específicos.

Um banco de dados pode ser desenvolvido tanto no papel quanto no computador, sendo que, em sistemas computacionais, o esforço requerido para análise é menor e o nível de sofisticação das ferramentas analíticas que

podem ser usadas é maior. As mínimas informações de coleta e armazenamento que um banco de dados deve permitir são (Autio, 1995):

- Serviços prestados - é importante que as EEC tenham bem discriminados os tipos de serviços prestados. Tipicamente, os serviços oferecidos dividem-se em três categorias: 1) tarefas de manutenção de equipamentos, incluindo a manutenção corretiva, relatórios de notificação de riscos, inspeção, manutenção preventiva, manutenção preditiva, modificação e fabricação de instrumentos, erro do operador, projetos; 2) tarefas de administração de equipamentos, incluindo instalação, inspeção de chegada, teste de aceitação, desenvolvimento de procedimentos de manutenção preventiva, investigação de acidentes, revisão de contratos de serviço, treinamento de operador, inventário e 3) tarefas de administração de tecnologia, incluindo consultorias, aceitação de tecnologia, avaliações antes da compra e desenvolvimento de especificação técnica.
- Serviços do vendedor - este item deve incluir as horas gastas, viagens e quaisquer outros custos adicionais relacionados com o serviço do vendedor.
- Peças - uma informação completa sobre as peças utilizadas é importante para estudos de retrospectiva dos serviços fornecidos, especialmente para a manutenção preventiva. Deve-se incluir o número da peça, uma descrição desta, custo e qualquer despesa de remessa.

- Identificação do problema - tanto o código de computador, para busca e classificação rápida, como um comentário identificando a natureza do problema e uma descrição do serviço fornecido são importantes. O número de códigos deve ser o menor possível.
- Identificação de equipamentos - o desenvolvimento de históricos de equipamentos depende da confiança em identificar o equipamento. Isso exige uma identificação única, com dados do fabricante, vendedor, modelo, número de série, além da identificação local com o número de patrimônio.
- Solicitação de serviço - o banco de dados deve incluir elementos com identificação da unidade, solicitante, número de telefone, data e hora da requisição do serviço.
- Ordem de serviço - é importante que o banco de dados tenha os principais dados da ordem de serviço, como data e hora de abertura, número da solicitação de serviço, identificação do equipamento (patrimônio), defeito encontrado, número de horas trabalhadas, discriminação das peças e custos, data e hora de liberação do equipamento.

4.7 RESUMO

Neste capítulo, discutiu-se a maneira como se deve trabalhar os dados que são provenientes da solicitação de serviço e da ordem de serviço quando não existe um sistema computadorizado como um banco de dados

para tratamento estatístico. O método mais apropriado para isso é a Estatística Descritiva, que apresenta várias fases: a primeira é a coleta dos dados, que é a fase que se refere à reunião e registro sistemático dos dados; segunda, antes de qualquer apresentação dos dados, é importante realizar um trabalho de apuração destes a fim de organizar, agrupar e realizar a contagem dos dados; outra fase é a apresentação dos dados estatísticos, que pode ser feita de duas formas que não se excluem mutuamente, a apresentação tabular e a apresentação gráfica; por fim, entra a fase de análise e interpretação dos dados, cuja finalidade é interpretar o fenômeno estudado.

5. INDICADORES DE DESEMPENHO PARA EEC

5.1 INTRODUÇÃO

Para as etapas de monitoração dos serviços de manutenção em equipamentos eletromédicos, é necessário mais de um indicador. Portanto, listam-se, em seqüência, os principais indicadores que atualmente são utilizados para estes fins. Cada indicador apresenta sua definição, suas vantagens e desvantagens de utilização; alguns estão representados matematicamente para uma melhor compreensão e um indicador está representado graficamente, para que se possa melhor compreendê-lo. Vale salientar, que outros indicadores, diferentes dos apresentados, também podem ser desenvolvidos para monitorar os serviços de manutenção de uma EEC, dependendo dos propósitos e objetivos de cada estrutura.

5.2 TIPOS DE INDICADORES

5.2.1 Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção

A Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção é definida como a razão do programa de manutenção completado em relação ao iniciado num determinado período de tempo (por exemplo, num mês). O termo *completado* significa que, quando um programa é iniciado, ele é completado,

independentemente de ter sido mal-executado ou de ter apresentado falhas. Este indicador é fácil de calcular e dá um sentido de valor ao trabalho que está sendo realizado, porém não analisa a qualidade do serviço ou os custos (Cohen, 1995).

Os dados necessários para a formação deste indicador são as datas de entrada e saída do equipamento da manutenção, presentes na ordem de serviço. A Equação 5.1 demonstra mais claramente a definição deste indicador:

$$R = \frac{\sum \text{OSCOMPLETADAS}}{\sum \text{OSABERTAS}} \times 100 \quad (5.1)$$

onde:

R = Razão em %;

OSCOMPLETADAS = Ordens de serviço completadas;

OSABERTAS = Ordens de serviço abertas.

5.2.2 Tempo de Retorno

O Tempo de Retorno é definido como o tempo, em horas, da chamada inicial ao reparo final. Este indicador torna-se mais importante para equipamentos de apoio à vida do paciente em algumas áreas do hospital (por exemplo, UTI e Centro Cirúrgico). A desvantagem deste indicador é que ele não é útil para todos os tipos de equipamentos e também não é importante para todas as unidades (Cohen, 1995).

Os dados para formar este indicador são provenientes tanto da ordem de serviço quanto da solicitação de serviço. É importante que a solicitação de serviço seja preenchida corretamente, pois a equipe responsável pela manutenção deve ter conhecimento da hora e data em que ocorreu a falha. Quanto à ordem de serviço, hora e data da saída do equipamento da manutenção são os principais dados a serem coletados. Quando a manutenção for realizada por terceiros, os dados de data e hora de retorno do equipamento ao seu local de funcionamento normal devem ser coletados, pois o equipamento pode retornar para a EEC apenas para possíveis testes de desempenho e segurança antes de seu retorno efetivo ao serviço.

5.2.3 Tempo de Resposta

O Tempo de Resposta é definido como o tempo, em horas, da chamada inicial à resposta inicial. Frequentemente, este tempo é incluído em termos de contrato de serviço (por exemplo, tempo de resposta garantida ou tempo médio de resposta), constituindo-se num indicador útil para as EEC monitorarem os serviços fornecidos por terceiros. É também um indicador voltado para a satisfação do cliente. A desvantagem deste indicador é que ele não determina a qualidade do serviço fornecido ou o custo; contudo, pode ser útil para comparar o tempo de resposta de uma assistência técnica externa com o tempo de resposta de uma EEC (Cohen, 1995; Bronzino, 1992, e Webster, 1979).

Os dados essenciais para a formação deste indicador são a hora e a data da solicitação de serviço e a hora e data da resposta da assistência técnica (dependendo do treinamento da equipe técnica, pode ser a hora e data de abertura da ordem de serviço).

5.2.4 Tempo Parado

Tempo Parado é definido como a soma do tempo, em horas, no qual um sistema ou equipamento está em manutenção e não disponível para realizar suas funções primárias, ou seja, é a soma do tempo em que o equipamento não está em funcionamento (por exemplo, 24 horas por dia em sete dias da semana, ou somente oito horas por dia em cinco dias da semana). Este indicador normalmente é usado em sistemas maiores, não sendo útil para equipamentos de baixo custo, os quais os hospitais têm muitos disponíveis (por exemplo, bomba de infusão). Um fator importante é a intensidade de uso, isto é, se a utilização é alta e o equipamento de reserva não está disponível, o tempo parado torna-se mais importante (Cohen, 1995, e Bronzino, 1992).

