


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E COMPUTAÇÃO – FEEC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA – DEB

Rodrigo Plazas

**DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA CODIFICAÇÃO DE
DEFEITOS EM EQUIPAMENTOS MÉDICOS**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia Elétrica e Computação da
Universidade Estadual de Campinas, como
requisito Parcial à obtenção do título de
mestre em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Saide Jorge Calil

| |
|---|
| Este exemplar corresponde a redação final da tese defendida por <u>Rodrigo Plazas</u> e aprovada pela Comissão Julgada em <u>06/02/2002</u>  Orientador |
|---|

Campinas – SP
Fevereiro de 2002

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

RESUMO

O gerenciamento da Manutenção de Equipamentos Médicos sempre tem sido a atividade básica desenvolvida pela Engenharia Clínica em Instituições de Saúde. Existem dois tipos de documentos: a Ordem de Serviço (O. S.) e o Histórico de Manutenção que se constituem nas principais fontes de informações para elaboração de Relatórios Gerenciais. Dentre os vários itens que compõem estes documentos encontra-se campos para o preenchimento da descrição dos defeitos e serviços executados em equipamentos. O que se vê na prática é que tanto em uma O. S. como em um histórico de manutenção, o preenchimento dos campos relativos à descrição dos defeitos é realizado em linguagem natural, sem qualquer tipo de padronização. É neste contexto que surge a necessidade do desenvolvimento de um sistema para a codificação de falhas que ocorrem em equipamentos médico-hospitalares e que possibilite a padronização das informações relativas a esses defeitos, atribuindo-lhes códigos. Este trabalho propõe uma metodologia para o desenvolvimento de um sistema computacional para a codificação de defeitos em equipamentos médicos. O método utilizado foi dividido em 05 etapas: 1) Revisão Bibliográfica 2) Pesquisa em Empresas e Centros de Manutenção com sistemas de codificação já implementados 3) Pesquisa sobre critérios de classificação de equipamentos médicos 4) Estudo do princípio de funcionamento de equipamentos médicos 5) Desenvolvimento da Interface Gráfica (Sistema de Codificação de Defeitos em Equipamentos Médicos - SCODEM) para utilização do sistema proposto. Os resultados encontrados em um estudo de caso mostraram que a metodologia é de fácil implementação e utilização, podendo ser aplicada em centros de manutenção.

Palavras chaves: equipamentos médicos, falhas, codificação, manutenção.

ABSTRACT

The maintenance management of medical equipment have always been the basic activity of Clinical Engineering in Health Institutions. There are two types of documents: Work Order and the Maintenance History, that are the principal source of information to elaborate management accounts. Among the various items that compose this documents, two of them are intended for the description of equipment failures and executed services. Usually these descriptions are executed whit no standards. This brings the need to develop a system for description and codification of failures that occur in medical equipment's. This work suggest a methodology for the development of a digital system for the codification of failures in medical equipment. The method used in this work was divided in five sections: 1) Bibliography research; 2) Research in companies and maintenance centers with codification system implemented; 3) Research about classification criterion of medical equipments; 4) Study about medical equipment functions; and 5) Software development: SCODEM – System to failures codification in medical equipment's. The resulted work have shown that the methodology is easy to be implemented, utilised and has great adaptability.

Keywords: medical equipment, failure, codification, maintenance

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUÇÃO | x |
| NECESSIDADES DE UM SISTEMA DE CODIFICAÇÃO DE DEFEITOS | xii |
| OBJETIVO DO TRABALHO | xvi |
| CAPÍTULO 1 - METODOLOGIA | 1 |
| 1.1) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 11 |
| 1.2) PESQUISA EM EMPRESAS E CENTROS DE MANUTENÇÃO COM SISTEMAS DE CODIFICAÇÃO DE DEFEITOS JÁ IMPLEMENTADOS. | 11 |
| 1.3) PESQUISA SOBRE CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS | 16 |
| 1.4)- ESTUDO DO PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS..... | 26 |
| 1.5) CRIAÇÃO DE UMA INTERFACE GRÁFICA PARA O SISTEMA PROPOSTO | 46 |
| 1.5.1 – <i>Software de Desenvolvimento</i> | 46 |
| 1.5.2) <i>Parte I – Desenvolvimento do Banco de Dados</i> | 48 |
| 1.5.3) <i>Parte II – Desenvolvimento da Interface Gráfica</i> | 50 |
| 1.5.4) <i>Descrição do programa</i> | 54 |
| CAPÍTULO 2 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA..... | 61 |
| CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 62 |
| CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES..... | 64 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 65 |
| APÊNDICES..... | 68 |

ÍNDICE DE FIGURAS

figura 1 – Visualização de tabelas e seus relacionamentos para o banco de dados desenvolvido.

figura 2 – Tela inicial do SCODEM

figura 3 – Tela para inserir novos equipamentos

figura 4 – Tela inserir novos blocos funcionais

figura 5 – Cadastrar novos dados

ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela 1 – Equipamentos Seleccionados
- Tabela 2 – Representação dos equipamentos e seus blocos funcionais
- Tabela 3 – Blocos funcionais representados por cada tipo de equipamento
seleccionado
- Tabela 4 – Blocos funcionais e número de equipamentos representados
- Tabela 5 – Blocos funcionais e as possíveis causas de defeitos
- Tabela 6 – Blocos funcionais e principais serviços executados
- Tabela 7 – Descrição dos objetos utilizados para o desenvolvimento do banco de
dados
- Tabela 8 – Principais formulários e objetos do SCODEM
- Tabela 9 – Descrição dos principais objetos utilizados no SCODEM
- Tabela 10 - Equipamentos seleccionados para o teste da metodologia proposta
- Tabela 11 - Resultado questionário da avaliação da metodologia proposta.

SIGLAS UTILIZADAS NESSE TRABALHO

A/D – *Analógico para Digital*
BAE – *Biblioteca da Área de Engenharia*
CEB – *Centro de Engenharia Biomédica*
CEMEQ – *Centro de Manutenção de Equipamentos*
CO₂ – *Gás Carbônico*
CPFL – *Companhia Paulista de Força e Luz*
ECG – *Eletrocardiograma*
ECRI – *Emergency Care Research Institute*
EEG- *Eletroencefalograma*
FDA – *Food and Drug Administration*
FEEC – *Faculdade de Engenharia Elétrica de Campinas*
HPCS – *Health Product Comparison System*
O.S. – *Ordem de Serviço*
O₂ – *Oxigênio*
SCODEM – *Sistema para Codificação de Defeitos em Equipamentos Médicos*
SGBDR – *Sistema de Gerência de Banco de Dados Relacional Iterativo*
SGTEC – *Sistema de Gerenciamento de Tecnologia*
UNICAMP – *Universidade Estadual de Campinas*
VB – *Visual Basic*

¹ As siglas utilizadas estão de acordo com a literatura nacional e internacional. Por isso aparecem alguns nomes em inglês.

*“A Intuição é obtida somente por
aquele que se esforça durante longo período”*

Louis Pasteur

*À minha esposa Isabel, pela
sua dedicação, apoio e companheirismo
para o desenvolvimento deste trabalho*

AGRADECIMENTOS

À Deus

Ao Prof. Calil, pela orientação, confiança e apoio para o desenvolvimento do trabalho

Aos meus pais e irmã, pelo apoio, carinho e compreensão.

Aos Professores do DEB da FEEC/UNICAMP, em especial aos professores Drs. Eduardo Tavares Costa, José Wilson Magalhães Bassani e Profa. Dra. Vera Button.

Ao aluno de graduação da UNICAMP Cristiano de Castro Silva pela colaboração nas pesquisas sobre sistemas de codificação de defeitos em empresas.

A todos os funcionários do CEB.

Aos colegas de pós graduação: Ernesto, Geice, Zeev, Ricardo, Sandro, Katherine, Mardem, Uilson, Guilherme, Egon, José Alberto, Pedro, Joaquim e todos os outros não citados e que me acompanharam durante esta etapa no DEB.

Aos funcionários da informática do CEB, principalmente ao Wilson e ao Júnior pela grande colaboração.

À CAPES pelo apoio financeiro

INTRODUÇÃO

A Engenharia Clínica é uma especialidade que alia os conhecimentos das ciências médicas e exatas. Surgiu nos Estados Unidos da América nas décadas de 60 e 70 impulsionadas pela necessidade de aumentar a segurança elétrica de equipamentos médicos e reduzir acidentes ocorridos com pacientes (DALZIEL, 1972). Durante as décadas de 80 e 90, ainda nos Estados Unidos, com a evolução tecnológica e a participação cada vez maior da tecnologia nos hospitais, as atividades desta profissão foram ampliadas no sentido de melhorar o desempenho dos equipamentos e reduzir os custos gerados pela implantação desta tecnologia nas unidades de saúde.

No Brasil, a Engenharia Clínica surgiu nas décadas de 80, motivada pelo alto índice de equipamentos desativados ou parados por falta de manutenção e treinamento adequado (WANG e CALIL, 1991).

É uma profissão que vem conhecendo uma grande evolução e vem se mostrando importante na área de saúde pois, tem como uma das suas principais atividades o Gerenciamento da Tecnologia em uma Instituição de Saúde, ou seja, destina-se a assegurar equipamentos apropriados, seguros, eficazes e com custo real no cuidado com os pacientes.

Segundo BRONZINO (1992), um programa de Gerenciamento da Tecnologia desenvolvido por um Departamento de Engenharia Clínica em um Hospital, deve incluir cinco tópicos:

- 1) Programa que controle e monitore o desempenho de equipamentos, incluindo rotinas de teste de desempenho, inspeção inicial, manutenção preventiva, calibração, reparos e ações em acidentes.

2) Envolvimento em todos os aspectos da aquisição de equipamentos e decisões de substituição, desenvolvimento de novos serviços e planejamento de novas construções e reformas mais importantes.

3) Desenvolvimento de programas de treinamento para todos os usuários de equipamentos médico-hospitalares e para os técnicos biomédicos.

4) Um programa que garanta a qualidade relativa ao uso da tecnologia.

5) Gerenciamento de riscos relativos à tecnologia.

O item que engloba o controle dos equipamentos biomédicos e manutenção, inclui um programa de gerenciamento de equipamentos biomédicos que forma a base dos serviços prestados por um grupo de Engenharia Clínica em uma Instituição de Saúde. De acordo com BRONZINO (1992), o gerenciamento de equipamentos envolve basicamente as atividades:

a) Inspeção inicial/teste de aceitação

b) Programação da manutenção

c) Serviços de manutenção corretiva

d) Serviços de manutenção preventiva

e) Alienação/substituição de equipamentos

Dentre estas funções, os serviços de manutenção corretiva ou reparo sempre têm sido a atividade básica e a qual demanda a maior quantidade de recursos humanos, físicos e financeiros da Instituição destinados para a Engenharia Clínica. É o tipo de serviço mais notado pelos usuários dos equipamentos ao contrário das outras atividades da Engenharia Clínica cujos resultados são menos aparentes. Por estes motivos um programa de Engenharia Clínica bem sucedido precisa ter um programa de reparos bem sucedido.

Segundo MIRSHAWKA & OLMEDO (1993) um serviço de reparo consiste em fazer a restituição de um item à sua condição admissível de utilização mediante conserto e/ou reposição das partes danificadas, desgastadas ou faltantes.

Geralmente os pedidos para reparo dos equipamentos partem dos usuários e vêm na forma escrita, verbal ou pelo computador, sendo que o departamento responsável pela manutenção do equipamento emite um documento chamado Ordem de Serviço (O.S.). Nesta, são registradas as principais informações sobre a história da manutenção realizada no equipamento. Dentre os vários itens que normalmente compõem uma O.S. geralmente há um campo com a descrição do defeito encontrado e o serviço executado.

Este campo da O.S. em que o técnico geralmente registra o tipo de falha, o serviço executado e as partes e peças reparadas é feito em linguagem natural, sem qualquer tipo de padronização. É neste contexto que surge a necessidade do desenvolvimento de um sistema de codificação de falhas de equipamentos biomédicos, para possibilitar a padronização das informações relativas aos defeitos dos equipamentos, atribuindo-lhes códigos com o intuito de criar uma eficiente ferramenta para auxiliar a Gerência de Manutenção na tomada de decisões.

Necessidades de um Sistema de Codificação de Defeitos

O serviço de manutenção corretiva é composto de passos bem definidos e típicos. Inicia quando um problema é percebido pelo pessoal de operação (usuário do equipamento), a organização prestadora do serviço é notificada e uma requisição para o serviço (Ordem de Serviço) é feita.

Lenk, citado por Yixiong Xu (1997), propõe um método de quatro passos para solução de defeitos em equipamentos:

- 1) Analisar os sintomas da falha
- 2) Localizar o módulo defeituoso
- 3) Isolar o circuito defeituoso
- 4) Localizar o defeito específico dentro do circuito

Dentro deste último passo, são acrescentados mais dois pelos técnicos:

- 1) Identificar e trocar os componentes defeituosos
- 2) Testar o funcionamento do equipamento completamente

Porém, a metodologia adotada pelos técnicos é particular de cada um, não ocorrendo na prática a adoção de um padrão. Na maioria das vezes o início da manutenção é feito com o técnico tentando diagnosticar o problema. Com o problema diagnosticado, o técnico tenta acessar a parte ou submontagem que falhou. Esta parte é removida e é feita uma tentativa para repará-lo ou ajustá-lo. Se isto não é possível, a parte é trocada. Uma vez que o reparo ou troca da parte é realizado, o equipamento é ajustado e recalibrado se necessário. O equipamento é então inspecionado, testado no modo operacional para assegurar o sucesso da manutenção realizada.

Durante a execução de todos estes passos, o técnico preenche a O.S. emitida para o serviço. Os principais itens que normalmente compõem este documento são:

- a) Identificação do equipamento
- b) Dados do usuário e Departamento solicitante
- c) Hora e data da apresentação da falha
- d) Informações do usuário em relação ao problema
- e) Registro do início e fim dos serviços executados
- f) Campo com a descrição do defeito encontrado e o serviço executado
- g) Tipo de serviço
- h) Materiais e peças utilizadas

Cada Organização possui um modelo próprio de O.S. desenvolvido de acordo com as necessidades e o grau de sofisticação de cada grupo.

Este documento constitui-se em uma das principais fontes de informações para a elaboração de Relatórios Gerenciais, pois através de uma O.S. bem planejada e organizada, é possível se ter um controle dos tipos de serviços prestados, o tempo gasto para a

execução, as peças utilizadas, além de possibilitar o cálculo de importantes indicadores gerenciais, como por exemplo: tempo médio de resposta e tempo médio de reparo.

Além da O.S., alguns Centros de Manutenção mantêm para cada equipamento um outro documento chamado Histórico de Manutenção, que basicamente é um resumo da O.S., contendo principalmente histórico dos defeitos ocorridos com equipamentos. Este documento possibilita que os técnicos, antes de realizarem o conserto, tenham acesso à história das ações de reparos ocorridas anteriormente no equipamento.

O que se vê na prática é que tanto em uma O.S. como em um Histórico de Manutenção, o campo relativo à descrição dos defeitos dos equipamentos e dos serviços realizados geralmente é feita em linguagem natural pelo técnico, dificultando um controle destas informações. Não é raro encontrar o mesmo defeito constatado em um equipamento descrito de formas diferentes.

Através de Históricos de Manutenção, cedidos pelo CEB/UNICAMP para a descrição do reparo de cabo de paciente dos equipamentos de monitoração cardíaca, encontrou-se como exemplos:

- ‘ reparo no cabo’
- ‘ reparação no cabo paciente’
- ‘ conserto cabo paciente’
- ‘ ressoldagem do cabo paciente que estava rompido’

Exemplo semelhante ocorre com a descrição feita para a troca de lâmpada de focos cirúrgicos, o componente danificado foi a lâmpada e a solução foi a troca desta porém, esta mesma ação foi descrita de formas diferentes pelos técnicos que preencheram estes históricos.

- ‘ fornecimento de lâmpada’
- ‘ troca de lâmpada’

- ‘ colocação de lâmpada’
- ‘ substituição de lâmpada’
- ‘ troca de lâmpada queimada’

Este fato dificulta a Gerência de Manutenção para realizar o levantamento de quantas vezes um mesmo equipamento tem retornado com o mesmo tipo de defeito (fato que poderia indicar a qualidade dos serviços de manutenção prestados) ou saber quais equipamentos apresentam um determinado tipo de defeito (indicativo de falha de projeto). Para que isto possa ser feito, é necessário a leitura e análise dos registros de manutenção de cada equipamento. Para grupos que gerenciam um grande volume de equipamentos como por exemplo, o Centro de Engenharia Biomédica com 800 Ordens de Serviços por mês, a análise estatística dos defeitos através da leitura do histórico torna-se praticamente inviável.

Caso estas informações estivessem condensadas e padronizadas e utilizando-se um número reduzido de códigos, é possível ter uma ferramenta para facilitar a análise do histórico de defeitos em equipamentos médicos, podendo auxiliar a Gerência de Manutenção na tomada de decisões sobre questões como:

- treinamento de técnicos de manutenção
- treinamento de operadores dos equipamentos
- qualidade do serviço de manutenção corretiva prestado
- substituição de equipamentos ou partes deles
- identificação de erros de projetos em equipamentos
- especialidade de técnicos a serem contratados
- comparação dos tipos de defeitos encontrados em equipamentos de um mesmo tipo e fabricantes diferentes
- identificação de defeitos intermitentes
- identificação de componentes de baixa qualidade em equipamentos
- identificação de erros na instalação dos equipamentos e/ou suprimentos para o funcionamento adequado dos mesmos
- inclusão de equipamentos em programas de Manutenção Preventiva

- identificação de procedimentos inadequados de Manutenção Corretiva adotados pelo técnico.
- elaboração de roteiros para execução de Manutenção Preventiva
- elaboração de programas de manutenção Preditiva

Além de proporcionar à Gerência maior facilidade na visualização dos problemas encontrados com equipamentos, a codificação de falhas feita de forma digital pode auxiliar na resolução de outro problema geralmente encontrado em centros de manutenção: a grande maioria dos técnicos não gostam de perder tempo preenchendo Ordens de Serviço e Histórico de Defeitos.

Objetivo do Trabalho

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma metodologia para a criação de um sistema computadorizado para a codificação de defeitos de equipamentos médico-hospitalares, e, também a criação de uma interface gráfica, utilizando linguagem de programação visual, para a utilização do sistema proposto.

CAPÍTULO 1 – METODOLOGIA

Para a elaboração de uma proposta para um sistema de codificação de defeitos em equipamentos médicos, foi necessário desenvolver uma metodologia que foi dividida em 05 etapas.

A seqüência de desenvolvimento e as análises de cada uma destas etapas foram realizadas com o objetivo de obter um sistema de codificação que apresentasse as seguintes características:

- Número reduzido de itens de códigos a serem selecionados durante o preenchimento dos campos do sistema proposto
- Possibilidade de inserção de qualquer tipo de equipamento no sistema proposto
- Grau de detalhamento das informações e um conjunto de campos para os códigos que possibilite um efetivo controle do histórico de manutenção
- Facilidade e rapidez de utilização
- Adaptabilidade a Centros de Manutenção que gerenciam desde um número reduzido até um grande parque de equipamentos
- Possibilidade de implementação utilizando *software* (linguagem de programação)

O primeiro passo foi recorrer à literatura, realizando uma revisão bibliográfica, com o objetivo de procurar trabalhos que descrevessem especificamente metodologias para desenvolvimento de sistemas de codificação de defeitos em equipamentos médicos.

