

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**SIGMA**

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO

GIOVANNI LOUREIRO CABRAL DE MELO

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

DEZEMBRO DE 1992

**GIOVANNI LOUREIRO CABRAL DE MELO**

**SIGMA**

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO**

Dissertação apresentada à Coordenação dos cursos de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento das exigências para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica.

**Área de Concentração: PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO**

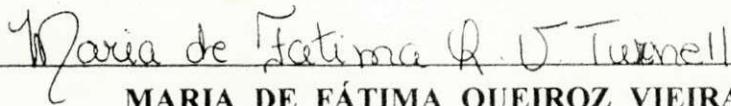
**Orientadores: MARIA DE FÁTIMA QUEIROZ VIEIRA TURNELL  
WILSON GUERREIRO PINHEIRO**



**SIGMA**  
**SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO**

**GIOVANNI LOUREIRO CABRAL DE MELO**

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22.12.92**



**MARIA DE FÁTIMA QUEIROZ VIEIRA TURNELL, Ph.D.**  
**Orientadora**



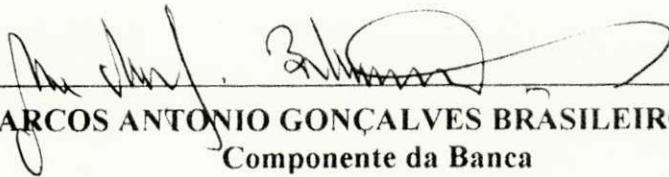
**WILSON GUERREIRO PINHEIRO, Ph.D.**  
**Orientador**



**MISAEL ELIAS DE MORAIS, Dr.-Ing.**  
**Componente da Banca**



**LOURIVAL AUGUSTO TAVARES, Engº**  
**Componente da Banca**



**MARCOS ANTONIO GONÇALVES BRASILEIRO, D.Sc.**  
**Componente da Banca**

## AGRADECIMENTOS

Algumas pessoas desempenharam um papel de vital importância, ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos:

A todos os meus colegas do mestrado, pela amizade.

Ao Engenheiro Paulo de Almeida Farias, do LEMCAD, pelas sugestões valiosas.

Aos professores Maria de Fátima Queiroz Vieira Turnell e Wilson Guerreiro Pinheiro, pela assídua, competente e amigável orientação.

A Washington Silva (Kayko), irmão de fé.

*Giovanni Loureiro Cabral de Melo*

## DEDICATÓRIA

A meus pais e irmãos, que, embora distantes na geografia, sempre estiveram próximos no incentivo, torcida e amor.

A meus sogros, pela presteza.

A minha esposa, **Valéria**, pela paciência, encorajamento e amor.

## RESUMO

Esta dissertação apresenta um Sistema de Gerenciamento de Manutenção por microcomputador que propicia: codificação, cadastramento, planejamento e avaliação dos recursos materiais e humanos necessários à execução dos serviços de manutenção; processamento ágil das ordens de serviço; avaliação contínua do andamento dos serviços; otimização dos serviços de manutenção corretiva e preventiva; elaboração de históricos das manutenções realizadas e dos custos envolvidos; e planejamento da manutenção preditiva.

## ABSTRACT

This dissertation presents a Maintenance Management System for use in a microcomputer that allows the codification, inclusion, planning and evaluation of human and material resources necessary for the execution of the maintenance services; the rapid processing of service orders; a continuous evaluation of job progress; an optimization of the corrective and preventive maintenance; the development of records of the maintenance services and related costs, as well as the planning of predictive maintenance.

## SUMÁRIO

### Capítulo I - Introdução 1

### Capítulo II - Manutenção 3

#### 2.1 - Introdução 3

#### 2.2 - Tipos de Manutenção e Terminologia Adotada 4

#### 2.3 - LEMCAD (Laboratório de Ensaios, Manutenção, Calibração, Aferição e Desenvolvimento) 7

#### 2.4 - Relevância do Trabalho 8

#### 2.5 - Manutenção no LEMCAD 8

#### 2.6 - Manutenção no LEMCAD com o SIGMA 10

#### 2.7 - Conclusão 11

### Capítulo III - SIGMA 12

#### 3.1 - Introdução 12

#### 3.2 - Descrição Funcional 12

#### 3.3 - Implementação 13

##### 3.3.1 - Escolha da linguagem de programação 13

##### 3.3.2 - Recursos utilizados 14

##### 3.3.3 - Ambiente necessário 14

#### 3.4 - Técnicas Estatísticas 14

##### 3.4.1 - Gráfico de Pareto 15

##### 3.4.2 - Gráfico de controle 17

##### 3.4.3 - Gráfico de tendências 21

3.5 - Interface com o Usuário	23
3.5.1 - Funções do SIGMA	24
3.5.2 - Apresentação da informação	26
3.5.3 - Entrada no SIGMA	26
3.5.4 - Estilos de diálogo	26
3.5.6 - Métodos de ajuda	27
3.5.7 - Dispositivos periféricos	27
3.6 - Conclusão	27