Os dados para formar este indicador são a hora e data da solicitação de serviço e a data e hora de saída do equipamento da manutenção, contidos na ordem de serviço. Se a manutenção é realizada por terceiros, torna-se necessário relatar data e hora de retorno do equipamento ao seu local de funcionamento normal, como discutido anteriormente no indicador tempo de retorno. Outro dado importante é ver a taxa de utilização do equipamento, ou seja, o tempo esperado para que ele seja eficiente e esteja em funcionamento.

5.2.5 Tempo Médio para Reparo

O Tempo Médio para Reparo é a relação entre o tempo total, em horas, de manutenções corretivas e o número total de ordens de serviço em um determinado equipamento, como é mostrado na Equação 5.2. Este indicador pode ser útil para identificar equipamentos que excedem o tempo de reparo esperado e também pode identificar técnicos que necessitam de treinamento adicional (Bronzino, 1992; Webster, 1979, e Tavares, 1996).

Os dados para formar este indicador devem ser retirados da ordem de serviço e abrangem a data e hora de entrada e saída do equipamento em manutenção. Este indicador leva em consideração todo o tempo que o equipamento fica em manutenção.

$$TMPR = \frac{\sum HTMC}{\sum NTOS} \quad (5.2)$$

onde:

TMPR = Tempo médio para reparo;

HTMC = Horas totais de manutenção corretiva;

NTOS = Número total de ordens de serviço.

5.2.6 Reparos Repetidos

A definição de Reparos Repetidos é o número de reparos num determinado equipamento dentro de um curto período de dias especificado (por exemplo, dois reparos dentro de trinta dias ou três reparos dentro de noventa dias). Este indicador é uma boa ferramenta para identificar equipamentos que

apresentam problemas crônicos. Além disso, é uma ferramenta que ajuda a identificar técnicos que necessitam de treinamento adicional, permitindo também a verificação de abusos, no seu manuseio, por parte do operador. A desvantagem deste indicador é que ele é muito específico para técnicos e equipamentos individuais; assim, diferentes EEC podem definir reparos repetidos diferentemente, tornando-o de difícil comparação com outras estruturas (Cohen, 1995; Bronzino, 1992, e Webster, 1979).

Os dados importantes para formar este indicador devem ser obtidos através da ordem de serviço e incluem o nome do equipamento, o modelo, o fabricante, o número de patrimônio, ou outro número de controle, e a data de entrada na manutenção.

5.2.7 Horas Trabalhadas por Unidade do Hospital

Este indicador é definido como o tempo, em horas, gasto nos serviços de manutenção para as diferentes unidades do hospital num período determinado. É um indicador que identifica as unidades do hospital que mais exigem dos serviços de manutenção (Cohen, 1995).

Os dados para formar este indicador devem ser provenientes da ordem de serviço e são fáceis de obter, mas se as horas trabalhadas não são registradas corretamente, isso se torna uma desvantagem.

5.2.8 Gasto Total por Unidade do Hospital

Este indicador tem como base os gastos totais, incluindo a mão-de-obra e os gastos com peças para cada unidade do hospital num período determinado, mostrando qual a unidade que exige mais gastos com a manutenção. É um indicador útil se combinado com o das Horas Trabalhadas por Unidade.

Os dados para formar este indicador não são provenientes somente da ordem de serviço; os gastos com peças são discriminados na ordem de serviço como também as horas trabalhadas. Para a formação deste indicador, porém, é preciso que seja estabelecido o custo da hora técnica.

5.2.9 Número de Ordens de Serviço por Unidade do Hospital

É definido como o número total de ordens de serviço abertas para cada unidade do hospital num determinado período de tempo. Este indicador é útil se combinado com dois outros indicadores, Horas Trabalhadas por Unidade do Hospital e o Gasto Total por Unidade do Hospital. Com a união desses três indicadores, mostra-se claramente o panorama de cada unidade do hospital quanto à exigência dos serviços e aos gastos totais com a manutenção.

Os dados para formar este indicador devem ser obtidos através da ordem de serviço, na qual deve constar a data de entrada do equipamento em manutenção.

5.2.10 Horas Trabalhadas por Ordens de Serviço

A definição deste indicador é o número de horas trabalhadas, documentadas em horas e minutos, relacionado com o número de ordens de serviço de cada técnico num determinado período de tempo. A vantagem deste indicador está em permitir às EEC a comparação de técnicos, a identificação de técnicos que necessitam de treinamento adicional, além de mostrar se estes estão relatando seus serviços. A sua desvantagem está no fato de não estar voltado para a qualidade nem para os custos do serviço (Cohen, 1995).

Os dados para formar este indicador devem ser provenientes da ordem de serviço, considerando os itens horas trabalhadas e número de ordens de serviço executadas por um determinado técnico. A sua desvantagem está no risco de não haver correto registro das horas trabalhadas pela equipe técnica.

5.2.11 Ordens de Serviço por Equipamentos que Sofreram Manutenção

É a relação entre o número de ordens de serviço completadas em um determinado período de tempo e o número total de equipamentos que sofreram manutenção. É um indicador fácil de medir, pelo qual se pode quantificar o índice de falhas. A desvantagem está no fato de nem todos os equipamentos sofrerem manutenção pela própria EEC; em muitos casos, a equipe técnica da estrutura somente faz uma inspeção no equipamento, ficando as outras responsabilidades com o vendedor ou com uma assistência técnica externa (Cohen, 1995).

Os dados formadores deste indicador são o número de ordens de serviço completadas, o número total de equipamentos que sofreram manutenção e o número de controle de cada equipamento. O número de controle é importante para que não se cometa o erro de, quando for realizada a manutenção mais de uma vez no mesmo equipamento, num período de tempo predeterminado, considerar-se a manutenção em equipamentos diferentes.

5.2.12 Horas Trabalhadas por Equipamentos que Sofreram Manutenção

A definição deste indicador é feita relacionando-se o total de horas e minutos com todos os equipamentos ou principais equipamentos que sofreram manutenção. Este indicador pode ser usado para comparar EEC diferentes, e a sua desvantagem está em que ele não é voltado para a qualidade do serviço (Cohen, 1995).

Os dados necessários para a formação deste indicador são as horas e minutos registrados na ordem de serviço e o número de equipamentos que sofreram manutenção, juntamente com o número de controle de cada equipamento.

5.2.13 Índice de Falhas Comparado com Horas de Serviço

A definição de índice de falhas é o número de ordens de serviço num certo período de tempo (normalmente um ano) para um determinado equipamento ou para todos os equipamentos. As horas de serviço abrangem o

tempo consumido nos serviços de manutenção num equipamento ou em todos que foram consertados no mesmo período de tempo (Cohen, 1995).

Os dados para formar este indicador são o número de ordens de serviço completadas, o número total de equipamentos que sofreram manutenção, o número de controle de cada equipamento e as horas trabalhadas registradas em horas e minutos. Este indicador tem muitas vantagens, pois, com ele, pode-se relacionar a qualidade do serviço ao custo, comparar diferentes EEC, facilitar o atingimento da qualidade, voltando-se para a qualidade da manutenção corretiva e preventiva e para a habilidade técnica (treinamento). A desvantagem deste indicador é que ele requer interpretação gráfica ao invés de um cálculo aritmético fácil. Segundo Cohen (1995), para cada conjunto de dados, o índice de falhas é plotado *versus* horas de serviço por equipamento, do que podem surgir quatro grupos:

- Grupo Médio: Identifica um valor adequado, mas ou custos ou qualidade, ou ambos, poderiam ser aperfeiçoados quando comparados aos melhores executores;
- Grupo de Baixo Custo: Este grupo identifica os melhores administradores do hospital porque ele tem o menor custo;
- Grupo de Alta Qualidade: Este grupo é considerado o melhor para os operadores e para os pacientes, cujo primeiro interesse é a qualidade para algum custo;
- Grupo de Valores Atípicos: Este grupo tem custo mais alto ou qualidade mais baixa, havendo a necessidade de se entender os motivos do baixo desempenho para que se tomem as ações corretivas apropriadas.