Esta revisão bibliográfica (descrita abaixo no item 1.1) foi realizada nas seguintes fontes de consulta sobre engenharia biomédica :

- Base de dados Medline (1990 a 2001)
- Base de dados COMPENDEX PLUS (1990 a 2001)
- Journal of Clinical Engineering (1989 a 2001)

- Revista Biomedical Instrumentation & Technology (1976 a 200

Como não foram encontrados trabalhos com as características citadas acima, partiu-se para uma pesquisa de sistemas de codificação de defeitos já implementados em empresas e Centros de Manutenção, constituindo-se na etapa 2 (descrita no item 1.2).

O objetivo desta 2ª etapa foi analisar principalmente a idéia empregada para o desenvolvimento de sistemas de codificação, a metodologia utilizada, problemas encontrados e resultados alcançados.

Pode-se observar que as instituições pesquisadas implantaram seus sistemas de codificação de defeitos, com o objetivo de criar uma ferramenta que auxiliasse a Gerência de Manutenção em manter um controle dos defeitos dos equipamentos, e facilitar a análise destes defeitos.

Cada instituição desenvolveu um sistema próprio de codificação, não seguindo nenhum tipo de modelo ou critérios pré-estabelecidos. O detalhamento das informações relativas aos defeitos dos equipamentos, a definição dos campos para o preenchimento dos códigos e a forma de utilização destes campos, foram desenvolvidos de acordo com o grau de sofisticação de cada organização, os tipos de equipamentos englobados pela manutenção, e o que cada organização pretendia obter com o retorno das informações codificadas.

A análise feita no sistema desenvolvido para a CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz), mostrou que para esta empresa é importante saber a localização geográfica onde ocorre o maior número de falhas no sistema de distribuição de energia elétrica, para que a companhia possa programar melhor seus serviços de manutenção. Já, na SID Informática, que presta serviços para uma gama bem específica de equipamentos, foi criado um sistema que apresenta um campo onde são descritos os componentes defeituosos (denominado referência, ver APÊNDICE IV) com um alto grau de detalhamento de informações. Foi desenvolvido desta forma pois, o retorno destas informações além de colaborar para a área de serviços para um melhor planejamento de ações, é também de grande importância para a área de

desenvolvimento da empresa que utiliza estas informações recebidas para realizar uma avaliação da atuação do produto no mercado.

Os sistemas encontrados no CEMEQ (Centro de Manutenção de Equipamentos da UNICAMP), e nas Instituições Hospitalares citadas no item 1.2, foram desenvolvidos com o mesmo objetivo, ou seja, dotar a Gerência de Manutenção de informações relativas aos defeitos dos equipamentos para tomada de ações visando a melhoria da qualidade dos serviços prestados.

Além deste fato, observou-se nestes sistemas um menor grau de detalhamento de informações onde somente as principais informações relativas aos defeitos (exemplo: principais componentes, principais sintomas, etc.) foram codificadas e se apresentaram suficientes para obtenção de resultados.

No CEMEQ por exemplo, depois da implementação do sistema identificou-se que a principal causa dos defeitos ocorridos com impressoras era devido a utilização incorreta do equipamento por parte dos usuários, o que motivou o grupo a criar uma apostila explicativa sobre a operação deste tipo de equipamento.

Um fato observado nos exemplos encontrados na área hospitalar, foi que as listas de códigos que englobam todos os tipos de equipamentos, apresentaram-se muito extensas. No sistema proposto pelo CEB (Centro de Engenharia Biomédica da UNICAMP) a lista de códigos de partes e peças reparadas contém mais de 170 itens (ver apêndice I), o que dificultou sua implementação devido a dificuldade encontrada pelos técnicos em consultar a tabela. Estas listagens que apresentam um grande número de códigos, dificultam a utilização do sistema, acarretando um trabalho adicional para o técnico e como consequência um gasto maior de tempo.

Nos campos para códigos de defeitos do *software* SGTEC (Sistema de Gerenciamento de Tecnologia) desenvolvido nesta proposta, será apresentada uma listagem onde as condições/defeitos de todos os tipos de equipamentos ultrapassa a 250 itens.

Nesta fase de desenvolvimento do trabalho surgiu o maior desafio de se propor um sistema de codificação de defeitos para equipamentos médicos dentro das características desejadas citadas no início do capítulo, ou seja, o desafio de propor um sistema que apresente facilidade e rapidez de utilização, com um número reduzido de itens de códigos para o seu preenchimento, levando-se em consideração a grande diversidade de equipamentos médicos existentes e os diferentes princípios de funcionamento destes equipamentos. Conclui-se que as características desejadas para o sistema neste trabalho, não foram encontradas nos exemplos das empresas citadas.

Desta forma, o próximo passo foi realizado a partir da idéia de classificar os equipamentos em grupos, na tentativa de reduzir as listas de códigos que englobariam o sistema, iniciando-se desta maneira a etapa 3. Isto ocasionou a realização de uma pesquisa na literatura (descrita no item 1.3) para se conhecer os critérios de classificação de equipamentos médicos. Esperava-se como resultado desta pesquisa a obtenção de alguma sugestão de grupos de equipamentos que possibilitasse o desenvolvimento de uma proposta para um sistema de codificação de equipamentos com o conjunto de códigos de defeitos definidos por grupos e que atendesse às características já citadas.

Realizou-se uma análise de todas as classificações de equipamentos encontradas, e foi constatado que as mesmas não satisfizeram o objetivo pretendido do estudo.

Os critérios de classificação encontrados, apesar de não fornecerem uma sugestão de grupos de equipamentos para elaboração de um sistema de codificação de defeitos com as características desejadas, trazem indicações de classificações que podem ser úteis para grupos de Engenharia Clínica e Gerências de Manutenção de Equipamentos na organização e melhoria de seus serviços.

Uma outra idéia para elaborar uma proposta de sistema de codificação, foi a de classificar os equipamentos em grupos com semelhanças entre suas constituições funcionais internas e criar um conjunto de códigos para os defeitos de cada grupo de equipamentos. Para

isto foi realizado um estudo do princípio de funcionamento de equipamentos médicos (vide item 1.4), constituindo-se na quarta etapa do trabalho.

Esta proposta de se criar um sistema de codificação fechado por grupos de equipamentos com semelhanças entre suas constituições funcionais internas apresentou dois tipos de problemas:

- 1) O fato de existir uma grande diversidade de equipamentos com diferentes princípios de funcionamento além de que em muitos casos, para um mesmo tipo de equipamento encontra-se tecnologias completamente diferentes, dificultou a criação de um critério para alocar um determinado equipamento em um ou outro grupo. Por exemplo: em carrinhos de anestesia (equipamentos utilizados, durante uma cirurgia, para a administração de agentes anestésicos), são instalados equipamentos de ventilação com princípio de funcionamento inteiramente pneumático. Nestes casos, este tipo de carrinho poderia ser alocado em um grupo de equipamentos que possuem como princípio de funcionamento um controle mecânico e pneumático: fluxômetros, ventiladores mecânicos, aspiradores, nebulizadores, umidificadores e outros. Por um outro lado, existem carrinhos de anestesia cujo equipamento de ventilação instalado possui controles totalmente eletrônicos, com comunicação com a Internet e rede de dados que obviamente seriam alocados em um grupo de equipamentos com o perfil eletrônico e voltados para a informática.
- 2) Este mesmo fato (grande diversidade de equipamentos existentes) dificultou uma proposta de um sistema de codificação com um número reduzido de grupos de equipamentos, com semelhanças entre suas constituições funcionais internas, que possibilitasse a inserção de qualquer tipo de equipamento dentro dos grupos propostos. Codificar as informações de falhas para os grupos de equipamentos também daria origem a grandes listagens de defeitos, o que se queria evitar.

Durante o desenvolvimento da etapa 4 do trabalho (item 1.4 – estudo do princípio de funcionamento dos equipamentos médicos), foi realizada uma divisão dos equipamentos em

blocos funcionais (diagrama de bloco) a partir dos circuitos elétricos, partes mecânicas e partes óticas que compõem o mesmo. Nesta divisão, procurou-se seguir uma forma padronizada de forma que um mesmo bloco funcional, pudesse ser representado em vários tipos de equipamentos (ver tabelas 3 e 4 no item 1.4, na página 26, que foram montadas com o objetivo de ilustrar o resultado deste estudo). O resultado deste estudo (verificação da possibilidade de que um mesmo tipo de bloco funcional pode ser representado em vários tipos de equipamentos), aliado às observações feitas no estudo dos diversos sistemas de codificação encontrados levou a uma primeira proposta para o desenvolvimento de um sistema de codificação de defeitos, veja esquema ilustrativo abaixo:



Onde:

- **Causa** : a causa do defeito ocorrido
- **Bloco Funcional** : a parte do equipamento que apresentou defeito
- **Componente** : o componente do bloco funcional que apresentou defeito
- **Serviço Executado** : o serviço executado para reparar o defeito

A principal característica do sistema acima é que os campos a serem preenchidos possuem informações relacionadas entre si, ou seja, como pode-se observar nas tabelas 03 e 04 do item 1.4 para cada tipo de equipamento existe um conjunto de blocos funcionais e um mesmo bloco funcional pode ser representado em mais de um tipo de equipamento.

Desta forma, esta primeira proposta teria as seguintes características quanto à sua estrutura e forma de utilização: o sistema seria formado por 04 campos : 01 - **causa**, 02 - **bloco funcional**, 03 - **componente** e 04 - **serviço executado**. Como todo o sistema foi desenvolvido para poder ser implementado de forma informatizada, optou-se por utilizar caracteres numéricos como sendo os códigos das informações a serem inseridas nos campos. No campo **causa**, seria utilizada em princípio a tabela de possíveis causas, ver Apêndice I. Esta tabela foi

levantada pelo grupo de técnicos e engenheiros do CEB/UNICAMP e contém as principais causas de defeitos para todos os tipos de equipamentos médicos, por exemplo: erro de operação do equipamento, oxidação, desgaste da peça, etc.. Seria uma tabela única para ser utilizada para todo tipo de equipamento inserido no sistema, ou seja, uma única tabela contendo a listagem das principais causas de defeitos encontrados em equipamentos médicos.

Para o campo **serviço executado**, também seria utilizada a tabela de serviço executado levantada no CEB, ver apêndice I, que é constituída somente com as informações das ações de serviços executados em equipamentos (exemplo: troca, limpeza, aperto, soldagem, pintura, etc). Assim como a tabela de possíveis causas, a tabela de serviços executados também seria única e utilizada para todos os tipos de equipamentos.

O campo **bloco funcional** seria composto de uma listagem de todos os blocos funcionais dos equipamentos inseridos no sistema (ex: fonte de alimentação, conjunto óptico, controle de temperatura, etc.). Estes blocos funcionais seriam inseridos no sistema a partir do estudo e da divisão dos equipamentos em diagramas de blocos. Como para cada tipo de equipamento existe somente um pequeno conjunto de blocos funcionais, este sistema propõe uma relação para estes dois campos de informações, ou seja, num sistema computadorizado ao seleccionar-se um equipamento para o preenchimento dos códigos, no campo blocos funcionais surgiria apenas os blocos relacionados ao equipamento, diminuindo desta forma o número de itens a ser pesquisado.

O campo **componente** seria composto por uma tabela com todos os principais componentes de equipamentos médicos (transformador, bateria, sensor, cabo de força, microprocessador, motor, ventoinha, mostradores (“display”), lâmpada, válvula solenóide, etc). Neste seria utilizada a tabela componentes levantadas pelo CEB (ver apêndice I). Estes componentes estariam relacionados somente com os blocos funcionais aos quais fazem parte. Assim, toda vez que um bloco funcional fosse selecionado para ser codificado, logo após surgiriam os componentes que compõem este bloco, ou seja, somente os componentes relacionados a este bloco.

Para ilustrar melhor o que seria a utilização deste sistema e os relacionamentos de informações que ele propõe, será demonstrado uma possível sequência de códigos que poderia ser utilizada para o defeito: queima de resistência, em um equipamento para Banho Maria. Os códigos que serão utilizados neste exemplo são puramente ilustrativos, não sendo encontrados em nenhuma tabela deste trabalho.

Depois de selecionado o equipamento Banho Maria, o primeiro campo a ser preenchido seria o campo **causas**. Surgiria a tabela de causas levantada pelo CEB (apêndice I) e, dentro destes itens selecionaríamos a causa: desgaste da peça – código 009. Este código seria alocado no campo **causas**. Em segundo lugar apareceria como opção a seleção do **bloco funcional** do equipamento onde ocorreu a falha: fonte de alimentação, controle de temperatura, gabinete “*display*”, cada bloco com seus respectivos códigos (veja tabela 2 item 1.4). Como já dito acima, a tabela blocos funcionais seria formada pela listagem de todos os blocos funcionais de equipamentos inseridos no sistema, porém como há relacionamento de informações entre equipamento e **bloco funcional**, neste momento do preenchimento para o usuário apareceria como opção somente os blocos referentes ao equipamento selecionado. Como o defeito foi queima de resistência, o **bloco funcional** a ser selecionado seria : controle de temperatura – código 025. Na sequência surgiriam os principais **componentes** do bloco selecionado: (sensor de temperatura, aquecedor, componente eletrônico), selecionando-se aquecedor: código – 005. E, no final teríamos como opção a tabela serviço executado, cuja opção seria a ação troca: código 034. Resumindo:

| Campo | Código | Descrição |
|-------------------|---------------|-------------------------|
| Causa | 009 | Desgaste da peça |
| Bloco Funcional | 025 | Controle de temperatura |
| Componente | 005 | Aquecedor |
| Serviço executado | 034 | Troca |

A necessidade do preenchimento de quatro campos (fato que gera um gasto de tempo maior para o preenchimento) e a possibilidade de otimização e melhoria da proposta acima levou a apresentação de uma nova proposta, com os campos descritos da seguinte forma:



Onde:

- **Bloco funcional**: representa a parte do equipamento que sofreu defeito
- **Causa**: a causa do defeito ocorrido
- **Serviço Executado**: o serviço executado para reparar o defeito

Esta nova proposta foi a definitiva no desenvolvimento deste trabalho. Este sistema proposto mantém a característica de apresentar informações relacionadas entre si e neste caso, o campo **bloco funcional** relaciona-se com o campo **causas** e também com o campo **serviço executado**. Os campos **bloco funcional** e **causa** desta nova proposta são constituídos da mesma maneira que o citado na primeira proposta, ou seja, englobam respectivamente uma listagem com os principais blocos funcionais e as possíveis causas de defeitos em equipamentos médicos. Porém há um relacionamento entre estes campos e este relacionamento significa que para cada bloco funcional existe somente um conjunto de causas de defeitos e somente este conjunto é atribuído ao bloco. Por exemplo; selecionando-se como bloco defeituoso aquele que representa a fonte de alimentação, não teríamos como opção de escolha informações do tipo: falta de água e outros. A atribuição das possíveis causas de defeitos para cada bloco funcional é encontrada na tabela 05, item 1.4.

O campo **serviço executado** não é formado somente com a ação do serviço (troca, limpeza, pintura, etc) como no caso da primeira proposta. Ele é constituído com a descrição completa dos serviços executados nos equipamentos, como por exemplo: troca fusível, limpeza contatos, troca manômetro, troca cabo de força, regulagem pressostato, limpeza válvula solenóide, limpeza filtro, ajuste do prisma, retirada vazamento, regulagem válvula de segurança, reparo bomba de óleo, etc.. A tabela com as informações dos principais serviços executados em cada bloco funcional foi levantada analisando cerca de 200 Ordens de Serviço (retiradas de um banco de dados do CEB-UNICAMP) para cada tipo de equipamento estudado

e também através de consultas com Engenheiros e Técnicos em equipamentos biomédicos. Como dito anteriormente, há um relacionamento entre o campo **bloco funcional** e o campo **serviço executado**, significando que os serviços executados em um equipamento são atribuídos aos blocos correspondentes, por exemplo: “troca cabo de força” para bloco funcional fonte de alimentação, “troca sensor de temperatura” para o bloco controle de temperatura e outros (veja tabela 06 item 1.4).

Somente para exemplificar a utilização deste sistema proposto, retomaremos ao exemplo realizado com o defeito queima de resistência para o equipamento Banho Maria. Para este caso teríamos a seguinte sequência de códigos: para o campo **bloco funcional** seria selecionado o bloco “controle de temperatura”, código 025; para o campo **causas** selecionaríamos a causa “desgaste da peça”, código 009 (note que neste caso o usuário terá como opção somente as causas de defeito referentes ao bloco) e, para o **campo serviço executado** selecionaríamos “troca aquecedor”, código 031 (veja tabela 06 item 1.4) Resumindo:

| Campo | Código | Descrição |
|-------------------|---------------|-------------------------|
| Causa | 009 | Desgaste da peça |
| Bloco Funcional | 025 | Controle de temperatura |
| Serviço executado | 034 | Troca aquecedor |

Procurou-se com estas alterações propor um sistema que apresentasse um número reduzido de itens a serem preenchidos e um conjunto mínimo de campos que possibilitasse um controle efetivo do histórico de manutenção dos equipamentos.

Depois de seguidos todos os passos para se chegar na elaboração da proposta acima, partiu-se para a construção de uma interface gráfica para possibilitar sua implementação e testes de funcionamento. Este passo constituiu-se na etapa 5 do trabalho, descrita no item 1.5.

A seguir serão descritas pormenorizadamente as etapas seguidas para a elaboração da proposta.

1.1) Revisão Bibliográfica

Foi feito uma busca nas bases de dados COMPENDEX PLUS e MEDLINE . As buscas nestas bases de dados foram realizadas utilizando-se a estratégia de busca por palavras chaves. As palavras utilizadas foram: *equipment, maintenance, codification, failure, medical, clinical e biomedical*. O período abrangido da pesquisa foi de 1990 a 2001 para ambos os bancos de dados. Como dito no início do capítulo 1 , o objetivo destas buscas foi de encontrar trabalhos que descrevessem especificamente metodologias para codificação de defeitos em equipamentos médicos e, obteve-se um resultado negativo, ou seja, nenhum trabalho foi encontrado.

Para os periódicos Journal of Clinical Engineering e Biomedical Instrumentation and Technology foram revisados todos os fascículos contidos na BAE (Biblioteca da Área de Engenharia) da UNICAMP e também não foram encontrados publicações sobre sistemas para codificação de defeitos de equipamentos médicos. Os períodos das publicações pesquisadas foram: de 1976 a 2000 para a revista Biomedical Instrumentation and Technology e de 1989 a 2001 para o Journal of Clinical Engineering.

As fontes de consulta, citadas neste capítulo, foram escolhidas por se julgar as melhores e mais completas fontes sobre pesquisas realizadas nas áreas de Engenharia Clínica.

1.2) Pesquisa em Empresas e Centros de Manutenção com sistemas de codificação de defeitos já implementados.

A seguir serão descritos alguns exemplos de sistemas de codificação encontrados.

1.2.1) CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz)

O sistema encontrado na CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz) é utilizado na manutenção da rede de distribuição de energia elétrica. O sistema utiliza códigos numéricos, com quatro campos, e com espaço para dois dígitos em cada campo:



Área: descreve local geográfico da falha. Exemplo:

| | |
|----------------------|--------|
| Zona rural primária | Cod.07 |
| Zona urbana primária | Cod.08 |

Causa: o que proporciona a falha. Exemplo:

| | |
|---------------------------|---------|
| Queimada embaixo da linha | Cod. 04 |
| Pipa | Cod.09 |

Equipamento: o equipamento ou o componente que foi danificado. Exemplo:

| | |
|----------------|--------|
| Cruzeta | Cod.02 |
| Fusível a óleo | Cod.03 |

Defeito: o defeito apresentado. Exemplo:

| | |
|--------|--------|
| Quebra | Cod.11 |
| Queima | Cod.13 |

Para a utilização deste sistema juntamente com a O.S., é afixada uma tabela com os códigos para o preenchimento de cada campo citado acima. Não foi possível documentar este sistema na íntegra, ou seja, todos os códigos com suas respectivas descrições, pois a Companhia não pode fornecer.