#### **Capítulo IV - Arquitetura do SIGMA** 28

4.1 - Introdução	28
4.2 - Estrutura Modular	28
4.3 - "Overlays"	28
4.4 - Arquivos do SIGMA	29
4.5 - Especificação dos Módulos de Funções do SIGMA	29
4.5.1 - Diagrama de blocos	29
4.5.2 - Descrição dos módulos	31
4.6 - Conclusão	60

#### **Capítulo V - Banco de Dados do SIGMA** 61

5.1 - Introdução	61
5.2 - Conceitos	61
5.3 - Banco de Dados do SIGMA	63
5.3.1 - Classes de usuários	63
5.3.2 - Restrições de integridade	65

5.3.3 - Entidades e seus atributos	66
5.3.4 - Escolha do modelo de dados	73
5.3.5 - Esquema interno	76
5.3.5.1 - Estruturas de armazenamento	76
5.3.5.2 - Compressão de dados	78
5.4 - Conclusão	79
<b>Capítulo VI - Conclusões</b>	<b>80</b>
6.1 - Considerações Finais	80
6.2 - Sugestões para Trabalhos Futuros	83
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>84</b>
<b>Apêndice A - Manual do Usuário</b>	<b>87</b>
A.1 - Introdução	87
A.2 - Instalação	87
A.3 - Informações Gerais	88
A.4 - Interface com o Usuário	90
A.4.1 - Apresentação da informação	91
A.4.1.1 - Layout das Telas	91
A.4.1.2 - Consulta	92
A.4.2 - Entrada no SIGMA	92
A.4.3 - Classes de usuários	95
A.4.4 - Estilos de diálogos	95
A.4.4.1 - Menu	96

A.4.4.2 - Pergunta e resposta	96
A.4.4.3 - Pergunta e resposta em conjunto com menu	96
A.4.5 - Métodos de ajuda	96
A.4.5.1 - Orientação no uso	96
A.4.5.2 - Detecção e recuperação de erros	97
A.4.5.3 - Documentação	98
A.4.6 - Dispositivos Periféricos	98
A.4.6.1 - Entrada de comandos e dados	98
A.4.6.2 - Saída de dados	98
A.5 - Descrição das Funções	99
A.5.1 - Ambiente	99
A.5.1.1 - Senhas	100
A.5.1.2 - Modo de vídeo	100
A.5.2 - Arquivos	101
A.5.2.1 - Criação	102
A.5.2.2 - Atualização	102
A.5.2.3 - Cópia	103
A.5.2.4 - Inicialização	103
A.5.2.5 - Restauração	103
A.5.2.6 - Situação	103
A.5.3 - Administrativo	103
A.5.3.1 - Manipulação de dados	106
A.5.3.2 - Recursos e serviços	116
A.5.3.3 - Planejamento de ordens de serviço	125
A.5.3.4 - Programação de ordens de serviço	127

A.5.3.5 - Fechamento	131
A.5.3.6 - Relatórios/Gráficos	132
A.5.4 - Preventiva	137
A.5.4.1 - Planejamento	138
A.5.4.2 - Estatísticas	138

**Apêndice B - Clipper 5.01** 145

B.1 - Introdução	145
B.2 - Integração com outras Linguagens	145
B.3 - Gerenciamento de Bancos de Dados	145
B.4 - Recursos da Linguagem	146