Para melhor entender este indicador, um gráfico referente às pesquisas de Cohen (1995) é mostrado na Figura 5.1, na qual cada ponto representa o valor da EEC em cada hospital.

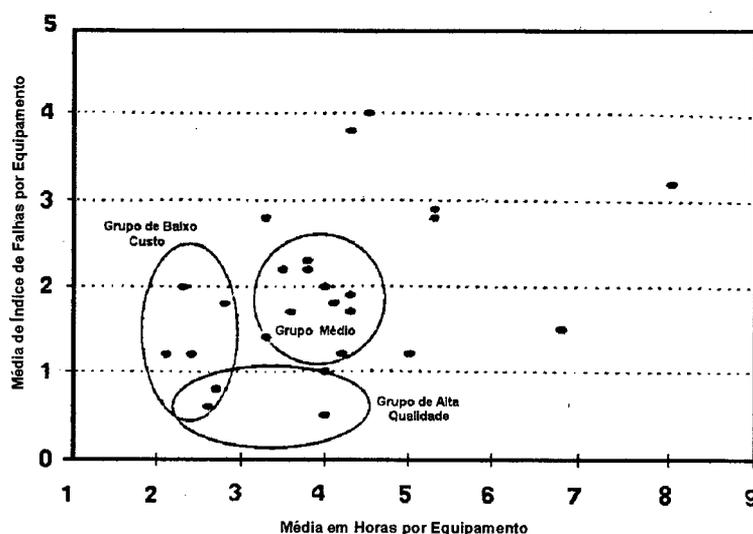


Figura 5.1 - Índice de falhas/equipamento *versus* horas/equipamento - dados de 26 hospitais (Cohen, 1995).

5.2.14 Custos de Serviço por Custos de Aquisição

Os custos de serviço são todos os custos envolvidos, incluindo a engenharia clínica, o serviço de vendedor, seguro, peças, salários, benefícios, suprimentos de escritório, treinamento, viagens, livros, periódicos, ferramentas, equipamentos de teste, custo de depreciação anual, despesas de telefone, etc. Os custos de aquisição são os custos no tempo da compra do equipamento. Para equipamentos doados, leva-se em conta a lista de preço do equipamento no tempo em que ele foi adquirido. A vantagem deste indicador é

que ele leva em conta todos os custos, sendo, basicamente, um indicador de custo; com ele, também se torna possível comparar uma grande variedade de equipamentos.

A desvantagem deste indicador está no fato de ele não estar voltado para a qualidade, requerendo uma compreensiva base de dados com os custos de aquisição registrados para cada equipamento. Para Cohen (1995), se é permitido às EEC operarem como negociadoras e terem responsabilidade total em toda manutenção de equipamentos eletromédicos, este indicador mede como efetivamente os serviços externos são gerenciados quanto à eficácia do custo dos serviços internos. O autor, além disso, relata, que este indicador é o mais importante na engenharia clínica para a administração hospitalar.

Cohen (1995) propõe que este indicador seja calculado da seguinte maneira (Equação 5.3):

$$R = \frac{C}{V} \times 100 \quad (5.3)$$

onde:

R = Razão em %;

C = Custos de serviço;

V = Valor de aquisição do equipamento.

Na Tabela 5.1, apresentam-se seis índices de custos de serviço por custos de aquisição, resultado de uma pesquisa realizada por diferentes autores em diferentes hospitais. Cohen (1995) deixa claro que, quando algum item contiver o valor zero, ou o valor de custo de aquisição não é conhecido

ou, ainda, os dados de custos de serviço estiverem incompletos, estes devem ser excluídos do cálculo da razão.

Tabela 5.1 - Razão de custos de serviço/custos de aquisição (Cohen, 1995).

Fonte	Razão (%)
Ted Cohen, FY 93/94	4.9
Craig Bakuzonis, FY 94	3.2
Richard Roa	3.5
Relatório de Departamentos de Engenharia Biomédica com mais de 750 leitos, 1985	5.4
Wake Medical Center, Raleigh NC	4.5
Mercy Health Center, Oklahoma City	4.4

5.2.15 Produtividade do Pessoal Técnico Usando Tarefas Padrão

Este indicador é a soma dos tempos padrão para realizar uma série de tarefas, relacionado com a soma dos tempos atuais para realizar a mesma série de tarefas. A vantagem deste indicador está em mostrar o desempenho do trabalho com um padrão estabelecido; a sua desvantagem está no fato de requerer um sistema de administração de manutenção desenvolvida para tarefas padrão (Cohen, 1995).

Segundo Mahachek (1989), a duração de uma tarefa padrão é a base para toda avaliação de produtividade. Registros históricos de tempo

necessário para desempenhar uma tarefa são uma fonte de tarefa padrão comum, especialmente na engenharia clínica.

Este indicador é útil para EEC bem desenvolvidas e que têm um sistema de administração aperfeiçoado.

5.2.16 Horas Produtivas por Horas Disponíveis

As horas produtivas são a soma de horas trabalhadas, reuniões, tempo de estudo, treinamento, etc., no período de um ano. As horas disponíveis são o número de horas disponíveis anualmente, descontando férias, feriados e horas com atestado de saúde.

Conforme Tavares (1996), rotinas normais, como necessidades fisiológicas, troca de roupa, deslocamentos, café, recolhimento de materiais e ferramentas, recebimento de instruções e outros, também tomam tempo e devem ser descontadas.

De acordo com Webster (1979), os feriados são normalmente responsáveis por 64 a 80 horas por ano; licenças para tratamento de saúde, por uma média de 40 horas; paradas para café, pelo menos por 100 horas; reuniões, por 150 a 200 horas, e assim por diante. Tempo real, em um sentido produtivo, é normalmente limitado para 1250 a 1350 horas ao ano; assim, quem tentar planejar níveis produtivos superiores provavelmente será mal-sucedido. Considerando a jornada de trabalho no Brasil, só as férias somam em torno de 160 horas ao ano.

A vantagem deste indicador é que ele mostra se as equipes estão documentando seus tempos no trabalho. A desvantagem, por sua vez, é que

ele não está voltado para a qualidade, não realizando medição de custo completamente. A Equação 5.4 torna mais claro este indicador.

$$P = \frac{\sum HP}{\sum HD} \times 100 \quad (5.4)$$

onde:

P = Produtividade em %;

HP = Horas produtivas;

HD = Horas disponíveis.

5.2.17 Tempo Médio entre Falhas

O Tempo Médio entre Falhas - TMEF - é definido como a relação do tempo de funcionamento (horas de operação) e o número total de falhas detectadas em um equipamento num determinado período de tempo, como mostrado na Equação 5.5. Este indicador pode ser usado somente após a ocorrência de uma falha e para equipamentos que apresentam registro de suas horas de operação. O TMEF tende a mostrar a credibilidade de um equipamento (Webster, 1979, e Tavares, 1996).

Além disso, pode-se determinar a variação média do TMEF num determinado período de tempo (por exemplo, um equipamento A apresentou, no ano de 1995, um TMEF = 60 horas e, em 1996, um TMEF = 50 horas, o que representa uma variação negativa de 10 dias de um ano para outro).

$$TMEF = \frac{HROP}{\sum NTFD} \quad (5.5)$$

onde:

TMEF = Tempo médio entre falhas (horas);

HROP = Horas de operação;

NTFD = Número total de falhas detectadas.

5.3 PROPOSTA DE INDICADORES PARA MONITORAR OS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO DO NEC/HU

A monitoração dos serviços de manutenção oferecidos pelo NEC ao HU resume-se ao uso de quatro indicadores. Esta monitoração foi realizada no período de tempo decorrido entre os meses de junho a agosto de 1997, quando a manutenção era gerenciada pelo GPEB, tendo-se efetuado mudanças na ordem de serviço para atender aos objetivos da pesquisa. O principal fator que impossibilitou a utilização da maioria dos indicadores foi a falta do número de controle (patrimônio) nas ordens de serviço. Este dado é extremamente importante na identificação de cada equipamento; sem ele, torna-se difícil saber quantas vezes o mesmo equipamento esteve em manutenção.