1.2.2) CEMEQ (Centro de Manutenção de Equipamentos)

O Centro de Manutenção de Equipamentos da UNICAMP, oferece manutenção ao seguinte grupo de equipamentos:

| | | | |
|------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Autoclave | Balança | Bomba | Câmara Frigorífica |
| Compressor de ar | Condicionador de ar | Espectrofotômetro | Estabilizador |
| Estufa | Fotocopiadora | Freezer | Furadeira |
| Gravador | Impressora | Lixadeira | Máquina de escrever |
| Máquina Off-set | Microcomputador | Microscópio | Monitor de vídeo |
| Multímetro | Osciloscópio | Projeter de Slides | Refrigerador |
| Retroprojeter | Televisor | Transceptor de rádio | Vídeo cassete |

O sistema de codificação desenvolvido, utiliza mnemônicos, com espaço para quatro caracteres, e engloba os seguintes campos:



onde:

Sintoma: sintoma que o equipamento apresenta antes de ser levado para o serviço de manutenção

Causa: o que proporcionou a falha,

Componente: os principais componentes dos equipamentos que foram danificados

Solução: a ação tomada para corrigir o defeito

No CEMEQ há um sistema informatizado de gerenciamento da manutenção. A abertura e o fechamento das O.S. s são feitas através de um sistema computacional que contém, entre outros, um banco de dados com os códigos dos campos citados acima. O programa permite a visualização na tela dos códigos a serem selecionados pelos técnicos no preenchimento da O.S. No Apêndice II encontra-se as tabelas com os códigos e a sua descrição. Após um certo número de reparos realizados em um tipo de equipamento, o *software* gera relatório denominados “diagnósticos de manutenção” para serem analisados pela gerência.

1.2.3) SGTEC (Sistema de Gerenciamento de Tecnologia em Engenharia Clínica)

Um outro exemplo encontrado foi SGTEC (Sistema de Gerenciamento Tecnológico em Engenharia Clínica), um *software* comercial produzido pela Empresa Engenharia Clínica Ltda., de gerenciamento de tecnologia médica. Este, além de realizar inúmeras funções também possui campos para a codificação de defeitos em equipamentos médicos. Estes são:



onde:

Cond./defeito: descreve a condição do defeito do equipamento apresenta. Exemplo:

| | |
|------------------|---------|
| Lâmpada queimada | Cód.032 |
| Correia solta | Cód.039 |

Ação/correção: descreve as atitudes tomadas para ação e correção dos defeitos. Exemplo:

| | |
|------------------|---------|
| Troca de bateria | Cód.029 |
| Troca da lâmpada | Cód.026 |

No apêndice III há uma lista mais completa com os códigos fornecidos pela empresa. O esquema de utilização é parecido com o do CEMEQ, ou seja, o técnico vai preenchendo a O.S. com todos os dados solicitados e preenche os campos relativos as defeitos selecionando-os na tela do computador.

1.2.4) CEB (Centro de Engenharia Biomédica)

No Centro de Engenharia Biomédica da UNICAMP, foi proposta uma idéia para a codificação utilizando-se mnemônicos para descrever os campos:



Causas: principais causas de falhas de equipamentos médicos

Serviço executado: principais serviços executados para reparar os defeitos

Partes e peças: principais partes e peças dos equipamentos que são reparadas

O CEB/UNICAMP também possui um sistema informatizado de Gerenciamento de Manutenção com campos para codificação de defeitos a serem preenchidos na O.S.. Porém, para o preenchimento dos campos foi criada uma cartilha com os códigos dos campos descritos acima, a ser consultada pelo técnico no final da manutenção, ou seja, no fechamento de uma O.S.. O Apêndice I apresenta a apostila com detalhes.

1.2.5) SID Informática

A SID é uma grande empresa na área de computadores e informática e que oferece assistência técnica para seus produtos.

Geralmente a manutenção feita pelos técnicos da SID é realizada em campo, ou seja, no local onde os equipamentos estão instalados. Juntamente com a O.S. é afixada uma “Tabela de Codificação” que deve ser consultada pelo técnico para o preenchimento da O.S.. O Apêndice IV mostra a tabela citada acima.

E os campos utilizados são:


Referência


Defeito


Solução

onde:

referência: descreve a parte do equipamento, ou o equipamento defeituoso.

defeito: o defeito apresentado pelo equipamento.

solução: a solução tomada para reparar o defeito.

1.2.6) Hospital São Rafael (Salvador – Ba)

Um outro exemplo obtido na área hospitalar foi do Hospital São Rafael. Neste hospital também há um sistema informatizado para gerenciar a manutenção e possui somente um campo a ser preenchido que é relativo às causas dos defeitos dos equipamentos:


Causas

O Apêndice V mostra em detalhes a tabela de causas cedida pelo Hospital

1.3) Pesquisa sobre critérios de Classificação de Equipamentos Médicos

Conforme dito no início deste capítulo, durante as etapas desenvolvidas para a elaboração da proposta do sistema de codificação, foi realizada uma pesquisa sobre critérios de classificação de equipamentos. O objetivo desta pesquisa foi de encontrar alguma sugestão

de classificação de equipamentos médicos que possibilitasse a realização de uma proposta de um sistema de codificação fechado por grupo de equipamentos e que atendesse às características já citadas. Nenhum dos critérios encontrados satisfaz o objetivo pretendido, porém, o levantamento realizado cobre a grande maioria dos critérios de classificação de equipamentos médicos encontrados na literatura. Este resultado obtido nesta fase do trabalho é descrito pormenorizadamente abaixo.

O MINISTÉRIO DA SAÚDE (1994) conceitua equipamentos médico-hospitalares como um conjunto de aparelhos, máquinas e acessórios que compõem uma unidade assistencial, onde são desenvolvidas ações de diagnose e terapia, atividades de apoio, infraestrutura e gerais. Desta forma, o Ministério da Saúde, com o intuito de sistematizar o processo de planejamento, facilitando a execução para o planejador, classifica os equipamentos em quatro classes, de acordo com suas especialidades afins.

Desta maneira a classificação proposta adquire a seguinte estruturação:

- 1) Equipamentos Médico-Assistenciais
- 2) Equipamentos de Apoio
- 3) Equipamentos de Infra-estrutura
- 4) Equipamentos Gerais

Cada classe de equipamentos tem uma especialidade fim, de acordo com sua atividade dentro do Sistema Médico-Assistencial. Portanto, cada classe refere-se a uma série de atividades a serem executadas por esses equipamentos.

Equipamentos médico-assistenciais: são os utilizados nas ações de diagnose e terapia em ações de promoção da saúde dos pacientes. Dentro desta classificação encontram-se equipamentos nas seguintes áreas:

- | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| • Alergia/ imunologia | • Dermatologia | • Medicina preventiva e social | • Otorrinolaringologia |
| • Anestesiologia | • Endocrinologia | • Medicina do trabalho | • Pediatria |
| • Angiologia | • Endoscopia | | • Proctologia |
| • Anatomopatologia | • Fisiatria/medicina esportiva | • Medicina nuclear | • Psiquiatria |
| • Cardiologia | • Gastroenterologia | • Nefrologia | • Patologia clínica |
| • Cirurgia geral | • Genética | • Neurocirurgia | • Reumatologia |
| • Cirurgia pediátrica | • Geriatria | • Nutrologia | • Radioterapia |
| • Cirurgia Plástica | • Hematologia | • Neonatologia | • Radiologia/image nologia |
| • Cirurgia torácica | • Hemoterapia | • Obstetrícia | |
| • Clínica médica | • Homeopatia | • Oftalmologia | • Tisio-pneumologia |
| • Clínica geral | • Infectologia | • Oncologia | |
| | | • Ortopedia e traumatologia | • Terapia intensiva |
| | | | • Urologia |

Equipamentos de apoio : é um conjunto de máquinas e aparelhos que compõe uma unidade de processamento, com características de apoio à área assistencial.

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| • Serviço de nutrição e dietética | • Central de material e esterilização |
| • Serviço de lactário | • Serviço de manipulação da farmácia |
| • Lavanderia | |

Equipamentos de infra-estrutura : são sistemas destinados a dar suporte ao funcionamento adequado às unidades assistenciais e aos setores de apoio, tais como:

- | | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| • Central de gases | • Depósitos de água quente |
| • Central de ar comprimido | • Transportes verticais e horizontais |
| • Central de vácuo | • Incineradores |
| • Central de ar condicionado | • Tratamento especial de esgoto |
| • Geradores e subestações | • Tratamento especial de lixo |
| • Geradores de vapor | |

Equipamentos gerais : é um conjunto de móveis e utensílios com características de usos geral, e não específico, da área hospitalar, tais como:

- Mobiliário
- Máquinas para escritório
- Sistema de processamento de dados
- Sistema de telefonia
- Sistema de prevenção contra incêndio

O livro do **CACERES** (1980), fornece uma classificação para os equipamentos médicos mais freqüentes usados em hospitais (como indicado pelos especialistas em equipamentos hospitalares, questionados pela Associação Americana de Hospitais em 1972), mostrada a seguir:

Equipamentos de diagnóstico

- Eletrocardiógrafo
- Eletroencefalógrafo
- Unidades de raio-X
- Analisadores automáticos de sangue
- Equipamento de telemetria
- Eletromiógrafo
- Processadoras de raio-X
- Equipamento de hematologia
- Cromatógrafo de gás
- Osciloscópios
- Registradores

Equipamentos terapêuticos

- Desfibriladores/Cardioversores
- Equipamentos eletrocirúrgicos
- Máquinas de Hemodiálise
- Marca-passo
- Máquinas coração-pulmão
- Catéteres para o coração
- Ressuscitadores
- Ventiladores
- Nebulizadores
- Equipamento de terapia inalatória
- Equipamento de cauterização
- Equipamento de diatermia
- Equipamento de terapia física
- Equipamento Terapêutico nuclear

Equipamento de Laboratório

- Esterelizadores
- Centrífugas
- Limpadores ultrassônicos
- Autoclaves
- Lavadores de vidro
- Desmineralizadores
- Equipamento de destilação

Equipamento de monitoração

- monitores de paciente
- monitores cardíacos
- monitores fetais

Outros equipamentos

- Equipamento de sala de operação
- Equipamento dentário
- Equipamento de chamada paciente-enfermeira
- Xerograma
- Equipamento audiovisual

A edição de (**Health Devices Sourcebook**), publicada pelo **ECRI**, classifica os dispositivos médicos por especialidades como mostrado a seguir:

- Anestesiologia (anestesímetros, aspiradores cirúrgicos, monitores de ph,...)
- Cardiologia (catéteres arteriais, desfibriladores, marca-passo,...)
- Cirurgia cardiotorácica (angioscópio, aspiradores torácicos, trasnd. de força,...)
- Engenharia clínica (acelerômetros, protetores de plug, voltímetros,...)
- Laboratório clínico (analísadores de álcool, fotômetros, separadores de células,...)
- Odontologia (aplicadores de resina, articuladores dentais, agulhas dentais,...)

- Medicina de emergência (monitores EEG, desfibriladores, cardioversores,...)
- Gastroenterologia (colonoscópios, dilatador retal, dilatadores esofágicos,...)
- Ginecologia (aplicador vaginal, dilatador uterino, pelviscópios,...)
- Infra-estrutura de saúde (incineradores, geradores de ar ionizado, etc.,...)
- Implantes (baterias de marca-passo cardíaco interno, bombas de infusão implant,...)
- Unidade de cuidados intensivos (cânula venosa, eletrodos de ph,...)
- Medicina interna (unidades de hipotermia, sistema de hemoperfusão,...)
- Gerência de materiais (carregadores de baterias, catéteres umbilicais,...)
- Nefrologia (equipamento de imunofluorescência, nefroscópios,...)
- Neurologia (eletrooculógrafo, eletroretinógrafo, ventriculoscópios,...)
- Neurocirurgia (eletroencefalógrafo, ecoencefalógrafo, encefaloscópios,...)
- Serviços de enfermagem (catéter peritoneal, umidificador não aquecido,...)
- Obstetrícia (Amnioscópios, aspiradores uterinos, monitor fetal,...)
- Oftalmologia (tonômetros, eletroretinógrafo, retinoscópios,...)
- Ortopedia (unidade de diatermia, próteses, imobilizadores para braços,...)
- Otorrinolaringologia (aspirador nasal, audiômetro, cânula nasal,...)
- Patologia (dissecadores, unidades de iontoforese, sintetizadores de DNA/RNA,...)
- Pediatria (monitor de apnéia, nebulizadores aquecidos, monitor de oxigênio,...)
- Medicina física (estimuladores neuro-muscular, eletromiógrafos,...)
- Proctologia (catéter retal, retrator retal, colonoscópio,...)
- Medicina pulmonar (atomizadores, monitores de ECG,...)
- Radiologia (intensificadores de imagem, unidade de radioterapia,...)
- Cirurgia (aspirador cirúrgico, desfibriladores internos, filtros de ar,...)
- Urologia (catéter de irrigação, estimulador urinário, uretroscópio,...)

O **BRONZINO** (1992) transcreve do **ECRI** uma classificação em que os equipamentos são agrupados de acordo com o risco físico oferecido pelo equipamento. O risco físico considera quais as consequências possíveis a que expõem o paciente ou o operador se o equipamento falha ou funciona de modo inapropriado. Esses riscos são divididos em três

níveis e são baseados nos resultados de um erro no uso ou falha do dispositivo. Eles levam em conta a probabilidade da saída e a severidade da mesma.

Dispositivo de alto risco: são dispositivos de suporte à vida, dispositivos de ressuscitação e outros dispositivos cuja falha ou erro no uso pode afetar seriamente o paciente ou staff clínico.

Exemplos:

- Unidades de anestesia e vaporizadores
- Ventiladores para anestesia
- Monitores de apnéia para neonatal
- Aspiradores (traqueal e de emergência)
- Unidades de autotransfusão
- Desfibriladores
- Sistemas de diagnóstico por medicina nuclear e imagem radiológica
- Unidades eletrocirúrgicas
- Monitores fetais
- Unidades de by-pass coração-pulmão
- Unidades de hemodiálise
- Umidificadores aquecidos
- Unidades de hipo/hipertermia
- Incubadoras
- Bombas de infusão
- Lasers cirúrgicos
- Oxímetros
- Analisadores e monitores de oxigênio
- Marcapassos
- Sistemas de monitoração e monitores fisiológicos
- Ressuscitadores cardíacos
- Esterelizadores
- Reguladores de sucção traqueal
- Torniquetes pneumáticos
- Monitores de O₂ e CO₂

Dispositivos de médio risco: são aqueles cujo erro de uso, falha ou ausência (isto é fora de serviço e sem reposição disponível) teria significativo impacto no cuidado com o paciente mas não afetaria de modo sério. Muitos dispositivos de diagnóstico estão nesta categoria.

Exemplos :

- Registradores de ECG e Scanners ambulatoriais
- Aspiradores (cirúrgico, torácico e uterino)
- Refrigeradores de banco de sangue
- Analisadores de pH/gases sangüíneos
- Unidades de pressão sangüínea (unidades eletrônicas não invasivas usadas em aplicações de monitoração críticas)
- Centrífugas
- Equipamento de laboratório clínico (todos os tipos)
- Unidades criocirúrgicas
- Eletrocardiógrafos
- Unidades de terapia eletroconvulsiva
- Eletroencefalógrafos
- Eletromiógrafos
- Endoscópios
- Unidades de potenciais evocados
- Litotriptores
- Fonocardiógrafos
- Unidades de fototerapia
- Transdutores de pressão
- Analisadores de função pulmonar
- Monitores de temperatura
- Unidades de tração
- Sistemas de imagem por ultrassom
- Vetorcardiógrafos

Dispositivos de baixo risco: são aqueles dispositivos cuja falha ou erro no uso não resulta em sérias conseqüências.

- Aspiradores (baixo volume)
- Bombas de fluido circulante
- Unidades de diatermia (terapia física)
- Receptáculos duplex
- Camas elétricas
- Escalas eletrônicas
- Termômetros eletrônicos
- Luzes de exame
- Fontes de luz de fibra ótica
- Fontes isoladas
- Esfigmomanômetros
- Estimuladores (unidades de terapia física de baixa e alta tensão)
- Luzes cirúrgicas
- Microscópios cirúrgicos
- Mesas cirúrgicas
- Nebulizadores ultrassônicos
- Terapia ultra-sônica (terapia física)

Ainda no **BRONZINO** (1992) é fornecida uma outra divisão de equipamentos, desta vez por categorias funcionais. Apesar de ser uma divisão bastante semelhante à do CACERES (1972), a mesma foi transcrita a seguir para efeito de comparação.

- Terapêutico:

- Suporte à vida

- Cuidado intensivo e cirúrgico

- Tratamento e terapia física

- Diagnóstico:

- Monitoração de cuidado intensivo e diagnóstico

- Diagnóstico e monitoração fisiológica adicional

- Analítico :

- Laboratório analítico

- Acessórios de laboratório

- Computares e relacionados

- Miscelâneo:

- Relacionados com o paciente e outros

O “**Food and Drug Administration**” (FDA) é um órgão do governo federal americano que inspeciona, aprova, revoga, e regulamenta o uso de tecnologia em saúde. No caso de aparelhagem médica, leis recentes fornecem ao FDA, a autoridade necessária para regulamentação durante o desenvolvimento, teste, produção, distribuição e uso do produto. Desta forma, o FDA classifica todos os equipamentos médicos em uma das três classes baseadas no nível de necessário para garantir segurança e efetividade do aparelho.

Estas três classes são:

Classe I - Controle Geral

Classe II - Controle Geral e Controles especiais

Classe III - Controle Geral, Controles especiais e Aprovação Mercadológica.

Classe I - Controle Geral

Aparelhos desta classe são submetidos a pelo menos controles regulatórios. Eles apresentam potencial mínimo para danos ao usuário e são geralmente de projetos mais simples do que os de Classe II ou III. Aparelhos de classe I são submetidos a “Controles Gerais” assim como os de classes II e III.

Alguns exemplos de equipamentos da classe I, são: bandagem elástica, luvas de exame, e equipamentos de apoio cirúrgico.

Classe II - Controle especial

Aparelhos da classe II são aqueles cujos controles gerais não são suficientes para garantir segurança e efetividade dos mesmos, e existem métodos capazes de prover tais seguranças. Além dos controles gerais os da Classe II são também submetidos aos controles especiais:

Controles especiais devem incluir requerimentos especiais de registro, índices de desempenho segundo normas e reconhecimento pós-comercialização.

Exemplos: bombas de infusão, cadeiras de rodas, drenos cirúrgicos.

Classe III - Aprovação no Mercado

A classe III é a mais exigente categoria regulamentada para aparelhos. Os aparelhos desta classe não apresentam informações suficientes para garantir segurança e efetividade.

São geralmente aqueles de suporte a vida, e são de primordial importância na prevenção de prejuízos da saúde humana, ou aqueles que apresentam um potencial para riscos razoáveis de morte.

Aprovação mercadológica é um processo de revisão científica para assegurar a segurança e efetividade dos da classe III

Exemplos dos equipamentos da classe III são: válvulas cardíacas, silicones implantáveis na mama, e estimuladores implantáveis cerebrais.

Além destas, encontram-se algumas feitas por Centros de Manutenção de Equipamentos Médicos, que geralmente classificam os equipamentos para organização funcional interna.

O Centro de Engenharia Biomédica da UNICAMP (CEB), trabalha com os equipamentos sob manutenção divididos nos seguintes grupos:

- Grupo de Diagnóstico (monitor cardíaco, EEG, bombas de infusão, bisturis eletrônicos...)
- Grupo de Imagem (raio-X, processadoras, ultra-som, ...)
- Grupo de mecânica (esfigmomanômetro, respiradores, refrigeradores, balanças ...)
- Grupo de Laboratório (microscópios, aparelhos laser, centrífugas,...)