**Apêndice C - Ferramentas Utilizadas no Desenvolvimento do SIGMA** 147

C.1 - Introdução	147
C.2 - Sidekick	147
C.3 - Dbase III Plus	148

**Apêndice D - Tabela dos Fatores Multiplicativos Utilizados nos Gráficos de Controle X-R** 149

## Lista de Figuras

- 2.1 - Critérios de subdivisão da manutenção a serem adotados no LEMCAD 5
- 2.2 - Exemplo de classes de equipamentos 9
- 2.3 - Exemplo de classes de falhas 10
- 3.1 - Gráfico de Pareto 16
- 3.2 - Gráfico de controle - X 20
- 3.3 - Gráfico de controle - R 21
- 3.4 - Gráfico de tendências 23
- 3.5 - Diagrama de blocos das funções do SIGMA 25
- 4.1 - Módulos de funções do SIGMA 30
- 4.2 - Símbolos utilizados nos fluxogramas 31
- 4.3 - Fluxograma do módulo SIGMA 33
- 4.4 - Fluxograma do módulo HELP 34
- 4.5 - Fluxograma do módulo INSTALA 35
- 4.6 - Fluxograma do módulo MANUTEN 36
- 4.7 - Fluxograma do módulo MANIPULA 38
- 4.8 - Fluxograma do módulo CLIENTES 39
- 4.9 - Fluxograma do módulo TECNICO 40
- 4.10 - Fluxograma do módulo PLANEJA 41
- 4.11 - Fluxograma do módulo PLANEJA2 42
- 4.12 - Fluxograma do módulo RECUSERV 43
- 4.13 - Fluxograma do módulo PENDOS 44
- 4.14 - Fluxograma do módulo CONSULTA 45
- 4.15 - Fluxograma do módulo OSPLANEJ 46

4.16 - Fluxograma do módulo OSPROGRA	48
4.17 - Fluxograma do módulo FECHAMTO	49
4.18 - Fluxograma do módulo RELATORI	51
4.19 - Fluxograma do módulo PIZZA	52
4.20 - Fluxograma do módulo BARRAS	53
4.21 - Fluxograma do módulo LINHA	54
4.22 - Fluxograma do módulo ESTATIS	56
4.23 - Fluxograma do módulo PARETO	57
4.24 - Fluxograma do módulo CTRL	58
4.25 - Fluxograma do módulo TENDENCI	59
5.1 - Relacionamento entre as entidades	75
A.1 - Especificação das áreas da tela do SIGMA	91
A.2 - Tela: Ocorrência de erro no processamento do banco de dados	93
A.3 - Tela: Final do processamento do banco de dados	93
A.4 - Tela: Controle de acesso	94
A.5 - Tela: Menu de abertura	95
A.6 - Tela: Macrofunções	97
A.7 - Tela: Ajuda "on line"	99
A.8 - Tela: Opções da função Ambiente	100
A.9 - Tela: Modo de vídeo	101
A.10 - Tela: Opções da função Arquivos	102
A.11 - Tela: Opções da função Administrativo	105
A.12 - Tela: Funções básicas	106
A.13 - Tela: Manipulação	107
A.14 - Janela da tela: Dados dos funcionários	108

A.15 - Janela da tela: Dados dos clientes	108
A.16 - Tela: Opções para consulta aos equipamentos dos clientes	109
A.17 - Tela: Consulta equipamentos dos clientes por nome	110
A.18 - Janela da tela: Dados dos equipamentos dos clientes	110
A.19 - Janela da tela: Materias	111
A.20 - Janela da tela: Ferramentas	111
A.21 - Janela da tela: Equipamentos do LEMCAD	112
A.22 - Janela da tela: Habilitações	113
A.23 - Janela da tela: Habilitações dos funcionários	113
A.24 - Janela da tela: Procedimentos-padrão	113
A.25 - Janela da tela: Pendências	114
A.26 - Janela da tela: Classes de falhas	114
A.27 - Janela da tela: Esperas/ausências	115
A.28 - Janela da tela: Classes de equipamentos	115
A.29 - Janela da tela: Causas/efeitos	116
A.30 - Janela da tela: Ações	116
A.31 - Tela: Recursos e serviços	117
A.32 - Tela: Opções para consulta a um ordem de serviço	118
A.33 - Tela: Consulta ordem de serviço	118
A.34 - Janela da tela: Recursos das ordens de serviço	119
A.35 - Janela da tela: Pendências / Hh das ordens de serviço	120
A.36 - Janela da tela: Cartão de tempo	120
A.37 - Janela da tela: Encerramento	121
A.38 - Tela: Consultas	122
A.39 - Janela da tela: Equipamentos na manutenção	122