O primeiro indicador a ser utilizado é a Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção, que é fácil de calcular e cujos dados estão presentes na ordem de serviço.

Outro indicador a ser utilizado é Horas Trabalhadas por Unidade do Hospital, que mostra as unidades do hospital que mais exigem dos serviços de manutenção.

O terceiro indicador é o Número de Ordens de Serviço por Unidade do Hospital, que também demonstra quais as unidades do hospital que mais exigem da manutenção e que representam maiores gastos. Este indicador é útil se combinado com o das Horas Trabalhadas por Unidade do Hospital.

O quarto e último indicador é Horas Trabalhadas por Ordens de Serviço, que mostra o número total de ordens de serviço atendidas por cada técnico, juntamente com as horas trabalhadas. Com ele, torna-se possível comparar técnicos, identificar os que necessitam de treinamento adicional e apontar os que não estão relatando seus serviços.

5.4 RESUMO

Neste capítulo, apresentam-se os principais indicadores a serem utilizados na monitoração do processo de manutenção dentro de uma EEC, os quais são: Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção, Tempo de Retorno, Tempo de Resposta, Tempo Parado, Tempo Médio para Reparo, Reparos Repetidos, Horas Trabalhadas por Unidade do Hospital, Gasto Total por Unidade do Hospital, Número de Ordens de Serviço por Unidade do Hospital, Horas Trabalhadas por Ordem de Serviço, Ordens de Serviço por Equipamentos que Sofreram Manutenção, Horas Trabalhadas por Equipamentos que Sofreram Manutenção, Índice de Falhas Comparado com Horas de Serviço, Custos de Serviço por Custo de Aquisição, Produtividade do Pessoal Técnico Usando Tarefas Padrão, Horas Produtivas por Horas Disponíveis e Tempo Médio entre Falhas. Apresentou-se, também, para cada

indicador mencionado, a sua definição, vantagens e desvantagens de sua utilização, na medida em que uns são voltados para custos e outros para a qualidade do serviço fornecido. Por último, propuseram-se quatro indicadores, considerados como os mais indicados para monitorar os serviços de manutenção do NEC/HU.

6. RESULTADOS

6.1 INTRODUÇÃO

Nesta parte do trabalho são apresentados os resultados obtidos, tanto na implementação da nova ordem de serviço quanto dos experimentos realizados com a solicitação de serviço. Também, como parte principal, mostra-se os resultados obtidos com os quatro indicadores que foram usados para monitorar os serviços de manutenção do NEC/HU quando gerenciado pelo GPEB, segundo a proposta feita no capítulo 5, item 5.3.

6.2 RESULTADOS COM A SOLICITAÇÃO DE SERVIÇO PROVISÓRIA

Como resultado da implantação da solicitação de serviço provisória, tanto no Centro Cirúrgico - CC - quanto no Laboratório de Patologia Clínica - PTC -, tem-se que, das 32 solicitações de serviço que chegaram ao GPEB:

- somente 11 estavam totalmente preenchidas;
- 13 não apresentavam número de identificação do equipamento (patrimônio);
- cinco não continham o nome da pessoa que operava o equipamento no momento da falha;

- cinco não apresentavam o número do respectivo ramal para possível contato;
- quatro não explicitavam a hora em que ocorrera a falha;
- duas não descreviam o defeito ocorrido e o que este acarretara no momento da falha;
- uma não apresentava a procedência do equipamento, ou seja, a unidade do hospital.

Nota-se, com isso, que dados importantes para o técnico de manutenção e para a formação dos indicadores, como, por exemplo, o número de patrimônio, continuaram a ser ignorados na solicitação de serviço. Portanto, a troca de uma solicitação de serviço por outra, acompanhada por um *folder* explicativo de como preencher corretamente e que explicitava a importância dos dados de uma solicitação, não foi o suficiente para que se obtivesse o correto preenchimento daquela. Um treinamento adicional deveria ser ministrado para o pessoal da parte clínica, quando incorporado outro tipo de documentação, principalmente para deixar claros os reais objetivos da obtenção de cada dado da solicitação de serviço.

6.3 RESULTADOS COM A NOVA ORDEM DE SERVIÇO

Antes de iniciar este trabalho de pesquisa, já havia a preocupação de reformular a ordem de serviço que estava em uso (ver Anexo C). A necessidade da mudança surgiu pelo fato de alguns de seus campos para preenchimento ficarem em branco, apenas ocupando espaço nela, sendo

eles, o período de manutenção e o tempo de estudos. Somente o tempo de manutenção estava sendo descrito, o que tornava-se redundante com o tempo total, que tinha, como objetivo, representar a soma de todos os tempos. Além disso, os custos da manutenção, com peças e mão-de-obra, eram estimados pelo próprio técnico que consertava o equipamento, já que a ordem de serviço não apresentava campos destinados à descrição da quantidade e do custo unitário de cada componente substituído. Em relação à hora técnica, ela não pode ser estimada, mas deve ser calculada de maneira correta. Uma proposta do cálculo da hora técnica pode ser encontrada em De Lima (1997), num trabalho de final de curso realizado através da Faculdade de Economia da UFSC em conjunto com o NEC/HU.

Para saber a produtividade do pessoal técnico que realiza a manutenção, dados como hora de início e do fim do serviço começaram a fazer parte da nova ordem de serviço (ver Anexo A). Na nova forma de relatar o tempo de manutenção, este deixou de ser estimado e descrito numa única forma, passando a apresentar dados de início e término do serviço; e o mais importante, num espaço destinado à atividade técnica com nome do executor do serviço e data de realização. Várias linhas com esses dados passaram a fazer parte da ordem de serviço, possibilitando o registro, em caso de ocorrência, de mais dias ou de mais de um técnico necessários para a realização da manutenção. Além disso, destinou-se um espaço para observações, como uma forma de acompanhar a situação em que se encontra o equipamento na manutenção.

Para atender aos objetivos da pesquisa, outros dados também passaram a fazer parte da nova ordem de serviço, como hora de entrada e hora de saída, os quais se tornaram essenciais para o controle do tempo de permanência do equipamento em manutenção.

Foi destinado também um espaço somente para a parte de material, com descrição, quantidade e custo, o que permite um maior controle dos componentes substituídos.

Por último, incluiu-se uma parte destinada à liberação do equipamento, com a hora de saída, já mencionada antes, data e assinatura do técnico e, ainda, a parte de entrega, com dados de data e assinatura do usuário.

Esta nova ordem de serviço visa sistematizar melhor as informações referentes à manutenção de um determinado equipamento, apresentando campos para preenchimento mais ordenados, o que não ocorria antes, quando um dado, como data de saída, era preenchido na primeira linha da ordem de serviço.

6.4 RESULTADOS OBTIDOS COM OS INDICADORES

Com a monitoração da manutenção nos meses de junho, julho e agosto de 1997, foi realizada uma análise em 392 ordens de serviço, sobre as quais foram aplicados os seguintes indicadores:

- Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção;
- Horas Trabalhadas por Unidade do Hospital;

- Número de Ordens de Serviço por Unidade do Hospital;
- Horas Trabalhadas por Ordens de Serviço.

6.4.1 Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção

Neste indicador, foi definido um mês como período de tempo para realizar o cálculo da razão do programa de manutenção, obtendo-se:

Mês: junho/1997

OSABERTAS = 159

OSCOMPLETADAS = 137

$$R = \frac{137}{159} \times 100 \qquad R = 86,16 \%$$

Mês: julho/1997

OSABERTAS = 137

OSCOMPLETADAS = 126

$$R = \frac{126}{137} \times 100 \qquad R = 91,97 \%$$

Mês: agosto/1997

OSABERTAS = 96

OSCOMPLETADAS = 96

$$R = \frac{96}{96} \times 100 \qquad R = 100 \%$$

Obs.: O mês de agosto foi o último mês de gerenciamento da manutenção pelo GPB.