Como dito no início do capítulo 1, realizou-se uma análise de todas essas classificações encontradas, e constatou-se que as mesmas não satisfizeram o objetivo pretendido do estudo.

1.4)- Estudo do princípio de funcionamento dos equipamentos

Como na literatura não foi encontrada uma classificação de equipamentos que pudesse fundamentar uma proposta para sistema de codificação dentro das características desejadas

(ver capítulo 1, Metodologia), realizou-se um estudo do princípio de funcionamento dos equipamentos.

Objetivando o conhecimento sobre o princípio básico de funcionamento dos equipamentos, foram realizadas consultas em manuais técnicos de cada tipo de equipamento, catálogos, entrevistas com técnicos em equipamentos biomédicos. Este estudo também foi estendido através da pesquisa nos seguintes livros sobre instrumentação biomédica: a) Webster (Medical Instrumentation, Application and Design), b) Bronzino, J.D. (Biomedical Engineering and Instrumentation), c) Geddes, L.A. (Principles of Applied Biomedical Instrumentation), d) Bronzino, J.D. (The Biomedical Engineering Handbook), e) Cobbold, Richard S.C. (Transducers for Biomedical Measurements: principles and applications), f) Sutphin, S.E. (Advanced Medical Instrumentation and Equipment), g) Demarre, Dean A. et al. (Applied Biomedical Electronics for Technicians), h) Feinberg, Barry N. (Applied Clinical Engineering), i) Brown, et al. (Biomedical Engineering), j) Carr, J.J. (Biomedical Equipment: use, maintenance and management), k) Cromwell, et al. (Biomedical Instrumentation and Measurements), l) Dally, et al. (Instrumentation for Engineering Measurements), m) Weiss, Marvin (Biomedical Instrumentation) e o ECRI (Emergency Care Research Institute) Health Product Comparison System – HPCS.

O estudo descrito acima tornou possível o conhecimento do princípio de funcionamento da grande maioria dos equipamentos médicos assim como os circuitos eletrônicos e mecânicos de que são compostos. Entretanto, devido ao grande número de tipos de equipamentos utilizados na área médica e tendo em vista o tempo disponível para a realização do trabalho de tese, não seria possível o desenvolvimento de códigos para todos eles. Desta maneira, para a continuidade deste trabalho e implementação da metodologia proposta selecionou-se um grupo de equipamentos, utilizando como critérios de seleção:

1) Equipamentos com princípios de funcionamento diferentes entre si, com o objetivo de se identificar o maior número de blocos funcionais também diferentes entre si.

2) Equipamentos de maior incidência na manutenção do CEB/UNICAMP, na tentativa de se identificar uma amostra representativa dos principais tipos de equipamentos encontrados em hospitais brasileiros e adequar este estudo à realidade nacional. Os equipamentos selecionados estão listados na tabela 1.

TABELA 1 – Equipamentos Selecionados

| EQUIPAMENTOS SELECIONADOS |
|----------------------------------|
| Banho Maria |
| Berço Aquecido |
| Bisturi eletrônico |
| Câmara de conservação |
| Carro anestesia |
| Centrífuga Refrigerada |
| Colposcópico |
| Eletrocardiógrafo |
| Endoscópico |
| Esfigmomanômetro |
| Estufa |
| Foco Cirúrgico |
| Fototerapia |
| Incubadora para recém-nascido |
| Lâmpada de fenda |
| Microscópico |
| Microscópico cirúrgico |
| Monitor Cardíaco |
| Monitor Multiparamétrico |
| Oxímetro de pulso |
| Respirador Eletrônico |

Os equipamentos de imagem (raio-X, ultrassom, ressonância magnética, etc.) e os equipamentos de apoio e infra-estrutura (lavanderia, central de materiais, central de ar

comprimido, etc.) não foram selecionados para o estudo para não tornar o trabalho muito extenso. Porém o sistema proposto possibilita a inserção destes tipos de equipamentos pela combinação de blocos existentes ou pela simples inserção de novos blocos funcionais para equipamentos novos inseridos no sistema.

Na divisão dos equipamentos em diagramas de blocos funcionais, procurou-se seguir uma forma padronizada para esta divisão, com o intuito de se identificar blocos que pudessem ser representados por outros tipos de equipamentos. Porém notou-se que alguns blocos apesar de representarem uma mesma função apresentavam componentes diferentes. Por exemplo, o sistema de controle de temperatura da estufa é puramente analógico, enquanto que o controle de temperatura da incubadora é de comando digital.

Para solucionar o problema, tentou-se fechar um bloco padrão com seus principais componentes para representar tal função, independente da forma de processamento e/ou condicionamento.

Exemplificando-se: Bloco controle de temperatura contém os seguintes componentes: sensor de temperatura, aquecedor, componente eletrônico, e qualquer equipamento que realize controle de temperatura, este bloco servirá para representar esta função, independentemente da forma de processamento e/ou condicionamento.

Um outro problema encontrado foi que para um mesmo tipo de equipamento, existem marcas e modelos diferentes, implicando em algumas diferenças entre suas constituições funcionais internas. Desta forma, a divisão em diagramas de blocos realizada propõe uma representação genérica para cada tipo de equipamento expressa na tabela 2.

TABELA 2 – Representação dos Equipamentos e seus Blocos Funcionais

| Equipamento | Blocos Funcionais |
|--------------------|---|
| Banho maria | Fonte de alimentação Controle de temperatura |

| | |
|------------------------|---|
| | <i>Gabinete-Display</i> |
| Berço aquecido | Fonte de alimentação Controle de Temperatura Estrutura Mecânica |
| Bisturi eletrônico | Fonte de alimentação Circuito Oscilador Bloco de Potência Bloco de Controle Sistema de Circulação de Ar Estrutura Mecânica |
| Câmara de conservação | Fonte de alimentação Sistema de Alarme Sistema de Circulação de Ar Controle de Temperatura Sistema de Refrigeração <i>Gabinete-Display</i> |
| Carro anestesia | Fonte de Alimentação Sistema de Alarme Sistema de Controle de Gases e Bloco de fluxômetros Circuito Paciente Estrutura Mecânica |
| Centrífuga refrigerada | Fonte de Alimentação Sistema de Alarme Processamento Digital Controle de Velocidade Controle de Temperatura Sistema de Refrigeração <i>Gabinete-Display</i> |
| Colposcópio | Fonte de Alimentação |

| | |
|-------------------|--|
| | <p>Sistema de Iluminação</p> <p>Conjunto Óptico</p> <p>Estrutura Mecânica</p> |
| Eletrocardiógrafo | <p>Fonte de Alimentação</p> <p>Aquisição e processamento do sinal</p> <p>Sistema de Alarme</p> <p>Processamento Digital</p> <p>Controle de Temperatura</p> <p>Controle de Velocidade</p> <p>Registrador Gráfico</p> <p>Gabinete-<i>Display</i></p> |
| Endoscópio | <p>Sistema Mecânico</p> <p>Sistema Óptico</p> |
| Esfigmomanômetro | <p>Acessórios para Esfigmomanômetro</p> <p>Coluna de Mercúrio</p> <p>Estrutura Mecânica</p> |
| Estufa | <p>Fonte de Alimentação</p> <p>Controle de Temperatura</p> <p>Sistema de Circulação de Ar</p> <p>Gabinete-<i>Display</i></p> |
| Foco cirúrgico | <p>Fonte de Alimentação</p> <p>Sistema de Iluminação</p> <p>Estrutura Mecânica</p> |
| Fototerapia | <p>Fonte de Alimentação</p> <p>Sistema de Iluminação</p> <p>Sistema de Circulação de Ar</p> <p>Estrutura Mecânica</p> |
| Incubadora | <p>Fonte de Alimentação</p> <p>Sistema de Alarme</p> <p>Processamento Digital</p> |

| | |
|--------------------------|--|
| | Controle de Temperatura Sistema de Circulação de Ar Controle de Umidade e Conc. de O ₂ Estrutura Mecânica |
| Lâmpada de fenda | Fonte de Alimentação Sistema de Iluminação Conjunto Óptico Acionamento eletro-hidráulico Estrutura Mecânica |
| Microscópio | Fonte de Alimentação Sistema de Iluminação Conjunto Óptico |
| Microscópio cirúrgico | Fonte de Alimentação Sistema de Iluminação Conjunto Óptico Controle de Posicionamento Estrutura Mecânica |
| Monitor cardíaco | Fonte de Alimentação Aquisição e processamento do sinal Sistema de Alarme Processamento Digital Gabinete-Display |
| Monitor multiparamétrico | Fonte de Alimentação Aquisição e processamento do sinal Sistema de Alarme Processamento Digital Unidade de Vídeo Gabinete-Display |
| Oxímetro de pulso | Fonte de Alimentação Aquisição e processamento do sinal |

| | |
|-----------------------|--|
| | Sistema de Alarme Processamento Digital Gabinete- <i>Display</i> |
| Respirador eletrônico | Fonte de Alimentação Sistema de Alarme Processamento Digital Circuito Pneumático Circuito Paciente Gabinete- <i>Display</i> |

Analisando a tabela 2 observou-se que muitos blocos funcionais aparecem representados em mais de um tipo de equipamento. Este resultado fundamentou a proposta de um sistema de codificação de defeitos com informações relacionadas entre si. Para melhor visualização e representação deste resultado construiu-se as tabelas 03 e 04.

TABELA 3- Blocos Funcionais representados por cada tipo de equipamento selecionado.

| Bloco Funcional | Equipamento |
|----------------------|------------------------|
| Fonte de alimentação | Banho maria |
| | Berço aquecido |
| | Bisturi eletrônico |
| | Câmara de conservação |
| | Carro anestesia |
| | Centrífuga refrigerada |
| | Colposcópio |
| | Eletrocardiógrafo |
| | Estufa |
| | Foco cirúrgico |
| | Fototerapia |
| | Incubadora |
| | Lâmpada de fenda |
| | Microscópio |
| | Microscópio cirúrgico |
| | Monitor cardíaco |

| | |
|---|--------------------------|
| | Monitor multiparamétrico |
| | Oxímetro de pulso |
| | Respirador eletrônico |
| Aquisição e processamento do sinal | Eletrocardiógrafo |
| | Monitor cardíaco |
| | Monitor multiparamétrico |
| | Oxímetro de pulso |
| Sistema de alarme | Bisturi eletrônico |
| | Câmara de conservação |
| | Carro anestesia |
| | Centrífuga refrigerada |
| | Eletrocardiógrafo |
| | Incubadora |
| | Monitor cardíaco |
| | Monitor multiparamétrico |
| | Oxímetro de pulso |
| | Respirador eletrônico |
| Processamento digital | Centrífuga refrigerada |
| | Eletrocardiógrafo |
| | Incubadora |
| | Monitor cardíaco |
| | Monitor multiparamétrico |
| | Oxímetro de pulso |
| | Respirador eletrônico |
| Unidade de vídeo | Monitor multiparamétrico |
| Controle de velocidade | Centrífuga refrigerada |
| | Eletrocardiógrafo |
| Sistema de circulação de ar | Banho maria |
| | Câmara de conservação |
| | Fototerapia |
| | Incubadora |
| | Bisturi eletrônico |
| Circuito paciente | Carro anestesia |
| | Respirador eletrônico |
| Conjunto óptico | Colposcópico |
| | Lâmpada de fenda |
| | Microscópio |
| | Microscópio cirúrgico |

| | |
|--|--------------------------|
| Sistema de refrigeração | Câmara de conservação |
| | Centrífuga refrigerada |
| Registrador gráfico | Eletrocardiógrafo |
| Circuito pneumático | Respirador eletrônico |
| Controle de temperatura | Banho maria |
| | Berço aquecido |
| | Câmara de conservação |
| | Eletrocardiógrafo |
| | Estufa |
| | Incubadora |
| Gabinete – <i>display</i> | Banho maria |
| | Câmara de conservação |
| | Centrífuga refrigerada |
| | Eletrocardiógrafo |
| | Estufa |
| | Monitor cardíaco |
| | Monitor multiparamétrico |
| | Oxímetro de pulso |
| | Respirador eletrônico |
| Controle de posicionamento | Microscópio cirúrgico |
| Sistema de controle de gases e bloco de fluxômetros | Carro anestesia |
| Controle de umidade e concentração de O2 | Incubadora |
| Estrutura mecânica | Berço Aquecido |
| | Carro anestesia |
| | Colposcópico |
| | Foco cirúrgico |
| | Fototerapia |
| | Incubadora |
| | Lâmpada de fenda |
| | Bisturi eletrônico |
| | Microscópio |
| | Microscópio cirúrgico |
| | Esfigmomanômetro |
| Acessórios para esfigmomanômetro | Esfigmomanômetro |
| Coluna de mercúrio | Esfigmomanômetro |
| Circuito oscilador | Bisturi eletrônico |
| Sistema de iluminação | Colposcópico |
| | Foco cirúrgico |

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| | Fototerapia |
| | Incubadora |
| | Lâmpada de fenda |
| | Microscópio |
| | Microscópio cirúrgico |
| Bloco de controle | Bisturi eletrônico |
| Bloco de potência | Bisturi eletrônico |
| Sistema óptico | Endoscópio |
| Sistema mecânico | Endoscópio |

TABELA 4- Blocos Funcionais e Número de Equipamentos Representados

| Bloco Funcional | Número de Equipamentos |
|--|-------------------------------|
| Fonte de alimentação | 20 |
| Aquisição e processamento do sinal | 4 |
| Sistema de alarme | 10 |
| Processamento digital | 7 |
| Unidade de vídeo | 1 |
| Controle de velocidade | 2 |
| Sistema de circulação de ar | 5 |
| Circuito paciente | 2 |
| Conjunto óptico | 4 |
| Sistema de refrigeração | 2 |
| Registrador gráfico | 1 |
| Circuito pneumático | 1 |
| Controle de temperatura | 6 |
| Gabinete – <i>display</i> | 9 |
| Controle de posicionamento | 1 |
| Acionamento eletro-hidráulico | 1 |
| Sistema de controle de gases e bloco de fluxômetro | 1 |
| Controle de umidade e concentração de O ₂ | 1 |
| Estrutura mecânica | 11 |
| Conjunto hidráulico pneumático | 1 |
| Acessórios para esfigmomanômetro | 1 |
| Coluna de mercúrio | 1 |
| Circuito oscilador | 1 |
| Sistema de iluminação | 8 |

| | |
|-------------------|---|
| Bloco de controle | 1 |
| Bloco de potência | 1 |
| Sistema óptico | 1 |
| Sistema mecânico | 1 |

A tabela 3 ilustra o bloco funcional e em quais equipamentos está representado. Já a tabela 4 foi construída para se ter idéia de quantos equipamentos pode-se encontrar um determinado tipo de bloco.

Depois de realizada a divisão dos equipamentos em diagrama de blocos e seguindo-se a sequência dos campos de codificação do sistema que foi proposto, partiu-se para a identificação das causas de defeitos que ocorrem em cada bloco e também dos principais serviços executados. Para o campo causas, utilizou-se a tabela de possíveis causas de defeitos em equipamentos médicos levantadas por técnicos e engenheiros do CEB/UNICAMP (ver apêndice I). Desta forma, foram atribuídas as seguintes causas para os blocos funcionais descritas na tabela 5 abaixo. Esta atribuição de possíveis causas de defeitos ligadas aos blocos funcionais foi feita com o auxílio dos técnicos e engenheiros do CEB e também consultando Ordens de Serviços já registradas no sistema de gerenciamento de manutenção informatizado do CEB. Foram consultadas cerca de 200 Ordens de Serviço para cada tipo de equipamento.

TABELA 5 – Blocos Funcionais e as Possíveis Causas de Defeitos

| Blocos Funcionais | Possíveis Causas |
|---|---|
| Fonte de alimentação | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Falha de componente |
| | Mau contato |
| | Instalação em condições inadequadas |
| | Curto-circuito |
| | Corrosão |
| | Defeito intermitente |
| | Descalibrado |
| | Quebra |
| | Queima |
| | Ruído anormal |
| | Sem isolamento |
| Aquisição e processamento do sinal | Sujeira |
| | Solto |
| | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Falha de componente |

| | |
|------------------------------------|---|
| | Mau contato |
| | Curto-circuito |
| | Corrosão |
| | Defeito intermitente |
| | Quebra |
| | Queima |
| | Sujeira |
| | Solto |
| Sistema de alarme | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Falha de componente |
| | Mau contato |
| | Instalação em condições inadequadas |
| | Curto-circuito |
| | Corrosão |
| | Defeito intermitente |
| | Descalibrado |
| | Obstrução |
| | Quebra |
| | Queima |
| | Sujeira |
| | Solto |
| Processamento digital | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Falha de componente |
| | Mau contato |
| | Instalação em condições inadequadas |
| | Curto-circuito |
| | Corrosão |
| | Defeito intermitente |
| | Quebra |
| | Queima |
| Unidade de vídeo | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Mau contato |
| | Curto-circuito |
| | Corrosão |
| | Defeito intermitente |
| | Descalibrado |
| | Quebra |
| | Queima |
| | Sujeira |
| | Solto |
| Controle de velocidade | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Falha de componente |
| | Mau contato |
| | Corrosão |
| | Defeito intermitente |
| | Descalibrado |
| | Emperrado |
| | Quebra |
| | Queima |
| | Sujeira |
| | Solto |
| Sistema de circulação de ar | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Falha de componente |
| | Mau contato |
| | Instalação em condições inadequadas |

| | |
|--------------------------------|---|
| | Curto-circuito |
| | Corrosão |
| | Defeito intermitente |
| | Quebra |
| | Oueima |
| | Sem isolamento |
| | Sujeira |
| | Solto |
| Circuito paciente | Vazamento |
| | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Amassado |
| | Descalibrado |
| | Emperrado |
| | Espanado |
| | Infiltração |
| | Falta água/ar/gás/óleo/etc. |
| | Furado |
| | Nível baixo |
| | Quebra |
| | Sujeira |
| | Solto |
| Conjunto óptico | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Falha de componente |
| | Descalibrado |
| | Quebra |
| | Sujeira |
| | Solto |
| Sistema de refrigeração | Vazamento |
| | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Amassado |
| | Curto-circuito |
| | Defeito intermitente |
| | Descalibrado |
| | Infiltração |
| | Falta água/ar/gás/óleo/etc. |
| | Nível baixo |
| | Obstrução |
| | Quebra |
| | Oueima |
| | Sujeira |
| | Solto |
| Registrador gráfico | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Descalibrado |
| | Emperrado |
| | Quebra |
| | Sujeira |
| | Solto |
| Circuito pneumático | Vazamento |
| | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Descalibrado |
| | Emperrado |
| | Espanado |
| | Infiltração |
| | Falta água/ar/gás/óleo/etc. |
| | Obstrução |

| | |
|--|---|
| | Quebra |
| | Suieira |
| | Solto |
| Controle de temperatura | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Falha de componente |
| | Mau contato |
| | Curto-circuito |
| | Corrosão |
| | Defeito intermitente |
| | Descalibrado |
| | Quebra |
| | Queima |
| | Suieira |
| | Solto |
| Gabinete – <i>display</i> | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Amassado |
| | Emperrado |
| | Empenado |
| | Espanado |
| | Furado |
| | Quebra |
| | Rachadura |
| | Suieira |
| | Solto |
| Controle de posicionamento | Difícil identificação da possível causa |
| | Erro de operação |
| | Mau contato |
| | Curto-circuito |
| | Corrosão |
| | Quebra |
| | Queima |
| | Suieira |
| | Solto |
| Acionamento eletro-hidráulico | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Mau contato |
| | Corrosão |
| | Defeito intermitente |
| | Infiltração |
| | Falta água/ar/gás/óleo/etc. |
| | Obstrução |
| | Quebra |
| | Solto |
| | Vazamento |
| Sistema de controle de gases e bloco De fluxômetros | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Descalibrado |
| | Emperrado |
| | Infiltração |
| | Falta água/ar/gás/óleo/etc. |
| | Obstrução |
| | Quebra |
| | Suieira |
| | Solto |
| | Vazamento |
| Controle de umidade e concentração | Difícil identificação da possível causa |

| | |
|---|---|
| De O2 | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Infiltração |
| | Falta água/ar/gás/óleo/etc. |
| | Quebra |
| | Suieira |
| | Solto |
| | Vazamento |
| | Descalibrado |
| Estrutura mecânica | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Equipamento derrubado |
| | Amassado |
| | Quebra |
| | Suieira |
| | Solto |
| Conjunto hidráulico pneumático | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Amassado |
| | Descalibrado |
| | Emperrado |
| | Espanado |
| | Infiltração |
| | Falta água/ar/gás/óleo/etc. |
| | Quebra |
| | Suieira |
| | Solto |
| | Vazamento |
| Acessórios para esfigmomanômetro | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Rachadura |
| | Quebra |
| | Suieira |
| Coluna de mercúrio | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Infiltração |
| | Rachadura |
| | Suieira |
| | Vazamento |
| Circuito oscilador | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Falha de componente |
| | Mau contato |
| | Curto-circuito |
| | Corrosão |
| | Quebra |
| | Queima |
| | Sem isolamento |
| | Solto |
| Sistema de iluminação | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Mau contato |
| | Curto-circuito |
| | Defeito intermitente |
| | Não acende |
| | Quebra |
| | Queima |
| | Suieira |
| | Solto |
| Bloco de controle | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |

| | |
|--------------------------|---|
| | Erro de operação |
| | Mau contato |
| | Curto-circuito |
| | Corrosão |
| | Emperrado |
| | Quebra |
| | Queima |
| | Sujeira |
| | Solto |
| Bloco de potência | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Mau contato |
| | Choque |
| | Curto-circuito |
| | Corrosão |
| | Descalibrado |
| | Quebra |
| | Queima |
| Sistema óptico | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Quebra |
| | Sujeira |
| | Solto |
| Sistema mecânico | Difícil identificação da possível causa |
| | Desgaste da peça |
| | Erro de operação |
| | Emperrado |
| | Espanado |
| | Infiltração |
| | Obstrução |
| | Quebra |
| | Sujeira |
| | Solto |
| | Vazamento |