A.40 - Janela da tela: Equipamentos que entraram na manutenção	123
A.41 - Janela da tela: Equipamentos que saíram da manutenção	124
A.42 - Janela da tela: Equipamentos que estão pendentes	124
A.43 - Tela: Planejamento de ordens de serviço	125
A.44 - Janela da tela: Consulta ordens de serviço planejadas	126
A.45 - Janela da tela: Serviços planejados para o técnico	127
A.46 - Tela: Programação de ordens de serviço	128
A.47 - Janela da tela: Consulta ordens de serviço programadas	129
A.48 - Janela da tela: Ordens de serviço programadas para o técnico	129
A.49 - Janela da tela: Ordens de serviço pendentes do técnico	130
A.50 - Tela: Fechamento	131
A.51 - Tela: Relatórios/Gráficos	132
A.52 - Tela: Histórico	133
A.53 - Tela: Gráficos	134
A.54 - Tela: Gráfico de Pizza - (incidências por prioridade)	135
A.55 - Tela: Gráfico de Pizza - (tipos de serviços)	135
A.56 - Tela: Gráfico de Barras - (horas trabalhadas nas OS / horas disponíveis)	136
A.57 - Tela: Gráfico de Linha - (número de falhas)	137
A.58 - Tela: Opções da função Preventiva	138
A.59 - Tela: Estatísticas	139
A.60 - Tela: Gráfico de Pareto	140
A.61 - Tela: Gráfico de controle - X	142
A.62 - Tela: Gráfico de controle - R	142
A.63 - Tela: Gráfico de tendências	143

## Lista de Tabelas

- 2.1 - Níveis de prioridade 6
- 2.2 - Tipos de equipamentos 9
- 3.1 - Ocorrências de falhas em osciloscópios 16
- 3.2 - Ocorrências de falhas em osciloscópios ordenadas por número de casos 16
- 3.3 - Falhas ocorridas em osciloscópios 17
- 3.4 - Valores das médias e amplitudes 18
- 3.5 - Número de entradas de um equipamento na manutenção 22
- 5.1 - Esquemas externos simplificados dos usuários do SIGMA 65
- 5.2 - Descrição da entidade Funcionários 67
- 5.3 - Descrição da entidade Habilitações 67
- 5.4 - Descrição da entidade Clientes 68
- 5.5 - Descrição da entidade Equipamentos dos Clientes 68
- 5.6 - Descrição da entidade Procedimentos-padrão 68
- 5.7 - Descrição da entidade Classes de Equipamentos 69
- 5.8 - Descrição da entidade Esperas/Ausências 69
- 5.9 - Descrição da entidade Pendências 69
- 5.10 - Descrição da entidade Classes de Falhas 69
- 5.11 - Descrição da entidade Causas/Efeitos 69
- 5.12 - Descrição da entidade Ações 70
- 5.13 - Descrição da entidade Materiais 70
- 5.14 - Descrição da entidade Ferramentas 70
- 5.15 - Descrição da entidade Equipamentos do Laboratório 70
- 5.16 - Descrição da entidade Cartão de Tempo 71

5.17 - Descrição da entidade Histórico	71
5.18 - Descrição da entidade Senhas	72
5.19 - Descrição da entidade Ordens de Serviço	72
5.20 - Relações Básicas do SIGMA	73
5.21 - Especificação das estruturas de armazenamento e chaves de ordenação ou de acesso dos arquivos de dados do SIGMA	78
6.1 - Algumas Características do SIGMA e outros Sistemas Existentes	81
A.1 - Especificação dos arquivos do SIGMA	88
D.1 - Fatores utilizados nos gráficos de controle X-R	149

## INTRODUÇÃO

Desde quando foi introduzida na indústria brasileira, durante a década de 60, por gerentes de manutenção de empresas de grande porte, que a área de manutenção se mostrou tão importante quanto a área de operação, na geração de lucros para as empresas.

Entretanto, foi na década de 70, com a utilização dos computadores no processo, que se pôde confirmar, através do acompanhamento do desenvolvimento das técnicas de planejamento e controle de manutenção, o grau de importância da área de manutenção no contexto industrial. Contudo, o alto custo desses equipamentos e de especialistas no desenvolvimento de sistemas tornava proibitiva, em pequenas e médias empresas, a utilização das técnicas já desenvolvidas nas grandes empresas.

Hoje, a tarefa de automação do processo de planejamento e controle de manutenção foi facilitada, com o surgimento dos microcomputadores, que permitem o gerenciamento das informações a custos muito mais baixos.

No Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba - Campus II, funciona, desde 1985, uma estrutura laboratorial, que objetiva, principalmente, realizar serviços de manutenção em equipamentos eletroeletrônicos de ensino e de pesquisa da Universidade [1][2]. Essa estrutura, denominada **LEMCAD - Laboratório de Ensaio, Manutenção, Calibração, Aferição e Desenvolvimento** [3], utiliza atualmente um sistema de gerenciamento de atividades totalmente manual, que inviabiliza a utilização de novas técnicas de gerenciamento de suas atividades.