Além da Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção, outros dados podem ser apresentados para que melhor se

visualize a eficiência da manutenção, como os que são mostrados em seqüência.

- Das 392 ordens de serviço analisadas, tem-se que, em média, 91,58% delas foram completadas no mesmo mês de sua abertura, ou seja, a grande maioria dos equipamentos retornaram para o serviço no mesmo mês em que falharam; 7,66%, no segundo mês; 0,51%, no terceiro mês e 0,25%, no quarto mês.

Esses dados podem ser vistos mais claramente no gráfico da Figura 6.1.

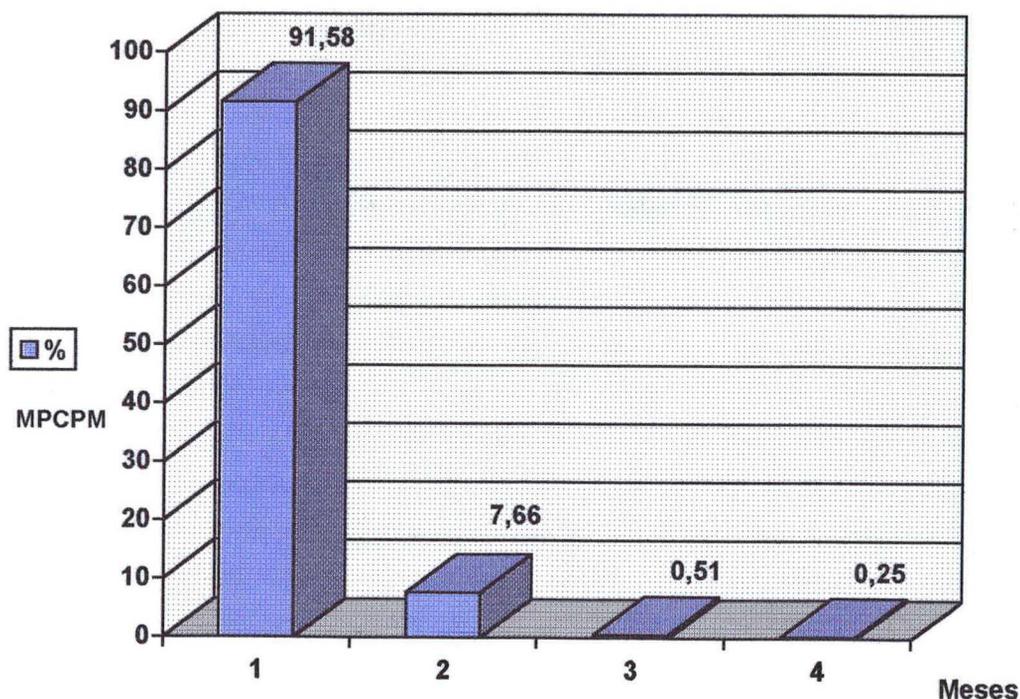


Figura 6.1 - Média da porcentagem de conclusão do programa de manutenção - MPCPM - em meses.

- Realizando uma comparação em dias, tem-se que 44,38% das ordens de serviço foram completadas no mesmo dia, ou seja, os equipamentos retornaram ao seu setor no mesmo dia em que falharam; 15,05% foram completadas em um dia; 8,92% em dois dias; 7,39% em três dias; 5,61% em

quatro dias e 18,65%, em cinco dias ou mais, como pode ser visto no gráfico da Figura 6.2.

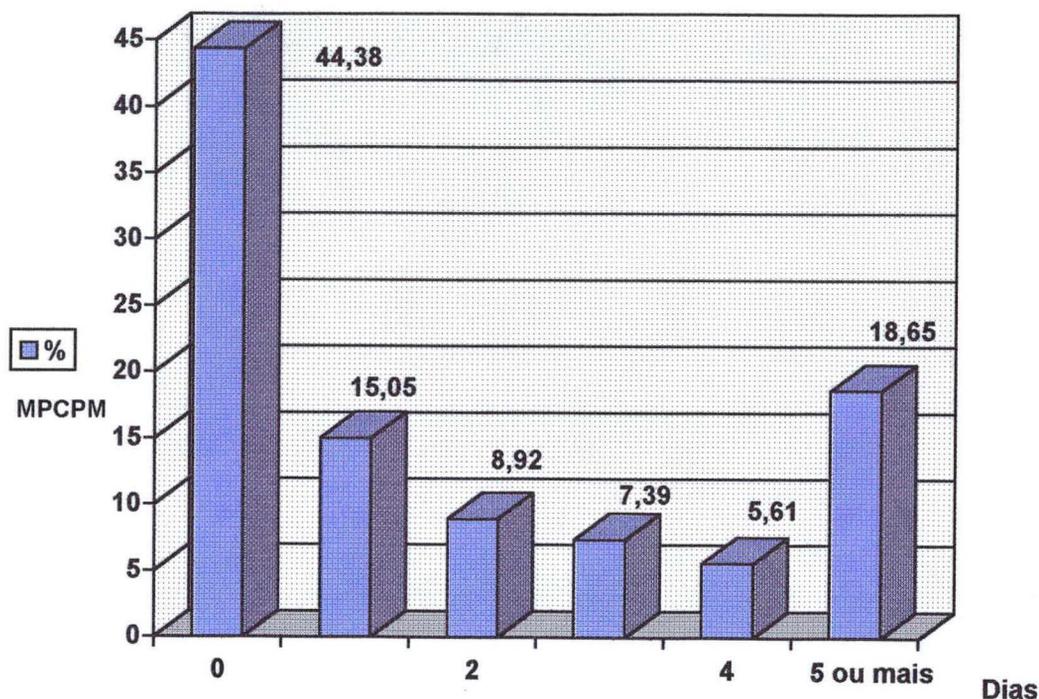


Figura 6.2 - Média da porcentagem de conclusão do programa de manutenção - MPCPM - em dias.

- Pode-se também comparar os dados da Figura 6.2 com os dados referentes ao primeiro semestre de 1995, quando se iniciava o gerenciamento da manutenção em todos os equipamentos eletromédicos do HU e já se tinha a preocupação quanto ao tempo de retorno dos equipamentos para o serviço. Naquela época, 60% dos equipamentos retornavam para o serviço no mesmo dia; 14%, em um dia; 3%, em dois dias; 2%, em três dias; 4%, em quatro dias e 17% da manutenção era realizada em cinco dias ou mais, como pode ser visto no gráfico da Figura 6.3.