Para identificar os principais serviços executados em cada bloco, foram analisadas também cerca de 200 Ordens de Serviço (levantadas no banco de dados do CEB/UNICAMP), para cada tipo de equipamento selecionado para o estudo e, além desta análise, também foram consultados técnicos em equipamentos biomédicos. Desta forma foram atribuídos os principais serviços executados para cada bloco, descritos na tabela 6:

TABELA 6- Blocos Funcionais e Principais Serviços Executados.

| Bloco Funcional | Serviço Executado |
|-----------------------------|---------------------------------|
| fonte de alimentação | Troca transformador |
| | Troca fusível |
| | Troca bateria |
| | Troca componente eletrônico |
| | Troca cabo de força |
| | Troca plug |
| | Teste transformador |
| | Soldagem do cabo |
| | Soldagem do plug |
| | Teste do cabo de força |
| | Ajuste de componente eletrônico |

| | |
|---|---------------------------------|
| | Calibração do transformador |
| | Desmontagem do transformador |
| | Reparo fiação |
| | Retirada mau-contato |
| Aquisição e processamento do sinal | Troca do sensor |
| | Limpeza do sensor |
| | Troca cabo paciente |
| | Teste cabo paciente |
| | Aiuste de componente eletrônico |
| | Troca componente eletrônico |
| | Aiuste cabo paciente |
| | Soldagem cabo-paciente |
| | Limpeza de contatos |
| | Reparo fiação |
| Sistema de alarme | Aiuste de componente eletrônico |
| | Troca componente eletrônico |
| | Troca alto-falante |
| | Aiuste alto-falante |
| | Limpeza de contatos |
| | Reparo fiação |
| Processamento digital | Troca microprocessador |
| | Troca memória |
| | Troca conversor A/D |
| | Troca componente eletrônico |
| | Aiuste de componente eletrônico |
| | Limpeza de contatos |
| Unidade de vídeo | Reparo tubo raios catódicos |
| | Aiuste de componente eletrônico |
| | Limpeza de contatos |
| | Troca componente eletrônico |
| | Aiuste Yoke |
| | Calibração fly-back |
| | Retirada mau-contato |
| | Reparo fiação |
| | Troca tubo de raios catódicos |
| Controle de velocidade | Troca motor |
| | Aiuste motor |
| | Limpeza motor |
| | Lubrificação motor |
| | Troca componente eletrônico |
| | Aiuste de componente eletrônico |
| | Limpeza de contatos |
| | Reparo fiação |
| sistema de circulação de ar | Reparo fiação |
| | Troca motor |
| | Aiuste motor |
| | Troca ventoinha |
| | Limpeza ventoinha |
| | Soldagem fiação |
| | Lubrificação ventoinha |
| | Retirada mau-contato |
| | Limpeza de contatos |
| circuito paciente | Troca balão |
| | Troca traquéia |
| | Troca máscara |
| | Troca depósito de cal-sodada |
| | Troca conector |
| | Aiuste conector |
| | Troca válvula |
| | Aiuste válvula |
| | Retirada vazamento |
| | Calibração do transformador |
| conjunto óptico | Troca lente |

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| | Limpeza lente |
| | Aiuste prisma |
| | Troca espelho |
| | Aiuste espelho |
| | Troca diafragma |
| | Aiuste do foco |
| sistema de refrigeração | Troca compressor |
| | Reparo compressor |
| | Reposição fluido refrigerante |
| | Troca condensador |
| | Troca evaporador |
| | Troca pressostato |
| | Aiuste pressostato |
| | Troca válvula solenóide |
| | Aiuste válvula solenóide |
| registrador gráfico | Retirada vazamento |
| | Aiuste galvanômetro |
| | Troca galvanômetro |
| | Troca estilete |
| | Aiuste estilete |
| | Destravamento galvanômetro |
| circuito pneumático | Destravamento galvanômetro |
| | Troca blender/misturador |
| | Aiuste blender/misturador |
| | Troca válvula segurança |
| | Troca válvula reguladora |
| | Troca válvula proporcional |
| | Troca transdutor de pressão |
| | Troca filtro |
| | Limpeza filtro |
| | Aiuste válvula segurança |
| | Aiuste válvula reguladora |
| | Aiuste válvula proporcional |
| | Aiuste transdutor de pressão |
| controle de temperatura | Retirada vazamento |
| | Troca sensor de temperatura |
| | Aiuste sensor de temperatura |
| | Troca aquecedor |
| | Troca componente eletrônico |
| | Aiuste de componente eletrônico |
| gabinete – <i>display</i> | Limpeza de contatos |
| | Troca gabinete |
| | Limpeza gabinete |
| | Troca chave |
| | Aiuste chave |
| | Troca botão |
| | Aiuste botão |
| | Troca tecla |
| | Aiuste tecla |
| | Troca <i>display</i> |
| | Reparo <i>display</i> |
| controle de posicionamento | Troca pedal |
| | Aiuste pedal |
| | Troca fiação |
| | Troca motor |
| | Aiuste motor |
| acionamento eletro-hidráulico | Reparo fiação |
| | Troca pedal |
| | Aiuste pedal |
| | Reparo bomba de óleo |
| | Reparo fiação |
| | Aiuste válvula solenóide |
| | Reparo reservatório de óleo |

| | |
|---|---------------------------------|
| | Troca pistão |
| | Aiuste pistão |
| sistema de controle de gases e bloco de fluxômetro | Troca válvula reguladora |
| | Aiuste válvula reguladora |
| | Reparo célula pneumática |
| | Troca agulha |
| | Troca coluna de vidro |
| | Reparo fluxômetro |
| | Reparo manômetro |
| | Retirada mau-contato |
| | Limpeza da agulha |
| | Troca do vaporizador |
| | Reparo vaporizador |
| | Lubrificação válvula |
| controle de umidade e concentração de O2 | Troca filtro |
| | Limpeza filtro |
| | Troca válvula |
| | Aiuste válvula |
| | Troca reservatório de água |
| estrutura mecânica | Retirada vazamento |
| | Troca rodízio |
| | Lubrificação rodízio |
| | Troca parafuso |
| conjunto hidráulico pneumático | Troca mangueira de ar |
| | Troca mangueira de água |
| | Aiuste válvula redutora |
| | Lubrificação do piloto |
| | Reparo caneta |
| | Retirada vazamento |
| acessórios para esfigmomanômetro | Troca pera |
| | Troca manguito |
| | Troca bridadeira |
| | Troca mangueira |
| coluna de mercúrio | Troca régua graduada |
| | Troca régua graduada |
| | Limpeza régua graduada |
| | Troca mercúrio |
| | Limpeza tubo de vidro |
| | Retirada vazamento |
| | Filtragem mercúrio |
| circuito oscilador | Reparo transformador |
| | Troca transformador |
| | Aiuste de componente eletrônico |
| | Troca componente eletrônico |
| | Reparo bobina |
| | Limpeza de contatos |
| sistema de iluminação | Calibração da bobina |
| | Troca lâmpada |
| | Troca soquete |
| | Troca fiação |
| | Troca filtro de luz |
| | Limpeza filtro de luz |
| | Retirada mau-contato |
| bloco de controle | Troca pedal |
| | Aiuste pedal |
| | Reparo fiação |
| | Troca componente eletrônico |
| | Aiuste de componente eletrônico |
| bloco de potência | Limpeza de contatos |
| | Troca pinça |
| | Troca eletrodo |
| | Reparo eletrodo |
| | Troca caneta |

| | |
|------------------|---------------------------------|
| | Reparo caneta |
| | Troca componente eletrônico |
| | Ajuste de componente eletrônico |
| | Troca dissipador |
| | Limpeza de contatos |
| sistema óptico | Troca lente |
| | Limpeza da lente |
| | Troca fibra óptica |
| | Ajuste fibra óptica |
| | Troca ponta distal |
| sistema mecânico | Troca catéter |
| | Desobstrução catéter |
| | Troca válvula |
| | Reparo válvula |
| | Ajuste parafuso |
| | Reparo comando |
| | Retirada vazamento |
| | Desobstrução canal de ar |

Nesta fase do trabalho não foram atribuídos códigos aos eventos das tabelas acima, pois como já dito, a metodologia foi desenvolvida para poder ser implementada em sistema computacional. O sistema computacional elaborado (veja item 1.5), cria automaticamente códigos numéricos para as informações de defeitos relacionadas aos equipamentos estudados.

1.5) Criação de uma Interface Gráfica para o Sistema Proposto

Depois de proposto o sistema e montada as tabelas com as informações sobre os defeitos dos equipamentos, partiu-se para a construção de um *software* denominado SCODEM - Sistema de Codificação de Defeitos em Equipamentos Médicos. Este programa foi desenvolvido com os seguintes objetivos:

- permitir consulta rápida dos itens que preenchem os campos do código proposto (visualização na tela do computador)
- permitir inserção de outros tipos de equipamentos no sistema de codificação pela combinação dos blocos já existentes
- criação e registro de novos blocos funcionais de equipamentos
- criação e registro de novos dados de serviços executados e possíveis causas de defeitos em equipamentos médicos
- armazenamento de dados das consultas realizadas

1.5.1 – *Software* de Desenvolvimento

O SCODEM foi desenvolvido para trabalhar no ambiente operacional MS WINDOWS (Microsoft Co.), na versão Microsoft Windows 95. O Windows foi escolhido por tratar-se do ambiente operacional mais utilizado no Brasil e no mundo.

Para a programação optou-se por utilizar linguagem Visual para Windows, com o objetivo de criar uma interface intuitiva e fácil de ser utilizada. Na FEEC (Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação) foram encontradas algumas ferramentas como: Visual Basic, Visual Objects e o Delphi, entre outras. Optou-se pelo Visual Basic versão 4.0 por já se ter conhecimento prévio da utilização deste sistema. Para as instruções sobre a linguagem de programação em Visual Basic foram utilizados os livros: Gurewich, N. & Gurewich, O .R. (1993) e Michel, Halvarson (1996).

Além do Visual Basic utilizado para a criação da interface gráfica, foi necessário o desenvolvimento de um banco de dados contendo todas as tabelas desenvolvidas (bloco funcional, possíveis causas, serviço executado) assim como seus relacionamentos. O desenvolvimento deste banco de dados foi necessário pois o SCODEM é um programa que basicamente permite a manipulação completa destas tabelas, ou seja, permite sua visualização, inserção de dados, combinação de dados e outros.

Para o desenvolvimento deste banco de dados foi utilizado o ACCESS 97. O ACCESS é um SGBDR (Sistema de Gerência de Banco de Dados Relacional e Interativo para o Microsoft Windows). Da maneira que o programa foi desenvolvido, não é necessário que o usuário possua o ACCESS instalado no seu computador, pois o aplicativo final (SCODEM) “carrega” este banco de dados e permite sua manipulação. A configuração mínima para executar o SCODEM é: microprocessador 486 DX2-66MHz, 8Mbyte de RAM, 150 Kbytes livres no Disco Rígido e monitor colorido (VGA). O computador também deve possuir o ambiente Windows instalado em seu disco rígido.

Desta forma, podemos dividir o desenvolvimento do SCODEM em duas partes:

- I - desenvolvimento do banco dados,
- II – criação da interface gráfica.

Na parte I é explicado brevemente como funciona o ACCESS e os recursos deste programa que foram utilizados para o desenvolvimento do banco de dados.

Na parte II é descrito como funcionam os programas desenvolvidos em Visual Basic (V.B.) e quais as etapas necessárias para se construir um aplicativo em V.B.. É feita também uma descrição dos objetos do V.B. que foram utilizados para desenvolver o SCODEM. No final do capítulo (item 1.5.4) é realizada a descrição de funcionamento do programa.

1.5.2) Parte I – Desenvolvimento do Banco de Dados

Para o desenvolvimento do banco de dados, como já citado acima, foi utilizado o ACCESS que é um sistema de Gerência de Banco de Dados Relacional Interativo (SGBDR) para o Microsoft Windows. Sua utilização é relativamente simples, não sendo necessário programar para criar um banco de dados. Um Banco de Dados pode ser definido como um recurso para a manipulação eficiente de um grande conjunto de informações estruturadas e armazenadas de forma organizada e integrada. O ACCESS não gera arquivos executáveis de seus banco de dados e por isso, para se utilizar um banco de dados é necessário que o aplicativo Microsoft ACCESS esteja instalado no computador. Para se desenvolver uma aplicação utilizando o ACCESS, basta selecionar e manipular alguns objetos (unidades que podem ser selecionadas e manipuladas). No ACCESS existem alguns objetos que podem ser criados e utilizados, tais como: tabelas, formulários, relatórios, macros e módulos. Outros recursos que também são considerados objetos são: figuras, gráficos, caixas de diálogo, etc.

A tabela 7 abaixo resume a descrição dos principais objetos utilizados para o desenvolvimento deste banco de dados.

Tabela 07 – Descrição dos objetos utilizados para o desenvolvimento do banco de dados

| Nome do objeto | Descrição |
|----------------|--|
| Tabela | Uma tabela é um objeto do ACCESS que armazena dados em linhas e colunas. Nas colunas define-se os campos das tabelas e nas linhas encontram-se os registros. |
| Consulta | É um objeto que permite ao usuário fazer perguntas ao ACCESS sobre determinados dados armazenados em suas tabelas, ou seja, permite a seleção para visualização. |
| Relacionamento | O relacionamento entre tabelas é usado para melhorar a recuperação e armazenamento das informações. Relacionar dados de uma tabela significa combinar as informações sobre um determinado tópico ou assunto. |

Neste caso específico foram utilizados somente os recursos: tabelas, consultas e relacionamentos. A figura 01 abaixo permite a visualização das tabelas criadas assim como seus relacionamentos.

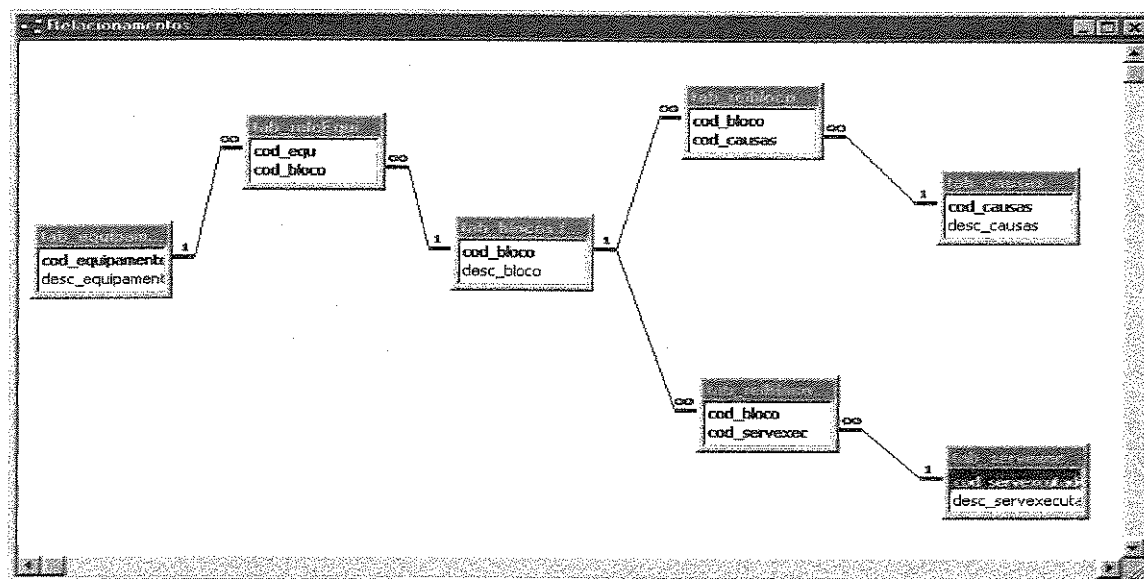


Figura 01 – Visualização de tabelas e seus relacionamentos para o banco de dados desenvolvido

Foram criadas 04 tabelas principais: 01 – Tabela Equipamentos, 02- Tabela Blocos Funcionais, 03 – Tabela Possíveis Causas, 04 – Tabela Serviços Executados. A estrutura desenvolvida é a mesma para todas as tabelas. São compostas por dois campos: 01 com o código numérico e 02 com a descrição do respectivo código. Nestas tabelas principais estão contidos todos os códigos com as respectivas descrições para equipamentos, blocos funcionais, possíveis causas e serviços executados.

Além destas tabelas citadas, foi criada também

O relacionamento das informações de defeitos dos equipamentos citado na metodologia (parte onde é apresentado e explicado a forma de utilização do sistema proposto), foi desenvolvido na forma digital nesta etapa do trabalho com a criação das tabelas secundárias mostradas na figura 1. Estas tabelas secundárias citadas são criadas para executar o relacionamento das tabelas principais.

Estas tabelas (01-tab_RelcEquipBlocos; 02-tab_RelBlocosCausas; 03-tab_RelBlocosServiços) possuem uma estrutura diferente das tabelas principais, ou seja, possuem somente dois campos de códigos numéricos. A primeira tabela (01-tab_RelcEquipBlocos), que relaciona equipamentos com seus respectivos blocos funcionais, possui para cada código de equipamento (inserido dentro do campo cod_equip) uma “ligação” com o conjunto de códigos de blocos funcionais que compõe este equipamento (inseridos no campo cod_bloco).