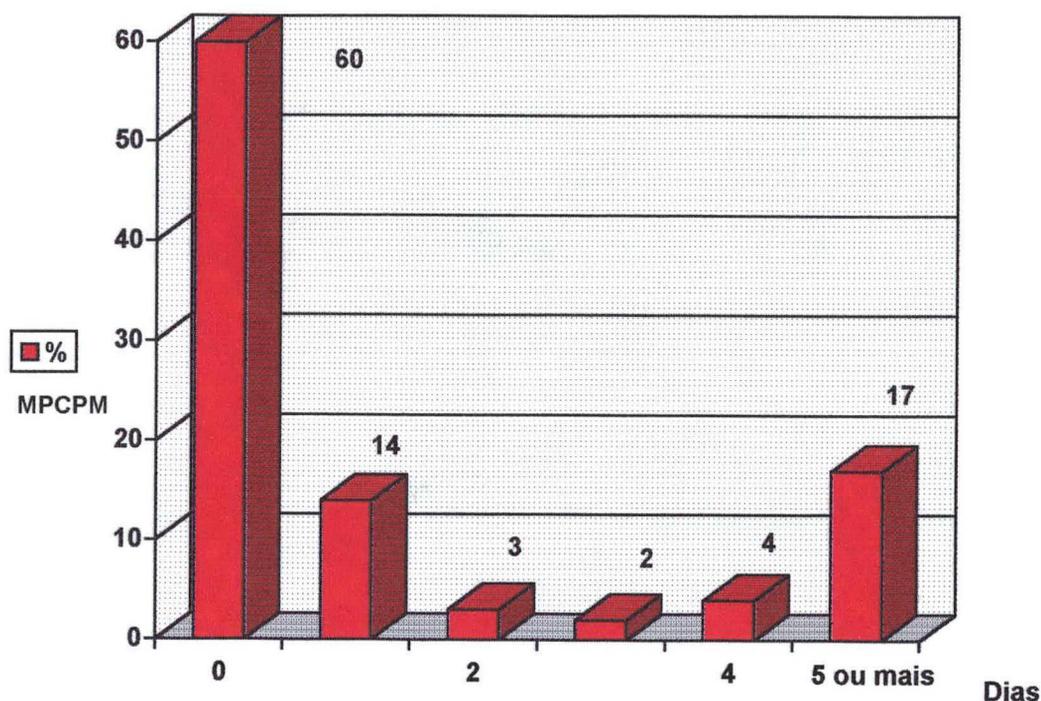


Figura 6.3 - Média da porcentagem de conclusão do programa de manutenção - MPCPM - em dias (1º semestre de 1995).

Como pode ser observado, existe uma diferença de, aproximadamente, 15% na eficiência da manutenção referente ao retorno dos equipamentos no mesmo dia, o que representa uma eficiência menor no ano de 1997 devido a alguns fatores importantes que justificam esta queda, os quais foram relatados pelos próprios técnicos de manutenção, tais como:

- os serviços não seguiam um procedimento específico em 1995;
- aumento da complexidade dos equipamentos eletromédicos;
- falta de empenho na compra de peças por parte da direção do hospital em 97;
- melhora nos procedimentos de manutenção, como a realização de testes de desempenho e segurança, preenchimento de

formulários e outros, que resultaram numa retenção maior dos equipamentos na manutenção.

- aumento, expressivo, no número de ordens de serviço, como pode ser visto na Tabela 6.1

Tabela 6.1 - Diferença no número de ordens de serviço.

Ano	Meses	Nº de Ordens de Serviço	Média/Mês
1995	Janeiro	47	79
	Fevereiro	27	
	Março	118	
	Abril	79	
	Maio	98	
	Junho	106	
1997	Junho	159	130
	Julho	137	
	Agosto	96	

6.4.2 Horas Trabalhadas por Unidade do Hospital e Número de Ordens de Serviço por Unidade do Hospital

Estes dois indicadores mostram claramente, na Tabela 6.2, quais as unidades do hospital que mais exigiram da manutenção nos três meses de monitoração.

Tabela 6.2 - Horas Trabalhadas x Ordens de Serviço x Unidade do Hospital.

Unidades	Horas Trabalhadas	Ordens de Serviço
Laboratório de Patologia Clínica - PTC	45:35:00	19
Neonatologia/Berçário - NEO/BER	45:25:00	37
Centro Cirúrgico - CC	44:44:00	36
Emergência - EMG	42:05:00	51
Centro Obstétrico - CO	35:25:00	32
Unidade de Terapia Intensiva - UTI	35:05:00	46
Clínica Médica Masculina - CMM	15:00:00	28
Ginecologia - GNC	14:25:00	24
Hemoterapia - HMT	13:35:00	03
Divisão de Pacientes Externos - DPX	11:05:00	09
Radiologia - SRX	8:10:00	07
Eletroencefalografia - EEG	7:30:00	01
Unidade de Tratamento Dialítico - UTD	6:05:00	05
Proctologia - PRC	6:05:00	03
Centro de Material e Esterilização - CME	5:57:00	07
Clínica Médica Feminina - CMF	5:10:00	12
Alojamento Conjunto - ALJ	4:15:00	07
Unidade de Internação Cirúrgica - UIC	4:10:00	13
Cardiologia - CAR	3:30:00	05
Ambulatório - Área B	3:15:00	08

Tocoginecologia - TCG	3:00:00	02
Cirurgia Ambulatorial - CAM	2:45:00	05
Atenção Primária - SASC	2:40:00	07
Emergência Pediátrica - EMG/PED	2:15:00	08
Endoscopia - END	1:30:00	01
Hemodinâmica - HMD	1:20:00	02
Oftalmologia - OFT	1:05:00	02
Anestesiologia - ANL	1:00:00	02
Ambulatório - Área A	0:50:00	02
Laboratório de Técnicas Operatórias - LTO	0:45:00	01
Unidade de Internação Pediátrica - PED	0:45:00	05
Anatomia Patológica - SAP	0:35:00	01
Divisão de Pacientes Internos - DPI	0:20:00	01

6.4.3 Horas Trabalhadas por Ordens de Serviço

Este indicador auxilia a comparação de vários técnicos, relacionando-os através de horas trabalhadas e o número de ordens de serviço atendidas, como mostrado na Tabela 6.3. Os dados apresentados são provenientes dos três meses de monitoração.

Tabela 6.3 - Horas Trabalhadas x Ordens de Serviço.

Técnico	Horas Trabalhadas	Ordens de Serviço
A	94:40:00	178
B	69:55:00	30
C	62:40:00	44
D	55:25:00	54
E	33:56:00	25
F	26:50:00	28
G	22:10:00	25
H	8:30:00	03
I	1:15:00	03

6.5 RESUMO

Neste capítulo, foram apresentados os resultados obtidos ao longo do trabalho de pesquisa, tais como o uso da solicitação de serviço provisória e a implementação da nova ordem de serviço. Além disso, apresentaram-se, através de gráficos e tabelas, os resultados obtidos com o uso de quatro indicadores que foram utilizados para monitorar o processo de manutenção no NEC/HU, sendo eles a Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção, Horas Trabalhadas por Unidade do Hospital, Número de Ordens de Serviço por Unidade do Hospital e Horas Trabalhadas por Ordens de Serviço.

7. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Para que se possa realizar um bom gerenciamento da manutenção, principalmente através de indicadores de referência, é necessário que as EEC registrem adequadamente seus serviços. Sem registros adequados, não há meios de se determinar níveis de produtividade e eficiência na manutenção.

Registros internos possibilitam que as EEC conheçam a si próprias, identificando suas carências e, daí, partindo para melhorias na qualidade de fornecimento dos serviços. Para que isso ocorra, é necessário que se tenham procedimentos adequados de gerenciamento de informações, tais como, no mínimo, uma solicitação de serviço e uma ordem de serviço. Ambos os documentos, quando preenchidos de maneira correta, fornecem informações essenciais sobre todo o processo, desde o acontecimento de uma falha no equipamento até o seu retorno ao serviço.

Verificou-se, no decorrer do trabalho, que de nada adiantava a coleta de dados da solicitação de serviço e da ordem de serviço se eles não seriam utilizados mais tarde. Dentro desse contexto, criou-se a necessidade de modificar a ordem de serviço, já que ela fazia parte de uma documentação interna do NEC e, portanto, era fácil de ser reformulada. Já a solicitação de serviço não fazia parte da documentação interna, mas, sim, era um procedimento de todo o hospital, sendo, desse modo, mais difícil de ser modificada; por isso, realizou-se somente um experimento através de uma solicitação de serviço provisória em duas unidades do hospital. Com estas

duas mudanças, os dados coletados passaram a ter objetivos mais definidos, o que proporcionou a utilização de quatro indicadores para monitorar o processo de manutenção. Portanto, é aconselhado às EEC a utilização de documentos que tragam informações realmente importantes. Isso facilitará não só o gerenciamento da manutenção, mas também o gerenciamento de qualquer outro serviço.