Desta mesma forma, foram criadas as tabelas que relacionam blocos funcionais com suas respectivas possíveis causas de defeitos (tab_RelBlocosCausas), e que relacionam blocos funcionais com seus respectivos serviços executados (tab_RelBlocosServiços).

1.5.3) Parte II – Desenvolvimento da Interface Gráfica

Depois de desenvolvido e estruturado o banco de dados foi realizado o desenvolvimento da interface gráfica utilizando o V.B. Esta parte do capítulo descreve como se desenvolve um aplicativo em Visual Basic, define alguns conceitos utilizados e resume alguma coisa do programa em específico.

Os programas em Visual Basic são orientados por eventos, um conceito fundamental nos aplicativos Windows. Todo o código executável está ou em subprogramas ou em funções. Estes subprogramas ou funções, são acionados pelos eventos (como um *click* no *mouse*, a ativação de um botão de comando ou a rolagem de uma barra de rolagem) ou são chamados por outras rotinas que de alguma forma foram ativadas por algum evento. Assim, um programa orientado a eventos deve responder a eles à medida que os mesmos ocorrem.

A construção de um programa utilizando o V.B. envolve geralmente três etapas:

1. Criar uma interface, ou seja, dispor os objetos de forma amigável na tela.
2. Ajustar as propriedades dos objetos, como: nome, tamanho, fonte, etc.
3. Escrever o código necessário incluindo: definir constantes, declarar variáveis, criar procedimentos e funções.

Desta forma, depois de desenvolvidas as etapas acima, para se utilizar um aplicativo desenvolvido em V.B. são necessários executar os eventos (*click* no *mouse*, ativação de um botão de comando, um movimento do *mouse*, etc.).

Dentre os principais objetos do V.B. (unidades que podem ser selecionadas e manipuladas) podemos citar: caixa de texto, formulários, botão de comando, barra de rolagem, temporizadores, etc. Os formulários são objetos especiais. Nos formulários são definidas as telas do programa e também inseridos outros objetos que farão parte do programa.. Para o desenvolvimento do SCODEM, foram utilizados somente alguns objetos. A tabela 08 descreve os elementos principais (formulários e seus objetos) utilizados para desenvolver o SCODEM.

Tabela 08 – Principais Formulários e objetos do SCODEM.

| Formulário | Objeto | Descrição |
|-------------------------|--|---|
| Frmcodificação | <ul style="list-style-type: none"> • Data Control • ComboBox • TextBox • Command Button | É o formulário principal do programa e apresenta a tela inicial. |
| Frminsertir_equipamento | <ul style="list-style-type: none"> • Data Control • ListBox • Dblist • TextBox • Command Button | É o formulário que permite a inserção de outro equipamento dentro do banco de dados combinando-se os blocos funcionais já existentes. |
| Frminsertir_blocos | <ul style="list-style-type: none"> • TextBox • ListBox • Data_control • Command Button | É o formulário que permite a inserção de um novo bloco funcional que não há na tabela de blocos funcionais já existentes |
| Frmcadastrar_novosdados | <ul style="list-style-type: none"> • Data Control • ListBox • Command Button | Depois de criado um novo bloco funcional utilizando o formulário acima, este, permite ao usuário caso necessário inserção de novos registros de serviços executados e possíveis causas. |
| Frmvisualizar_dados | <ul style="list-style-type: none"> • Data Control • ListBox • TextBox • Command Button | Permite ao usuário visualizar todos os dados contidos no banco de dados |

Como já foi dito, o SCODEM é um programa que basicamente permite a manipulação completa das tabelas do banco de dados desenvolvido, ou seja, permite sua visualização, inserção de dados, combinação de dados, etc. Devido a este fato é que o principal objeto do SCODEM é o Data Control. O Data Control (utilizado em todos os formulários do SCODEM) permite a ligação de um formulário com um banco de dados. É através deste objeto que se torna possível a manipulação (edição, adição, exclusão) dos registros do banco de dados que é acessado pelo Data Control. A tabela 09 é um resumo das descrições de funcionamento dos objetos utilizados no SCODEM.

Tabela 09 – Descrição dos principais objetos utilizados no SCODEM

| Nome do Objeto | Descrição |
|----------------|--|
| TextBox | É um campo onde o usuário pode digitar suas informações |
| ListBox | Mostra uma lista de itens que podem ser selecionados pelo usuário. |
| Command Button | Executa uma série de ações escritas em código de programa. São acionados por um evento, por exemplo: um <i>click</i> ou barra de espaço. |
| ComboBox | Um objeto combobox é uma combinação das características do textbox e do listbox. Os usuários podem entrar com informações na textbox ou selecionar um item a partir da listbox |
| Dblist | Exibe um campo completo do banco de dados acessado pelo Data Control. |
| Data Control | O data control permite a ligação de um formulário com um banco de dados. |

1.5.4) Descrição do programa

Para o melhor entendimento de como foi desenvolvido e de como interagem seus formulários e objetos segue a descrição detalhada do funcionamento do programa.

A figura mostra a tela inicial do SCODEM.

SISTEMA PARA CÓDIGO DE DEFEITOS EM EQUIPAMENTOS MÉDICOS

Inserir Novo Equipamento Inserir Novos Blocos Funcionais Cadastrar Novos Dados Visualizar Dados Cadastrados Diagnóstico de Manutenção Ajuda

Selecione o Equipamento
berço aquecido

Selecione o Bloco Defeituoso
controle de temperatura

Selecione a Possível Causa
queima

Selecione o Serviço Executado
troca componente eletrônico

| | Código | Descrição |
|-------------------|--------|-----------------------------|
| Equipamento | 2 | berço aquecida |
| Bloco Defeituoso | 13 | controle de temperatura |
| Possível Causa | 25 | queima |
| Serviço Executado | 4 | troca componente eletrônico |

Mostrar Códigos Limpar Códigos Registrar Manutenção

Excluir Manutenção Excluir Tudo Sair do Programa

Iniciar Microsoft Explorer SISTEM... 21:26

Figura 02 – Tela inicial do SCODEM

Nesta tela (tela principal do programa) deve-se selecionar o equipamento que sofreu intervenção de manutenção e para o qual vai ser realizada a codificação de defeitos. Depois de selecionado o equipamento (clcando na seta para baixo da listbox – SELECIONE O EQUIPAMENTO - que mostra os equipamentos) seleciona-se o bloco defeituoso – SELECIONE O BLOCO DEFEITUOSO - dentro da lista de blocos funcionais do

equipamento e conseqüentemente a possível causa – SELECIONE A POSSÍVEL CAUSA – e posteriormente SELECIONE O SERVIÇO EXECUTADO. A listagem dos equipamentos aparece em ordem alfabética para facilitar a escolha. Depois de realizada a seleção e acionando-se o botão de comando **mostrar códigos**, surgem nas caixas de texto, do lado direito da tela, o **código** com a respectiva **descrição** de cada uma das seleções feitas no processo executado anteriormente. Caso o usuário concorde que a seleção das informações feita por ele esteja correta é acionado o botão **registrar manutenção** e os dados selecionados são guardados em uma tabela (tabela registro de manutenção). Subseqüentemente a tela é limpa para possibilitar o registro de outro processo de codificação de um outro equipamento. Mesmo efetuando o registro da manutenção é possível apagar do banco de dados o último registro feito acionando-se o botão **excluir manutenção**. Para limpar totalmente a tela antes de se efetuar o registro da manutenção é utilizado o botão **limpar códigos**. O botão **excluir tudo** serve para apagar todos os registros de manutenção que foram efetuados. Toda vez que o usuário clicar neste botão surgirá uma mensagem na tela para confirmação desta ação. Este recurso foi utilizado para evitar que por algum engano seja apagado todos os dados registrados de manutenção para os equipamentos. Este mesmo tipo de mensagem também surge quando o usuário clicar no botão **sair do programa**.

O SCODEM também foi desenvolvido de forma a impedir o não preenchimento de alguma caixa de texto ou outro campo da tela. Em caso de não preenchimento de uma das caixas o programa não permite sua progressão e uma mensagem avisando que os campos não foram preenchidos corretamente é mostrada na tela.

Nesta fase do trabalho pode-se visualizar melhor o que foi explicado na metodologia sobre a forma de utilização do sistema proposto, ou seja, nas caixas de texto, em ordem seqüencial, são apresentados somente os itens que estão relacionado ao evento selecionado (exemplo: após selecionado o equipamento a caixa de texto bloco funcional apresenta somente os blocos funcionais do equipamento selecionado anteriormente e assim sucessivamente).

Para montar um novo equipamento, ou seja, inserir um novo equipamento que ainda não existe no banco de dados foi desenvolvido a tela abaixo (figura 03). Depois de digitar o

nome do novo equipamento na caixa de texto (**Digite o Nome do Novo Equipamento**) que aparece no início da tela é feita a seleção dos blocos funcionais do equipamento na dblist (**Selecione os Blocos Funcionais do Equipamento**) do lado esquerdo da tela. Seleciona-se os blocos funcionais do equipamento (um por vez) com o *mouse* e acionando-se o botão **Adicionar** surge na dblist do lado direito da tela os blocos selecionados (também um por vez). Caso o usuário deseje excluir algum bloco funcional que foi selecionado erradamente, é necessário selecionar este bloco com o *mouse* na dblist do lado direito e acionar o botão **Excluir**. O botão **Excluir Tudo** apaga todos os blocos funcionais selecionados que estão na dblist do lado direito. Depois de selecionado todos os blocos funcionais do novo equipamento, é necessário o acionamento do botão **OK**. Acionando-se este botão, surge na parte inferior da tela o **Nome do Novo Equipamento** com seus **Blocos Funcionais**. Com o acionamento do botão **Confirma** estes novos dados são registrados no banco de dados e toda a tela é limpa para se realizar um novo procedimento. O botão **Desfazer** limpa totalmente a tela e não executa registro de dados no banco de dados. Para voltar para a tela inicial basta acionar o botão **Voltar**.

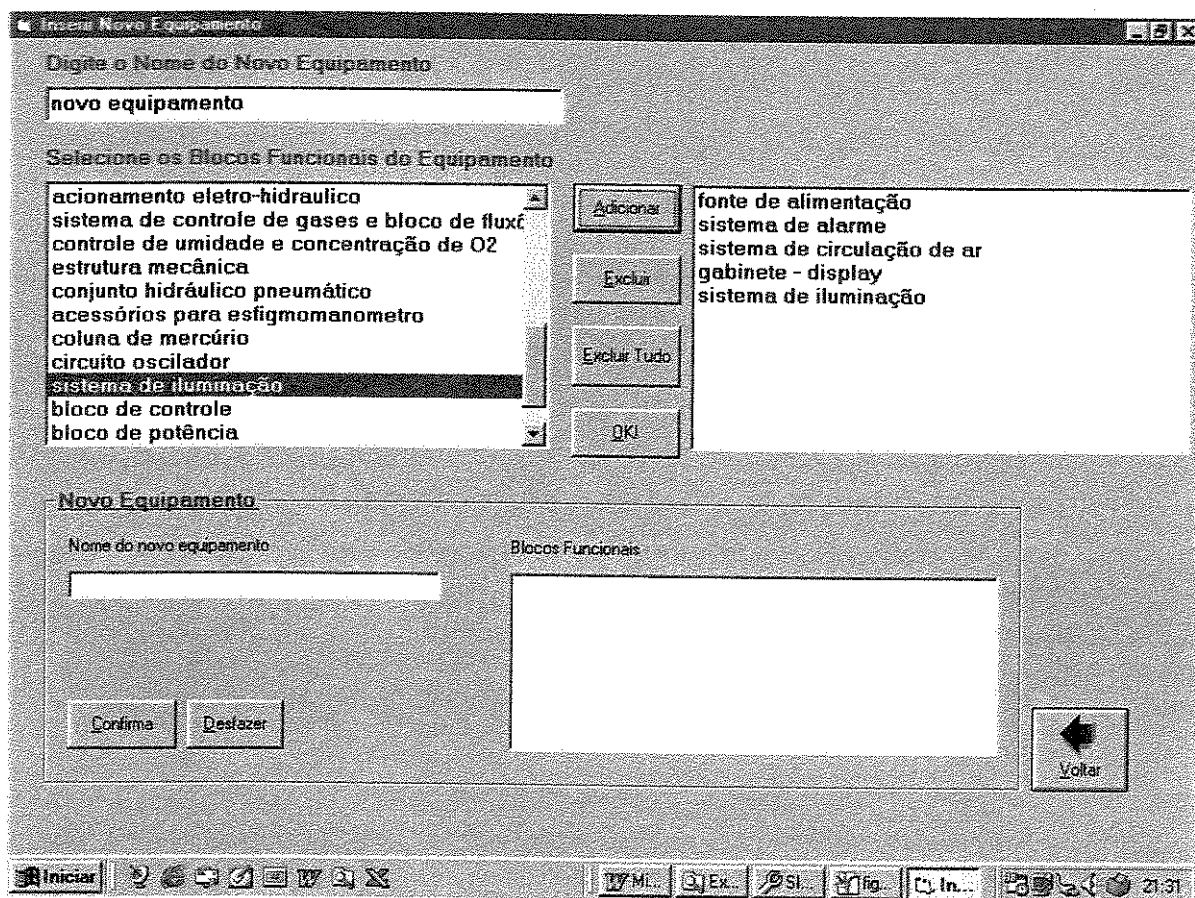


Figura 03 – Tela para inserir novos equipamentos

Se durante a inserção de um novo equipamento não houver um bloco funcional dentro da lista de blocos já existentes é possível criar um novo bloco funcional com suas possíveis causas e serviços executados. A figura 04 abaixo mostra a tela que permite esta operação. Os botões **Adicionar**, **Excluir**, **Excluir Tudo**, **OK**, **Confirma**, **Desfazer** e **Voltar**, funcionam da mesma forma que foi descrita no caso acima para montagem de um novo equipamento, ou seja, depois de inserido o nome do novo bloco funcional na textbox (**Digite o Nome do Novo Bloco Funcional**) no início da tela seleciona-se as possíveis causas e serviços executados do bloco e utiliza-se o botão **Confirma** para registrar o novo bloco ou o botão **Desfazer** para limpar completamente a tela e permitir nova seleção.

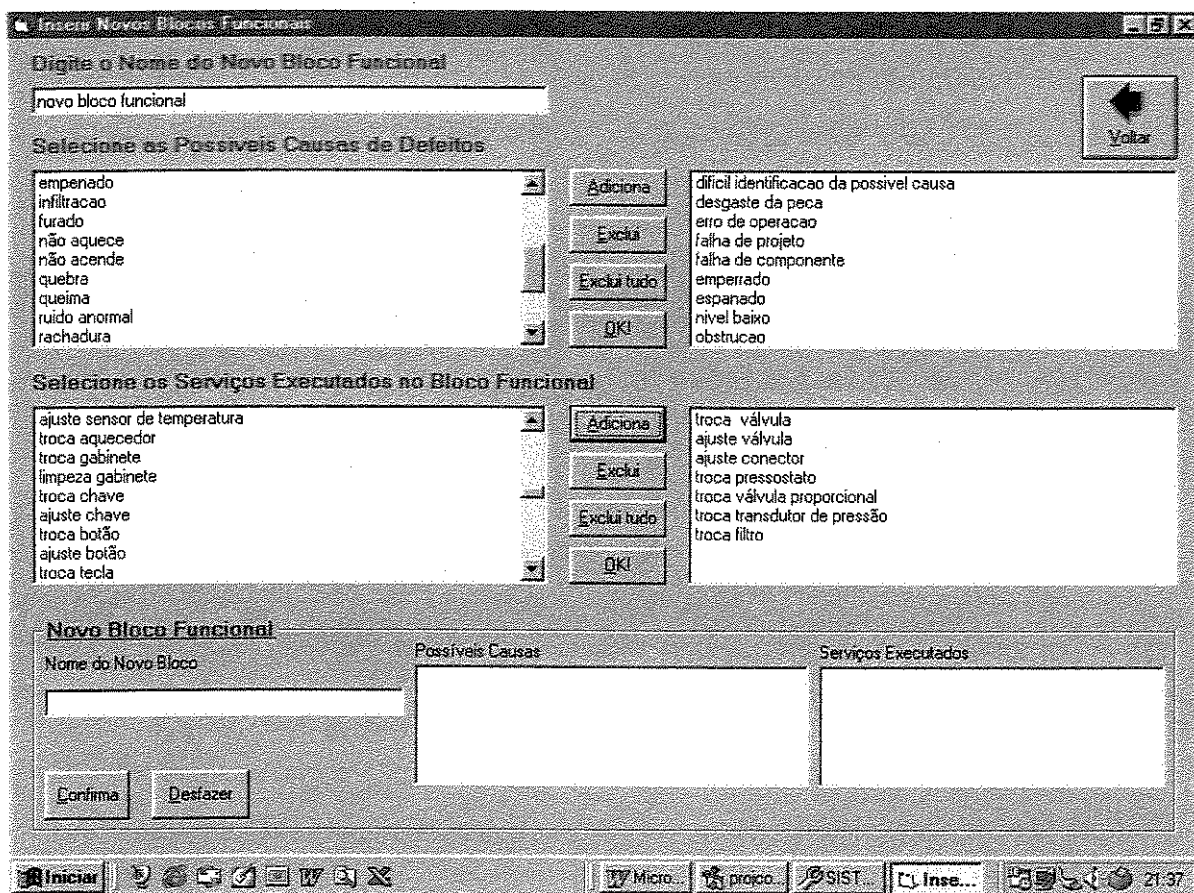


Figura 04 – tela inserir novos blocos funcionais

Caso não tenha informações de possíveis causas e serviços executados para o novo bloco funcional que vai ser inserido no sistema, utiliza-se a tela abaixo (figura 05) para cadastrar novas informações de possíveis causas e serviço executado. Neste programa o usuário não necessita criar um código para as novas informações inseridas, basta somente colocar o texto, ou seja, a descrição da informação, pois o sistema cria automaticamente os códigos necessários, pois é um recurso existente do ACCESS. As tabelas relacionamentos também são atualizadas automaticamente no banco de dados, quando um novo equipamento é criado pela combinação de blocos existentes, ou um novo bloco a partir da combinação das informações de serviços executados e possíveis causas.

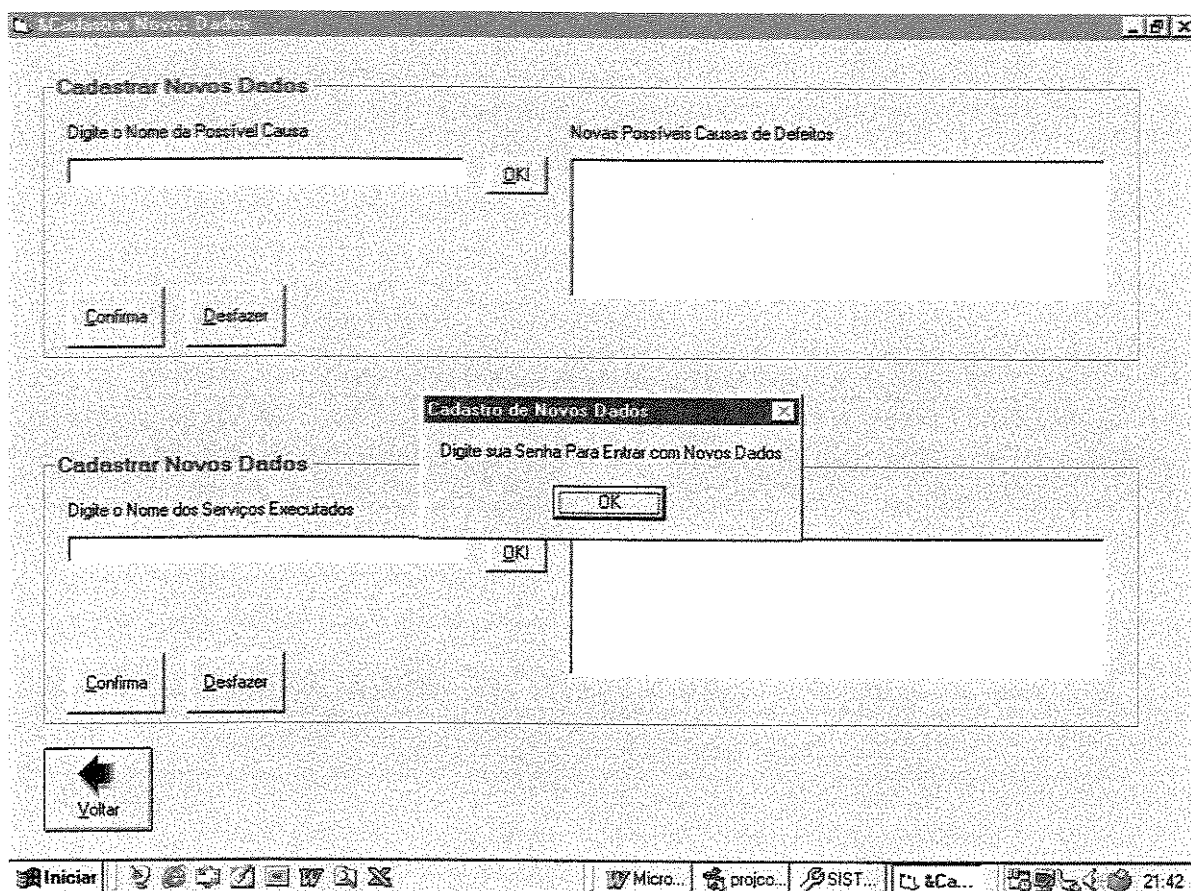


Figura 05 – Cadastrar novos dados

Para visualizar os registros do banco de dados foi desenvolvido a tela a seguir (figura 06). Clicando-se com o *mouse* em algumas destas listbox é possível visualizar todas as informações contidas no banco de dados.

Para o usuário acessar as outras telas do programa, bastando clicar com o *mouse* no nome da tela desejada localiza na parte superior

Vizualizar Dados Cadastrados

Imprimir Dados Cadastrados

Vizualizar Dados Cadastrados

| | |
|----------------------|----------------------|
| Equipamentos | Possíveis Causas |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Blocos Funcionais | Serviço Executado |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> |


 Voltar

Figura 06

CAPÍTULO 2 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

Para o teste e avaliação do programa, foi conseguido o apoio e a participação do pessoal técnico do CEB (Centro de Engenharia Biomédica da UNICAMP). Este apoio foi fundamental uma vez que o mesmo já possui um sistema informatizado para o Gerenciamento da Manutenção denominado PEND e desenvolvido em CLIPPER 3.0 que é executado sob o ambiente operacional MS-DOS.

Portanto, para a aplicação do SCODEM no CEB (necessária para a posterior avaliação da metodologia através de questionário), foram necessárias algumas alterações do programa, já que este foi desenvolvido para trabalhar no ambiente operacional MS-Windows. O programa foi reescrito (este procedimento foi executado pelo grupo de informática do CEB), ou seja, da linguagem Visual Basic 4.0 para a linguagem Clipper 3.0 e o banco de dados desenvolvido no ACCESS foi convertido para Dbase IV. Estas alterações foram feitas para possibilitar a implementação do programa dentro do PEND.

Depois de inserido o programa desta forma, foi dado um treinamento explicando o funcionamento da metodologia e o objetivo do teste para os participantes. Participaram 01 Engenheiro Eletrônico e 04 técnicos em equipamentos médicos. Selecionou-se um pequeno grupo de equipamentos para realização do teste, veja tabela 10 abaixo:

Tabela 10– Equipamentos selecionados para o teste da metodologia proposta

| EQUIPAMENTOS |
|--------------------------|
| BANHO MARIA |
| MONITOR CARDÍACO |
| MICROSCÓPIO |
| ELETROCARDIOGRAFO |
| OXÍMETRO DE PULSO |
| LÂMPADA DE FENDA |
| MONITOR MULTIPARAMÉTRICO |

Este pequeno grupo de equipamentos foi selecionado por se tratar dos equipamentos mais comuns dos quais os participantes deste teste freqüentemente executam manutenções corretivas. O período de teste foi de 14/01/99 a 10/02/99. O teste rodou em paralelo com o andamento normal das atividades do CEB.

Para a avaliação da metodologia proposta, posterior ao teste, foi utilizado um questionário (ver apêndice VI) e entregue para os participantes depois do uso e preenchimento dos códigos de defeitos em sistema computacional.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do questionário está compilado na tabela 08 abaixo:

Tabela 11 – Resultado questionário da avaliação da metodologia proposta.

| Nº do Questionário | Questão 01 | Questão 02 | Questão 03 | Questão 04 | Questão 05 |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 01 | S | S | N | S | N |
| 02 | S | S | N | S | N |
| 03 | S | S | N | S | S |
| 04 | S | N | N | S | S |
| 05 | S | S | N | S | N |

Legenda:

S – Sim

N – Não

Questão 01 – O Sistema de Codificação de Defeitos proposto é de fácil utilização?

Questão 02 – A forma como estão dispostas as informações sobre os defeitos (bloco funcional, possíveis causas e serviço executado) apresenta simplicidade de clareza na utilização?

Questão 03 – Na sua opinião, a utilização do sistema proposto acrescenta um gasto de tempo maior no preenchimento da O.S. (Ordem de Serviço) quando comparado com o preenchimento em linguagem escrita?

Questão 04 – Tecnicamente, o sistema proposto é de fácil adaptação na rotina de fechamento e preenchimento da O.S.?

Questão 05 – Identificou-se alguma dificuldade de inserção de outros tipos de equipamentos pela combinação e/ou criação de novos blocos funcionais?

Pela análise das respostas, observou-se que o sistema apresentou uma grande facilidade de utilização (100% das respostas Sim). A disposição e a seqüência das informações sobre os defeitos dos equipamentos apresentadas na tela do computador (bloco funcional, possível causa, serviço executado) não geraram dificuldades no preenchimento (80% das respostas negativas).

Na questão 3, que sugere um comparativo na rapidez de utilização entre o sistema proposto e o preenchimento convencional das informações de defeitos em uma O.S. comum, pode-se observar, por meio de 100% de aprovação dos técnicos, que o preenchimento utilizando os códigos é mais rápido que o preenchimento em linguagem escrita. Este foi um dos principais pontos positivos encontrados na utilização do método proposto, pois, a falta de interesse dos técnicos e o tempo gasto com o preenchimento de ordens de serviço constituiu-se em uma das principais motivações para o desenvolvimento de um sistema de codificação de falhas em equipamentos médicos.

Já na questão 04, pode-se observar, também por 100% de aprovação, que o sistema proposto é de fácil adaptação na rotina de fechamento e preenchimento de O.S., fato que denota facilidade de implantação em grupos de manutenção que já possuem sistema implantado de registro de manutenção. Após o teste o programa continuou sendo utilizado no CEB.

A questão sobre a dificuldade de inserção de outros tipos de equipamentos pela combinação e/ou criação de novos blocos funcionais no sistema proposto apresentou 60% de aprovação e 40% de reprovação entre os técnicos entrevistados. Este fato indicou que o método proposto requer um estudo prévio, por parte de cada usuário do sistema, sobre como é realizada a divisão de equipamentos em blocos funcionais e o que representa cada bloco. A dificuldade de inserção de novos blocos indica também que a inserção de novas informações nos sistema de codificação deve ser centralizada (talvez pela Gerência de Manutenção) e também que o sistema deve ser protegido por senhas de acesso para evitar o conflito destas informações.

CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES

Por meio dos resultados obtidos com a aplicação do questionário, conclui-se que o método proposto atingiu as características desejadas e citadas no início do capítulo 1 (Metodologia). O Sistema apresentou facilidade e rapidez de utilização, adaptabilidade na implantação em centros de manutenção que já possuem sistema de registro de manutenção e, possui informações relativas aos defeitos capaz de manter um histórico eficiente para possibilitar a análise de defeitos.

Desta forma, a implantação de um sistema de codificação de falhas em centros de manutenção de equipamentos traz, como principal benefício, a facilidade de análise dos defeitos podendo auxiliar a Gerência de Manutenção na visualização de questões como: treinamento de técnicos de manutenção; treinamento de operadores dos equipamentos; qualidade do serviço de manutenção corretiva prestado; substituição de equipamentos ou partes deles; identificação de erros de projetos em equipamentos; especialidade de técnicos a serem contratados; comparação dos tipos de defeitos encontrados em equipamentos de um mesmo tipo e fabricantes diferentes; identificação de defeitos intermitentes; identificação de componentes de baixa qualidade em equipamentos; identificação de erros na instalação dos equipamentos e/ou suprimentos para o funcionamento adequado dos mesmos; inclusão de equipamentos em programas de Manutenção Preventiva; identificação de procedimentos inadequados de Manutenção Corretiva adotados pelo técnico; elaboração de roteiros para execução de Manutenção Preventiva; elaboração de programas de Manutenção Preditiva.

A implementação do método proposto na forma digital demonstrou que este sistema pode ser implementado em hospitais de pequeno e grande porte. Desta forma, este trabalho tem como perspectiva futura ser divulgado e utilizado em um grande número de hospitais com o objetivo de se estabelecer uma padronização nacional para se codificar falhas de equipamentos médicos, visando facilitar a troca de informações e dados entre instituições públicas, particulares e até órgãos do governo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRONZINO, J.D. Biomedical Engineering and Instrumentation: basics concepts and applications . Boston: PWS Publishers, 1986, 481 p.
- BRONZINO, J. D. Management of Medical Technology : a primer for Clinical Engineers . Stoneham: Butterworth-Heinemann, 1992. 452p.
- BRONZINO, J.D. The Biomedical Engineering Handbook. Hartford: CRC. Press, 1995, 2862p.
- BROWN, J.H.U.; JACOBS, J.E.; STARK, L. Biomedical Engineering. Philadelphia: F.A . Davis Company, 1971, 435p.
- CACERES, C. A . Management and Clinical Engineering. Dedham: ARTECH HOUSE, 1980, 470 p.
- CARR, J. J. Biomedical Equipment: use, maintenance and management. New Jersey. Prentice-Hall, 1992, 449 p.
- COBBOLD, RICHARD S.C. Transducers for Biomedical Measurements: principles and application. New York: John Wiley and Sons, 1974, 486 p.
- CROMWELL, LESLIE; WEIBELL, F. J.; PFEIFFER, E. A ., Biomedical Instrumentation and Measurements. 2ed. New Jersey: Prentice Hall, 1980, 510 p.
- DALLY, J. W.; RILEY, W. F.; McCONNELL, K. G.; Instrumentation for Engineering Measurements. 2ed. New York: John Wiley and SONS, 1993, 584 p.
- DALZIEL, C. F. Electric Shock Hazard. IEEE Spectrum, v. 9, n.2, p. 41-50, 1972.

- DEMARRE, D. A .; KANTROWITZ, P., ZUCKER, L.; SIMMONS, D., Applied Biomedical Electronics for Technicians. New York: Marcel Dekker, 1979, 334 p.
- ECRI – EMERGENCY CARE RESEARCH INSTITUTE. HPCS – Health Product Comparison System – Hospital Edition, Plymouth: ECRI, 1996.
- FEINBERG, BARRY N. Applied Clinical Engineering. New York: Prentice Hall, 1986, 524p.
- GEDDES, L.A. Principles of Applied Biomedical Instrumentation . 3 ed. New York: John Wiley and Sons, 1989, 961 p.
- GUREWICH, NATHAN; GUREWICH, O .R. Visual Basic 3.0: Guia do Programador. Tradução: André Rebelo Costa. Rio de Janeiro: Berkeley, 1993, 958 p.
- HALVARSON, MICHEL. Visual Basic 4 For Windows 95: passo a passo. Marcela Santana Novaes. São Paulo. Makron Books do Brasil, 1996, 433p.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE ASSISTÊNCIA À SAÚDE. Equipamentos Para Estabelecimentos Assistenciais à Saúde: planejamento e dimensionamento. 2ed. Brasília: Ministério da Saúde, 1994, 239 p.
- MIRSHAWKA, V. & OLMEDO, N.L. Manutenção – Combate aos Custos da Não Eficácia – a vez do Brasil. São Paulo: Makron Books do Brasil Ed. 1993.
- SUTPHIN, S. E. Advanced Medical Instrumentation and Equipment. New Jersey: Prentice-Hall , 1987, 183 p.
- WANG, B. & CALIL, S. J. Clinical Engineering in Brazil: current status. Journal of Clinical Engineering, v. 15, n.4, p. 287-293, 1990.

WEBSTER, J. B. Medical Instrumentation: Application and design. 2ed. Boston: Houghton Mifflin, 1992.

WEISS, MARVIN Biomedical Instrumentation. Philadelphia: Chilton Book Company, 1973, 286 p.

XU, Y. The Art and Science of Troubleshooting Medical Equipment: A Model for Troubleshooting Medical Equipment Down to the Component Level, Biomedical Instrumentation & Technology, v. 31, n.2, p. 129-136, 1997.

APÊNDICES

APÊNDICE I

APOSTILA PARA CODIFICAÇÃO DE DEFEITOS - CEB/UNICAMP

Possível causa

| | |
|-----|----------------------------------|
| DIC | Difícil ident. Da possível causa |
| DGP | Desgaste da peça |
| EOP | Erro de op. Do equipamento |
| EOA | Erro de operação do acessório |
| EQD | Equipamento derrubado |
| FCE | Falta de cuidado com equip. |
| FCA | Falta de cuidado com acessório |
| FHC | Falha de componente |
| FHP | Falha de projeto |
| FMP | Falta de manutenção preventiva |
| FMR | Falta de manutenção de rotina |
| MCT | Mau contato |
| PII | Pré-inst. em condições inadeq. |
| MAS | Amassado |
| CHQ | Choque |
| CCT | Curto-circuito |
| CRS | Corrosão |
| DFI | Defeito intermitente |
| DCL | Descalibrado |
| DSJ | Desajustado |
| EMP | Emperrado |
| EMP | Empenado |
| ESP | Espanado |
| INF | Infiltração |
| FTA | Falta de ar comprimido |
| FTD | Falta de água |
| FTG | Falta de gás |
| FTO | Falta de óleo |
| FTR | Falta de refrigeração |
| FO2 | Falta de oxigênio |
| FUR | Furado |
| NAQ | Não aquece |
| NAS | Não acende |
| NVB | Nível baixo |
| OBS | Obstrução |
| QBR | Quebra |
| QUM | Queima |
| RDA | Ruído anormal |
| RCH | Rachadura |

Partes e peças reparadas

| | |
|-----|------------------------------------|
| ALF | Alto-falante |
| ALS | Alarme sonoro |
| ALV | Alarme visual |
| AMP | Amplificador |
| AVD | Anéis de vedação- O rings |
| BAC | Base de acrílico |
| BAL | Balão/balonete |
| BAT | Bateria |
| BAP | Bomba de aspiração |
| BDL | Bomba de diálise |
| BDR | Bomba de dreno |
| BOM | Bomba |
| BDL | Blender/misturador |
| BEX | Bilha externa |
| BGD | Bilha graduada |
| BOB | Bobina |
| BRC | Bomba de recirculação |
| CAB | Caneta p/bisturi |
| CAD | Conversor A/D |
| CAF | Circuito automático de frei. |
| CAG | Circuito automático de ganho |
| CAP | Capacitar |
| CAS | Circuito de assistida |
| CAT | Cabo de alta tensão |
| CAX | Caixa |
| CAV | Circuito de alta tensão |
| CBP | Cabo de paciente |
| CBF | Cabo de força |
| CCG | Circuito de carga |
| CDP | Circuito de disparo |
| CFC | Cabo multivias- flat cable |
| CFR | Circ. De contr. freq. respiratória |
| CHV | Chave |
| CIL | Cilindro |
| CLC | Circuito de clock |
| CMP | Compressor |
| CNC | Conector |
| CNT | Contator |
| COG | Circuito de coagulação |

| | | | |
|-----|---------------------------------|-----|---------------------------------|
| SIS | Sem isolação | COL | Colimador |
| SUJ | Sujo | COR | Correia |
| SLT | Solto | CPL | Cabo de placa |
| VAZ | Vazamento | CRC | Carcaça |
| VBR | Vibração | | |
| | Partes e peças reparadas | | Serviços executados |
| CRI | Cristal | AF | Aferição |
| CSC | Circuito de sincronismo | AJ | Ajuste |
| CTC | Controlador de condutividade | AL | Alinhamento |
| CTP | Controlador de pressão | AP | Aperto |
| CTT | Controlador de temperatura | CB | Calibração |
| CTV | Controlador de velocidade | CF | carga de fluido |
| CTO | Contato | CL | Colagem |
| CUT | Circuito de corte | CO | carga de CO ₂ |
| CUP | Cúpula | DA | Desamassar |
| CVR | Circuito de varredura | DB | Desobstrução |
| DCS | Depósito de cal sodada | DE | Demonstração |
| DIA | Diafragma | DM | Desmontagem |
| DIS | Disjuntor | DS | Desinfecção |
| DOB | Dobradiça | FX | Fixação |
| DPL | <i>Display</i> | FR | Fresamento |
| DRV | Drive | FU | Furação |
| ECA | Eletrodo p/ cálcio | HE | carga de hélio |
| ECL | Eletrodo p/ cloro | IP | Inspeção |
| ECO | Eletrodo p/ CO ₂ | IL | Instalação |
| ECG | Eletrodo p/ ECG | LB | Lubrificação |
| EEG | Eletrodo p/ EEG | LP | Limpeza |
| EGL | Eletrodo p/ glicose | MA | Manutenção de <i>software</i> |
| ELK | Eletrodo p/ potássio | MT | Montagem |
| ENA | Eletrodo p/ sódio | O2 | carga de oxigênio |
| EO2 | Eletrodo de O ₂ | PI | Pintura |
| EPH | Eletrodo p/ pH | RC | Recarregar |
| ELT | Eletrodo | RI | Reinstalação |
| EIX | Eixo | RT | Reconectar |
| ENG | Engrenagem | SD | Soldagem |
| EPR | Eprom | SE | teste de segurança elétrica |
| ESC | Escova | SR | teste de segurança radiológica |
| EST | Estilete | TE | Teste |
| ETI | Eletroímã | TO | Torneamento |
| ETR | Estator | TR | troca/substituição |
| EVP | Evaporador | US | Usinagem |
| EXC | Excêntrico | VR | Vazamento reparado |
| EXR | Exaustor | VD | Vedação |
| FAL | Fonte de alimentação | | |
| FIA | Fiação | | |
| FIL | Filtro | | |
| | | | Partes e peças reparadas |
| | | GUI | Guia |

| | | | |
|-----|---------------------------------|-----|-------------------------------|
| FLX | Fluxômetro | HAS | Haste |
| FOL | Fole | HEL | Hélice |
| FRE | Freio | HOR | Horímetro |
| FRG | Fluido refrigerante | IND | Indutor |
| FUS | Fusível | IST | Isolante térmico |
| GAL | Galvanômetro | KNB | Knob |
| GRA | Grade | LAM | Lâmina |
| GRD | Grade difratora | LEN | Lentes |
| GRN | Guarnição | LMP | Lâmpada |
| | Partes e peças reparadas | SOL | Solenóide |
| MAC | Mancal | SOQ | Soquete |
| MAG | Mangueira | STR | Sistema de refrigeração |
| MAN | Manômetro | TAN | Tanque |
| MAT | Manguito | TEC | Teclado |
| MCP | Microprocessador | TER | Termômetro |
| MCV | Manovacuômetro | TEL | Telefone |
| MDR | Mandril | TMP | Temporizador |
| MEB | Membrana | TRA | Transdutor |
| MED | Medidor | TRS | Transistor |
| MER | Memória ram | TRC | Tubo de raios catódicos |
| MVC | Manovacuômetro | TRF | Transformador |
| MOL | Mola | TRT | Termostato |
| MOT | Motor | TRX | Tubo de raio-X |
| MUT | Multiplicador de tensão | TUB | Tubulação |
| OCL | Ocular | TUR | Turbina |
| OLE | Óleo | UMD | Umidificador |
| OSC | Oscilador | VAL | Válvula |
| PAR | Parafuso | VLE | Válvula eletrônica |
| PAS | Pás p/ desfibrilador | VPR | Válvula proporcional |
| PED | Pedal | VRP | Válvula reguladora de pressão |
| PEN | Pena | VSG | Válvula de segurança |
| PER | Pera | VUD | Válvula unidirecional |
| PIN | Pinça | VAP | Vaporizador |
| PIS | Pistão | VEN | Ventoinha |
| POL | Polia | | |
| POR | Porca | | |
| POT | Potenciômetro | | |
| PLG | Plug | | |
| PRS | Pressostato | | |
| PRT | Portinhola | | |
| PTE | Porta-escova | | |
| PTF | Porta-fusível | | |
| PTR | Ponte retificadora | | |
| RAB | Rabicho | | |
| RDE | Rede elétrica | | |
| RDG | Rede de gases | | |

| | |
|-----|----------------------------|
| REG | Registrador |
| RES | Resistor |
| REL | Relé |
| RET | Regulador de tensão |
| RLT | Roleta |
| ROD | Rodízio |
| ROL | Rolamento |
| ROT | Rotor |
| RSA | Resistência de aquecimento |
| RSV | Reservatório |
| RTM | Rotâmetro |
| SEN | Sensor |
| SOF | <i>Software</i> |