Ficou caracterizado, com a realização deste estudo, que somente a falta de documentação adequada não foi a responsável pela inutilização da maioria dos indicadores; outros fatores tiveram peso nisso. Um dos principais foi a falta do número de identificação do equipamento (patrimônio), sem o qual tornava-se impossível saber quantas vezes o mesmo equipamento havia retornado para a manutenção. Basta ver que, das 392 ordens de serviço analisadas com a monitoração, apenas 107 apresentaram o número de patrimônio. É importante que as EEC não dependam do número de patrimônio para a identificação dos equipamentos; para isso, devem ter seus próprios registros para controle.

Outro fator que dificultou a utilização dos indicadores foi a resistência à mudança por parte dos técnicos de manutenção da própria estrutura quanto à implementação da nova ordem de serviço. Por causa disso, dados como horas trabalhadas e custo do material substituído continuaram sem ser preenchidos. Portanto, na implementação de métodos para a coleta de dados, principalmente os de mão-de-obra, sugere-se que se faça um plano de estímulos, como, por exemplo, premiar o melhor técnico da manutenção. Desta maneira, ficará claro para os executores da manutenção que os dados têm a

finalidade de premiar e não de punir. Deve-se evitar, também, o fornecimento proposital de dados errados para demonstrar bom desempenho, o que não ocorrerá quando os técnicos fazem parte da estrutura, tendo a oportunidade de dar sugestões e de propor alternativas para a melhoria dos procedimentos da manutenção e, até mesmo, de participar da tomada de decisões.

Uma constatação importante do trabalho foi a falta de histórico dos equipamentos presentes no HU, quando toda e qualquer EEC deveria ter a preocupação de ter estes registros. Esta carência pode ser suprida com o uso de programas computacionais, como um banco de dados e um gerenciador, que hoje no Brasil custam em torno de dois mil reais. Com essa tecnologia em mãos, torna-se mais fácil a recuperação de informações de um determinado equipamento, além de ser um grande meio para a determinação de procedimentos de manutenção preventiva.

A utilização de métodos computacionais para gerenciar a manutenção evita que dados como hora de entrada e de saída do equipamento, sejam relatados de forma errônea, principalmente pela necessidade de determinação dos minutos, que influenciam nos resultados da eficiência da manutenção.

Com base nas informações provenientes dos indicadores, tem-se que a Porcentagem de Conclusão do Programa de Manutenção no HU encontra-se dentro dos padrões internacionais. Segundo Cohen (1995), um escore conveniente na análise da JCAHO está em torno de 90%, a média constatada no HU, nos três meses de monitoração, ficou em 91,58%.

Constatou-se que a eficiência da manutenção referente ao retorno dos equipamentos para o serviço no mesmo dia caiu em relação ao primeiro semestre de 1995. Esta constatação, que justifica a queda, foi relatada pelos próprios técnicos da manutenção, já tendo sido descrita anteriormente.

Por meio dos dois indicadores, Horas Trabalhadas por Unidade do Hospital e Número de Ordens de Serviço por Unidade do Hospital, notou-se que a quantidade de ordens de serviço atendidas não identifica as unidades que mais exigem da manutenção em horas trabalhadas. Algumas unidades apresentaram poucas ordens de serviço com número elevados de horas trabalhadas, ao passo que outras unidades apresentaram um número elevado de ordens de serviço com baixas horas trabalhadas. Isto demonstra que existem unidades do hospital que apresentam equipamentos mais complexos, como, por exemplo, o Laboratório de Patologia Clínica - PTC -, ou que os técnicos de manutenção possuem pouca familiaridade com tais equipamentos. Nesta unidade do hospital, levou-se, em média, 2 horas e 40 minutos para consertar 19 equipamentos.

Em oposição, existem unidades em que os equipamentos são bem conhecidos pelos técnicos. É o caso da unidade Emergência, onde a média de tempo dispendido para consertar 51 equipamentos ficou em torno de 50 minutos. Esta diferença demonstra a complexidade de alguns equipamentos e também a falta de peças disponíveis. Portanto, torna-se essencial que exista um gerenciamento que envolva todos os equipamentos do hospital, além de fazer com que os técnicos da manutenção passem por reciclagem de seus

conhecimentos, ou seja, treinamentos periódicos devem fazer parte das atividades de uma EEC.

Através do indicador Horas Trabalhadas por Ordens de Serviço, nota-se claramente grandes diferenças entre um técnico e outro e, além disso, este indicador mostra quais os técnicos que não estão relatando corretamente os seus serviços.

Dentro de uma EEC a manutenção de equipamentos eletromédicos torna-se uma atividade essencial, mas, porém, não é a única atividade, outros serviços são desempenhados e exigem um tempo considerável. Uma constatação do tempo consumido pelo pessoal técnico do NEC/HU/UFSC no ano de 1996 foi feita por De Lima (1997), onde, apenas 8,12% das horas/ano disponíveis, foram utilizadas para fins de manutenção de equipamentos, enquanto que 91,88%, ficaram destinadas à outras atividades.

Dentro desse contexto, pode-se verificar a importância do gerenciamento de equipamentos eletromédicos, indo além da simples atividade de manutenção. No gerenciamento estão envolvidos projetos, treinamentos, planejamento e assessoria na aquisição de tecnologia médica, segurança, avaliação tecnológica e etc.

Por fim, ficou evidenciada a importância da definição de procedimentos para o levantamento de produtividade e de eficiência na manutenção de equipamentos eletromédicos.

7.1 PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS

- Propõe-se a implementação de um programa computacional para gerenciar não só a manutenção de equipamentos eletromédicos, mas, sim, todos os serviços realizados dentro de uma EEC. Este programa deve permitir a entrada dos dados em seu sistema e, através deles, a formulação dos indicadores desejados. O sistema deverá fornecer, em forma de gráficos e tabelas, a apresentação dos resultados provenientes dos indicadores, tudo isso para facilitar a interpretação e permitir tomadas de decisões mais rápidas.

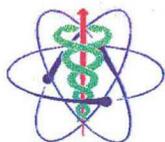
- Estudo de indicadores financeiros para justificar investimentos na área.

- Estudo organizacional de EEC.

ANEXOS

ANEXO A

NOVA ORDEM DE SERVIÇO



**GRUPO DE PESQUISAS EM ENGENHARIA
BIOMÉDICA
NÚCLEO DE ENGENHARIA CLÍNICA - HU - UFSC**

O. S.

N° ____ / ____

SS n°: ____

ORDEM DE SERVIÇO

Hora de entrada: ____ : ____	Data de entrada: ____ / ____ / ____	Unidade:.....	Ramal:.....
Equipamento.....		Modelo.....	
Fabricante.....		Patrimônio:.....	
		N° Série.....	
O equipamento é acompanhado por acessórios? () Sim () Não			
Se sim, quais ?.....			
.....			
.....			
Defeito constatado:			

Atividade Técnica

Data	Técnico	Hora-Início	Hora-Fim	Total	Observações
Observações Adicionais:					

Material

Descrição	Qtd.	Custo (R\$)	Descrição	Qtd.	Custo (R\$)
Total					

Liberação do Equipamento

Hora: ____ : ____	Data: ____ / ____ / ____	_____
		Ass. do técnico
Entrega	Data: ____ / ____ / ____	_____
		Ass. do usuário

ANEXO B

NOVA SOLICITAÇÃO DE SERVIÇO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO

S. S.

SOLICITAÇÃO DE SERVIÇO
(Provisória)

N°

____/____

Unidade:..... Ramal:

Equipamento:..... Patrimônio:

Nome da pessoa que operava o equipamento no momento da falha:.....

Descrição resumida do defeito e o que este acarretou no momento:

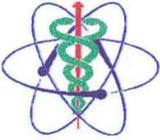
.....
.....
.....
.....