APÊNDICE II

LISTA DE CODIFICAÇÃO DE DEFEITOS - CEMEQ – UNICAMP

| Sintomas | Causa |
|----------|--------------------------------------|
| ALMR | Alarme |
| CNTD | Controle deficiente |
| DEFI | Defeito intermitente |
| FMIN | Falhas em módulos internos |
| FUNC | Funcionamento ineficiente |
| IMPD | Impressão deficiente |
| INDF | Indicação falsa |
| INOP | Inoperante |
| MEDI | Medição incoerente |
| NESP | Não específico |
| PART | Parte danificada |
| RUID | Ruído anormal |
| SDEF | Sem defeito |
| SOLD | Solicitações diversas |
| VAZA | Vazamento |
| VIBR | Vibração |
| VISU | Visualização deficiente |
| AQUE | Aquecimento/isol. Deficiente |
| ATER | Aterramento anormal |
| CHOQ | Choque mec/colisão/queda |
| CNAT | Causas naturais (raio, enchente) |
| CNID | Causa não identificada |
| COMB | Comp./mat. Cons. ma qualidade |
| COMD | Componente danificado |
| CURT | Curto circuito |
| DESC | Descalibrado/desajustado/desa |
| DESG | Desgaste natural |
| EFIS | Equip. danif. Fisicamente |
| ENEC | Equip. não especificado corret. |
| FCOM | Falta de componentes |
| FENE | Falta energia/água/ar/oleo,etc |
| INFI | Infiltração/rachadura/vazamento |
| INSI | Instalação em condições inadeq. |
| LIGT | Ligação em tensão inadequada |
| MCON | Mau contato |
| MDEF | Manutenção deficiente |
| NECE | Necessidade do usuário |
| OPEI | Operação indevida |
| SOFT | <i>Software</i> danificado/virus,etc |
| SUJE | Sujeira |

Solução

| | |
|------|-----------------------------------|
| AJUS | Ajustado/calibrado |
| CARG | Carga de fluido/gases/bateria,etc |
| DESA | Desativado |
| FECH | Fechamento da OS pelo usuario |
| FRES | Fresamento/usinagem |
| INST | Instalação |
| LIMP | Limpeza,drenagem,desobstrução |
| LUBR | Lubrificação |
| ORIE | Orientação ao usuário |
| PINT | Pintura |
| PREV | Manutenção preventiva |
| RCON | Reconfiguração/atualização |
| REFE | Refeita solda/montagem,etc. |
| REIN | Reinstalado |
| REPA | Reparos internos |
| SEXT | Encaminhado ao serviço externo |
| SSOL | Sem solução definida |
| SUBS | Substituição/troca peças/comp. |
| TEST | Testes/verificações |

Componentes

| | |
|------|-----------------------------------|
| ANEL | Anéis |
| BATE | Bateria/pilha |
| CABO | Cabo/fiação |
| CARC | Carcaça |
| CHAV | Chave/interruptor |
| COMP | Compressor |
| CELE | Componente eletrônico |
| CORR | Correia |
| DRIV | Disco flexível |
| EIXO | Eixo |
| ELET | Circ elétrico/comando eletro-elet |
| ENGR | Engrenagem |
| FAXM | Fax/modem |
| FILT | Elemento filtrante/filtro |
| FITA | Tonner/cartucho/fita |
| FONT | Módulo fonte |
| FRIG | Circuito frigorífico |
| FUSI | Fusível/disjuntor |
| GABI | Gabinete/portas |
| GIMP | Conjunto de impressão |
| HIDR | Conjunto hidráulico |

Componentes

| | |
|-------|---------------------------------|
| ISOL | Isolante térm./vedação/proteção |
| JUNT | Junta/guarnição |
| LAMP | Lâmpada |
| MCPU | Módulo cpu |
| MECA | Conjunto mecânico |
| MEMO | Memória |
| MIDI | Multimídia/cd-rom/sound blaster |
| MODI | Módulos internos |
| MONI | Display/monitor |
| MOTO | Motor elétrico geral/motor |
| MOUS | Mouse |
| MVEN | Motor do ventilador |
| MVID | Modulo video/contr. video |
| OBJE | Objetiva |
| OCUL | Ocular |
| OLEO | Óleo |
| OTIC | Sistema ótico/ conjunto ótico |
| OUTR | Outros |
| PARA | Paralela |
| POTE | Potenciômetro |
| PRESS | Pressostato |
| RELE | Relé/contatora |
| RESI | Resistência |

| | |
|------|----------------------------------|
| RETE | Retentor |
| RLMN | Rolamento |
| ROTO | Rotor |
| SELO | Selo mecânico/diafragma |
| SENS | Sensores/controladores/transdut. |
| SERI | Serial |
| TECL | Teclado/conjunto do teclado |
| TERM | Termostato |
| TRAN | Transf./fly-back/yoke |
| VALV | Válvulas |
| WINC | Disco rígido/whinchester |

APÊNDICE III

LISTAGEM COM CÓDIGOS DE DEFEITOS CONTIDOS NO SOFTWARE SGTEC

| Condições/Defeitos | Ações/Correção |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 001 Falta de Equipto/Acess | 001 Busca de informações |
| 002 Falta de informações | 002 Busca de documentação |
| 003 Desordem | 003 Organização |
| 004 Falta de manual de operação | 004 Execução de compra |
| 005 Falta de manual de serviço | 005 Instalação de equipto/acess |
| 006 Falta de manual de instalação | 006 Recebimento de equipto/acess |
| 007 Falta de manual de peças | 007 Treinamento externo |
| 008 Falta de plantas | 008 Treinamento coletivo |
| 009 Falta de esquemas | 009 Treinamento em serviço |
| 010 Falta de treinamento | 010 Chamado técnico |
| 011 Erro de operação | 011 Análise de obsolescência |
| 012 Obsoleto | 012 Reunião |
| 013 Problema de relacionamento | 013 Troca do conector |
| 014 Falta de planejamento | 014 Enviado para representante |
| 015 Não cadastrado | 015 Eliminado o vazamento |
| 016 Falta de documentos técnicos | 016 Nivelamento |
| 017 Falta de documentos comerciais | 017 Check-list |
| 018 Falta de controle | 018 Checado no manual |
| 019 Conector quebrado | 019 Ajuste de tensão |
| 020 Não liga | 020 Eliminado a infiltração |
| 021 Vazamento | 021 Troca da bomba |
| 022 Fora do nível | 022 Troca do disjuntor |
| 023 Não dispara o exame | 023 Troca do fusível |
| 024 Mensagem de erro continua | 024 Rearme do disjuntor |
| 025 Tensão da bateria baixa | 025 Solda de componente |
| 026 Infiltração | 026 Troca de lâmpada |
| 027 Bomba queimada | 027 Solda de carcaça |
| 028 Descalibrado | 028 Ajuste da umidade do ar |

| | | | |
|-----|-----------------------------------|-----|-------------------------------------|
| 029 | Defeito intermitente | 029 | Troca de bateria |
| 030 | Fusível queimado | 030 | Troca da correia |
| 031 | Disjuntor desarmado | 031 | Ajuste da correia |
| 032 | Lâmpada queimada | 032 | Ajuste do eixo |
| 033 | Carcaça danificada | 033 | Ajuste da polia |
| 034 | Umidade do ar alta | 034 | Ajuste da alavanca |
| 035 | Tensão muito alta | 035 | Troca da alavanca |
| 036 | Tensão muito baixa | 036 | Acompanhamento técnico |
| 037 | Tensão desestabilizada | 037 | Ajuste da temperatura |
| 038 | Sem tensão | 038 | Ajuste de fase |
| 039 | Correia solta | 039 | Troca do relê |
| 040 | Alavanca quebrada | 040 | Teste biológico |
| 041 | Temperatura alta | 041 | Teste de Bowie & Dick |
| 042 | Temperatura baixa | 042 | Limpeza ou troca do relê |
| 043 | Não seca | 043 | Testes funcionais |
| 044 | Relê não aciona | 044 | Configuração do equipamento |
| 045 | Equip. Recém inst./Consertado | 045 | Análise de redução de consumo |
| 046 | Ramais fazendo chamadas indevidas | 046 | Busca de fornecedores |
| 047 | Consumo alto | 047 | Ajuste do volume de som |
| 048 | Falta de produtos de limpeza | 048 | Troca do tubo de raio-X |
| 049 | Som muito alto | 049 | Confecção de documentos/relatórios |
| 050 | Som muito baixo | 050 | Análise do sist. de ar condicionado |
| 051 | Tubo de raio-X queimado | 051 | Troca do filtro |
| 052 | Cheiro estranho | 052 | Cadastramento |
| 053 | Filtro vencido | 053 | Análise da instalação/Equipto |
| 054 | Falta gás | 054 | Análise comercial |
| 055 | Equip/inst. não adaptada p/ util. | 055 | Lubrificação |
| 056 | Não sai gás | 056 | Ajuste |
| 057 | Não recebe chamadas | 057 | Calibração |
| 058 | Engripado | 058 | Funcionamento irregular |
| 059 | Desajustado | 059 | Manutenção preventiva |
| 060 | Tempo para preventiva | 060 | Manutenção Corretiva |
| 061 | Quebrado | 061 | Troca de componente |
| 062 | Verificar nível do óleo | 062 | Retirada de equipamento do setor |
| 063 | Mau contato | 063 | Inventário |

APÊNDICE IV

'TABELA CODIFICAÇÃO' COM CÓDIGOS E DESCRIÇÃO UTILIZADA PELA SID - INFORMÁTICA

| Referência | Defeito |
|----------------------------|--------------------------|
| AA Cablagem interna | 100 Amassando cédulas |
| AB Cabo de alimentação VAC | 101 Bateria descarregada |
| AC Cabo de comunicação | 102 Cuto circuito |
| AD Unidade CPU | 103 Defeito Intermitente |

| | | | |
|-----|-----------------------------|-----|------------------------|
| AE | <i>Display</i> | 104 | Desajustado |
| AF | Fonte da impressora | 105 | Desconectado |
| AG | Fonte de alimentação | 106 | Erro de configuração |
| AH | Fonte do Módulo | 107 | Erro de contagem |
| AI | Gabinete | 108 | Erro de leitura |
| AJ | Gaveta de Dinheiro | 109 | Erro de memória |
| AK | Impressora | 110 | Erro de operação |
| AL | Leitor de Cartão Magnético | 111 | Erro de sincronismo |
| AM | Módulo Contador de notas | 112 | Excesso de rejeição |
| AN | Módulo depositário | 113 | Falha de impressão |
| AO | MonitorTerminal de vídeo | 114 | Instalação |
| AP | Cartão CPU | 115 | Mau contato |
| AQ | Cartão CPU do módulo | 116 | Mau uso do equipamento |
| AR | Cartão de barramento | 117 | Mecanismo desajustado |
| AS | Cartão de comunicação | 118 | Mecanismo quebrado |
| AT | Cartão Control. de Disco | 119 | Não apresentou defeito |
| AU | Cartão controlador de fita | 120 | Não atualizado |
| AV | Cartão de memória fiscal | 121 | Não comunica |
| AW | Cartão controlador de video | 122 | Não conta cédulas |
| AX | Cartão Expans. de memoria | 123 | Não inicializa |
| AY | Cartão monitora de video | 124 | Não paga |
| AZ | Cartão Mother board | 125 | Não puxa papel |
| BA | Cartão (outros) | 126 | Não tem alimentação |
| BB | Scanner | 127 | Não tem vídeo |
| BC | Teclado auxiliar | 128 | Inoperante |
| BD | Teclado Principal | 129 | Pré-instalação |
| BE | Unidade de disco | 130 | <i>Software</i> |
| BF | Unidade de fita | 131 | Quebrado |
| BG | Ventilador | 132 | Remontando papel |
| BH | DIM | 133 | Sensor |
| BI | Roteadores | 134 | Teclas falhando |
| BJ | HUB | 135 | Travando |
| BK | Transceiver | 136 | Vandalismo |
| BL | Cofre | 137 | Vírus |
| BM | Cassete | 138 | Memória Fiscal |
| BN | Servidor de Acesso Remoto | 139 | Indeterminado |
| BO | Terminal Server | 140 | Falha Externa |
| BP | Inspeção | | |
| | Solução | | |
| 200 | Acompanhamento | | |
| 201 | Ajustes | | |
| 202 | Atualização | | |
| 203 | Conexão | | |
| 204 | Configuração | | |
| 205 | Desenrosco | | |
| 206 | Desinstalação | | |

| | |
|-----|---------------------------|
| 207 | Formatação |
| 208 | Instalação |
| 209 | Limpeza |
| 210 | Lubrificação |
| 211 | Manutenção Preventiva |
| 212 | Não apresentou defeito |
| 213 | Orientação ao usuário |
| 214 | Pré-instalação |
| 215 | Reaperto |
| 216 | Recadastramento |
| 217 | Remoção de curto circuito |
| 218 | Remoção do equipamento |
| 219 | Resoldagem |
| 220 | Testes |
| 221 | Troca de peçaMódulo |
| 222 | Zeramento de memória |
| 223 | Reinstalação |

APÊNDICE V

TABELA COM CÓDIGOS E DESCRIÇÃO DE CAUSAS CEDIDAS PELO HOSPITAL SÃO RAFAEL – SALVADOR – BA.

Tabela de causas

| | |
|----|---------------------------------|
| A | Desgaste normal |
| AC | Alta condutividade-maq diálise |
| AE | Aquisição de equipamento |
| AN | Ato da natureza |
| AP | Alta pressão |
| AR | Artefatos circulares |
| AI | Atrito |
| B | Desgaste anormal |
| BA | Baixa resistência |
| BC | Baixa condutividade-maq diálise |
| BE | Baixa eficiência |
| BI | Baixa isolação |
| BL | Bolhas de ar a linha |
| BP | Baixa pressão |
| BR | Baixo rendimento |
| BV | Barra eletrônica elevador |
| CA | Cavitação |
| CI | Componente inoperante |
| CO | Corrosão |
| CP | Corrigir porta ajuste-lubrifica |

Tabela de tipo de manutenção

| | |
|---|-----------------------|
| 1 | Manutenção corretiva |
| 2 | Manutenção Preventiva |
| 3 | Preditiva |
| 4 | Manutenção de prédios |
| 5 | Serviço externo |
| 6 | Reformas |
| 7 | Fabricação |
| 8 | Investimento |
| R | Rotas |
| S | Re-serviço |

Tabela de impedimentos

| | |
|---|------------------------------------|
| A | Aguardando definição superior |
| B | Em serviço externo |
| C | Cancelada |
| D | Falta projeto |
| E | Em elaboração de projeto |
| F | Compra de equipamento |
| G | Aguard. Assist. tec. especializada |

| | | | |
|----|--------------------------------|---|---------------------------|
| DE | Descascamento do material | H | OS permanente- contratos |
| DF | Defeito de fabricação | I | Falta informação de dados |
| DJ | Desajuste | M | Falta materiais |
| EC | Excesso de carga | P | Em planejamento |
| EN | Entupimento objetos estranhos | R | Reformas-investimento |
| EP | Elevador parado | X | Atividade pre-parada |
| ET | Entupimento | Y | Atividade pos parada |
| FB | Fabricação-confecção | | |
| FC | Foto cel.-desnivelamento elev. | | |
| FD | Fluxômetro desregulado | | |
| FG | Falha no gerador | | |
| FI | Falha intermitente | | |
| FL | Falha de lubrificação | | |
| FM | Falha de manutenção | | |
| FO | Falha de operação | | |
| FP | Falha de programação | | |
| FS | Falta de segurança | | |
| IF | Infiltração | | |
| IL | Iluminação do elevador | | |
| IN | Instalação do equipamento | | |
| MC | Mau contato | | |
| MF | Má fixação | | |
| MI | Material inadequado | | |
| MP | Manutenção preventiva | | |
| NA | Nível alto | | |
| NB | Nível baixo | | |
| ND | Não definida | | |
| NT | Ato da natureza | | |
| OL | Obstrução na linha | | |
| OS | Óleo no sistema | | |
| OX | Oxidação | | |
| PC | Perda de chaves | | |
| PE | Pesquisa-teste | | |
| PJ | Projetos | | |
| PO | Portas do elevador | | |
| RA | Ruído anormal | | |
| RE | Reforma | | |
| RI | Redutor de intensidade de luz | | |
| SA | Mau contato antena de TV | | |
| SE | Sistema elétrico do elevador | | |
| SI | Sinalização do elevador | | |
| SJ | Sujeira | | |
| ST | Saturação do componente | | |
| TA | Temperatura anormal | | |
| TD | Tensiômetro descalibrado | | |
| TL | Troca de lâmpada | | |

| | |
|----|----------------------------|
| TR | Transporte eqp-material |
| TS | Troca tampa vaso sanitário |
| TV | Travamento |
| UM | Umidade |
| VA | Vandalismo |
| VC | Variação da condutividade |
| VR | Variação rede elétrica |
| VZ | Vazamento |

APÊNDICE VI

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA DISTRIBUÍDO PARA OS TÉCNICOS E ENGENHEIROS DO CEB- UNICAMP.

1) O Sistema de Codificação de Defeitos proposto é de fácil utilização?

☐ Sim

☐ Não

2) A forma que estão dispostas as informações sobre os defeitos (bloco, causas e serviço executado) apresenta simplicidade e clareza na utilização?

☐ Sim

☐ Não

3) Na sua opinião, a utilização do sistema proposto acrescenta um gasto de tempo maior no preenchimento da O.S. quando comparado com o preenchimento em linguagem escrita?

☐ Sim

☐ Não

4) Tecnicamente, o sistema proposto é de fácil adaptação na rotina de fechamento e preenchimento da O.S.?

☐ Sim

☐ Não

5) Identificou-se alguma dificuldade de inserção de outros tipos de equipamentos pela combinação e/ou criação de novos blocos funcionais?

☐ Sim

☐ Não

6) Caso ache pertinente dê sugestões sobre o sistema proposto, assim como dúvidas dificuldade e problemas encontrados na utilização do sistema:

.....

.....

.....

.....