Data: ____/____/____ Hora: ____:____

Ass. Solicitante

ANEXO C

ANTIGA ORDEM DE SERVIÇO

	GRUPO DE PESQUISAS EM ENGENHARIA BIOMÉDICA NÚCLEO DE ENGENHARIA CLÍNICA - HU - UFSC		O. S. Nº ___ / 96 SS nº:
	ORDEM DE SERVIÇO		
Data de entrada:	Data de saída:	Período de manutenção:	
Tempo de manutenção:	Tempo de estudos:	Tempo total:	
Equipamento:	Modelo:		
Fabricante:	Série:	Patrimônio:	
Unidade:	Pessoa de contato:	Ramal:	
Composição do equipamento (acessórios):			
Defeito reclamado:			
Defeito constatado:			
Atividade técnica:			
Peças substituídas:			
Custo estimado: R\$			
OBS.:			
.....			
Executor técnico:	Ass.: _____	Data: __/__/__	
Atesto do usuário:	Ass.: _____	Data: __/__/__	

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, Jerome T. Evaluating Medical Equipment Service Options. **Biomedical Instrumentation & Technology**, v. 23, p.195-198, May/June, 1989.
- ARIZA, Cláudio F. Manutenção - Uma Estrutura Secular. **Manutenção & Serviços**. n. 8, p. 19-29, Dez./Jan., 1989.
- AUTIO, Dennis D. & MORRIS, Robert L. Clinical Engineering Program Indicators. in: BRONZINO, Joseph D. **The Biomedical Engineering Handbook**. CRC Press, p. 2556 - 2565, 1995.
- BARETICH, Matthew F. & DYRO, Joseph F. Clinical Engineering Benchmark. <http://info.lu.farmingda...cenews/aug92/aug929.html>. Aug., 1992.
- BESKOW, Wayne Brod. **Estudo Preliminar do Processo de Qualificação de Equipamentos Eletromédicos: Uma Abordagem em Engenharia Clínica**. Florianópolis, 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.
- BETTS, Willian F. Using Productivity Measures in Clinical Engineering Departments. **Biomedical Instrumentation & Technology**, v. 23, p.120-127, Mar./Apr., 1989.
- BLOOMBERG, M.A.; JORDAN, H.S.; ANGEL, K.O.; BAILIT, M.H.; GOONAN, K.J. & STRAUS, J. Development of Clinical Indicators for Performance Measurement and Improvement: an HMO/purchaser collaborative effort. **Journal on Quality Improvement**, v. 19, n. 12, p. 586-595, Dec., 1993.
- BOLES, K. E. Insolvency in managed care organizations: financial indicators. **Topic Health Care Financial**, v. 19, p. 40-57, 1992.
- BRONZINO, Joseph D. Management and Supervision. in: ____. **Management of Medical Technology - A Primer for Clinical Engineers**. Stoneham, MA: Butterworth - Heinemann, p. 243 - 282, 1992.

- CAMP, Robert C. **Benchmarking: the Search for Industry Best Practices that Lead to Superior Performance**. Milwaukee, ASQC Quality Press, 1989.
- CARR, Joseph J. Medical Equipment Maintenance: Some Thoughts on Management, Facilities, and Equipment. in:____. **Biomedical Equipment: use, maintenance, and management**. New Jersey: Prentice-Hall, p. 203-224, 1992.
- CHENG, Michael. An International Strategy in Medical Equipment Maintenance. **Journal of Clinical Engineering**, p. 66-69, Jan./Feb., 1995.
- CNEN - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Diretrizes Básicas De Radioproteção**, NE-3.01, Jul., 1988.
- COHEN, T.; BAKUZONIS, C.; FRIEDMAN, S. B. & ROA, Richard L. Benchmark Indicators For Medical Equipament Repair and Maintenance. **Biomedical Instrumentation & Technology**, p. 308 - 321, Jul./Aug., 1995.
- DE LIMA, Nazaré Maria. **Núcleo de Engenharia Clínica/HU/UFSC: Apropriação e Análise dos Custos**. Florianópolis, 1997. Monografia (Departamento de Ciências Econômicas) - Centro Sócio-Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina.
- DOWNS, Kathleen J. & McKINNEY Willard D. Clinical Engineering Workload Analysis: a proposal for standardization. **Biomedical Instrumentation & Technology**, v. 25, p.101-107, Mar./Apr., 1991.
- ESPERANÇA, Carlos Gontarski. **Estudo de Metodologias para Gerenciamento de Ventiladores Pulmonares**. Florianópolis, 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.
- GORDON, G. **Breakthrough Management: A New Model for Hospital Technical Services**. Arlington, VA:AAMI, 1995.
- HASPER, Kurt Jr. Centralized Maintenance Responsibilities: A Case Study. **Journal of Clinical Engineering**, p. 191-206, May/June, 1992.

- IBRAHIM, Hassan A. & KIRSCH Arthur D. An Empirical Study of Selected Cost Measures of Clinical Engineering Service Effectiveness. **Journal of Clinical Engineering**, v. 14, p.43-48, Jan./Feb., 1989.
- JCAH - Joint Commission on Accreditation of Hospitals. **Accreditation manual for hospitals**. Chicago, 1976.
- KARMAN, Jarbas. **Manual de Manutenção Hospitalar**. São Paulo: Pini, 1994.
- KUME, Hitoshi. **Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade**. 9. ed., São Paulo: Gente, p. 1-71, 1993.
- LUCATELLI, Marcos V. & GARCIA, Renato. Procedimentos de Manutenção Preventiva de Equipamentos Eletromédicos - EEM. **Anales do XII Congresso Chileno de Ingeniería Eléctrica**. Volume II. Temuco, Chile, p.708-711, 1997.
- MAHACHEK, Arnold R. Productivity Measurement: Taking the First Steps. **Biomedical Instrumentation & Technology**, v. 23, p.16-20, Jan./Feb., 1989.
- MIRSHAWKA, Victor. **Manutenção Preditiva: caminho para zero defeitos**. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.
- PALADINI, Edson P. **Qualidade Total na Prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total**. São Paulo: Atlas, 1994.
- PANOUSIS, S.G.; MALATARAS, P.; PATELODIMOV, C.; KOLITSI, Z. & PALLIKARAKIS, N. Development of a New Clinical Engineering Management Tool & Information System (CLE-MANTIS). **Journal of Clinical Engineering**. v. 22, n. 5, p. 342-349, Sep./Oct., 1997.
- PINTO, Lúcia R. de M. **Modelo para o planejamento de competitividade de pequenas empresas**. Florianópolis, 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Centro Tecnológico - Área de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
- RIBEIRO, Augusto J. **Seleção de Sistemas CAD/CAE/CAM para Modelos de Injeção de Plásticos Através de Testes de Benchmark**. Florianópolis,

1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.
- RUSSELL, Dave. Preventive Maintenance Quality Assurance. **Journal of Clinical Engineering**, p. 321-323, Jul./Aug., 1992.
- SEMINÁRIO NACIONAL DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS HOSPITALARES (1.: 1983: Campinas). **Anais**. Campinas: CEB/Unicamp, 1983.
- SIMMONS, David A. & WEAR, James O. **Clinical Engineering Manual**. 3. ed., Scientific Enterprises, 1988.
- SPENDOLINI, Michael J. **Benchmarking**. São Paulo: Makron Books, 1992.
- STIEFEL, Robert H. Creating a Quality Measurement System for Clinical Engineering. **Biomedical Instrumentation & Technology**, p. 17-23, Jan./Feb., 1991.
- TAVARES, Lourival A. **Excelência na Manutenção**. 2. ed., Salvador, BA: Casa da Qualidade, 1996.
- TOLEDO, Geraldo L. **Estatística Básica**. 2. ed., São Paulo: Atlas, p. 1-75, 1985.
- WEBSTER, John G. & COOK, Albert M. **Clinical Engineering - principles and practices**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., p. 216-406, 1979.