A utilização do **SIGMA (Sistema de Gerenciamento de Manutenção)** na gerência das atividades de manutenção do LEMCAD tem, como principais objetivos, proporcionar uma considerável redução dos trabalhos técnico-administrativos e uma substancial melhoria da qualidade e eficiência dos serviços por ele prestados. Para isso, o SIGMA oferece recursos para um completo gerenciamento das atividades de manutenção, de forma a otimizar os serviços de manutenção corretiva e preventiva, bem como viabilizar o planejamento de manutenção preditiva, através do estudo estatístico dos dados da manutenção.

Segue uma apresentação dos demais Capítulos e Apêndices que compõem esta dissertação.

No *Capítulo 2*, descrevem-se os tipos de manutenção, com um breve histórico. Faz-se, também, um histórico do LEMCAD, desde as atividades desenvolvidas, até os tipos de equipamentos nele mantidos, situando este Trabalho. Alguns trabalhos existentes na área de manutenção também são referenciados.

No *Capítulo 3*, faz-se uma descrição geral do SIGMA, desde detalhes de implementação, tais como escolha da linguagem de programação, recursos utilizados e metodologia de desenvolvimento, até sua descrição funcional e de uma descrição de sua interface com o usuário.

No *Capítulo 4*, fazem-se alguns comentários sobre as técnicas de modularização e criação de "overlays". Também são feitas uma completa descrição de todos os módulos e uma especificação dos arquivos de dados, arquivos de índices, arquivos de "overlays", programas executáveis e programas-fonte, que compõem o SIGMA.

No *Capítulo 5*, é especificado o banco de dados desenvolvido para o SIGMA.

No *Capítulo 6*, são apresentadas as conclusões do trabalho.

No *Apêndice A*, é apresentado o manual de utilização do SIGMA, onde são descritos os procedimentos de instalação do sistema e todas as funções por ele oferecidas.

No *Apêndice B*, descrevem-se algumas das características da linguagem *Clipper 5.01*, utilizada na implementação do SIGMA.

No *Apêndice C*, são apresentados o processador de textos *Sidekick* e o gerenciador de banco de dados *Dbase III Plus*, utilizados na fase de implementação do SIGMA.

O *Apêndice D*, contém uma tabela de valores dos fatores utilizados na implementação dos gráficos de controle X-R. A análise desses gráficos constitui uma das técnicas estatísticas oferecidas pelo SIGMA, para o planejamento de manutenção preditiva.

### MANUTENÇÃO

#### 2.1 - Introdução

A manutenção nem sempre teve a importância que hoje lhe é atribuída. Nos primórdios da industrialização mundial, final do Século XIX, com a mecanização das indústrias, não havia sequer um órgão exclusivo para execução dessa atividade, que era feita no próprio setor de operação. Só a partir da Primeira Guerra Mundial, com a implantação da produção em série, ficou evidente a necessidade da criação de equipes que pudessem executar reparos no menor tempo possível. Essa manutenção, hoje, é conhecida como **corretiva** [1].

Da mesma forma que a Primeira Guerra Mundial influenciou diretamente para que o primeiro passo fosse dado no sentido da execução da atividade de manutenção nas indústrias por equipes apenas destinadas para esse fim, a Segunda Guerra Mundial, juntamente com a necessidade do aumento de rapidez de produção, propiciou o aparecimento da manutenção **preventiva**. Percebeu-se que o processo de prevenção de avarias diminuiria consideravelmente o número de reparos a serem feitos nas máquinas operatrizes. Assim, a prevenção, juntamente com a correção, passou a formar uma estrutura tão importante quanto a de operação [1].

A utilização dos computadores no processo de manutenção, em meados da década de 60, possibilitou que critérios de predição ou previsão de falhas pudessem ser implantados, dando origem à chamada manutenção **preditiva ou previsiva**. A importância da utilização desses critérios no processo de manutenção ficou ainda mais evidente pela sofisticação dos instrumentos de medição e proteção, já naquela época, e pela necessária otimização da atuação das equipes de execução de manutenção [1][4].

Hoje, o uso dos computadores no processo de planejamento e controle dos serviços de manutenção faz-se imprescindível, pois permite melhorar a qualidade e a produtividade dos serviços executados e viabiliza a utilização de critérios de predição de falhas.

## 2.2 - Tipos de Manutenção e Terminologia Adotada

Existem várias terminologias utilizadas na área de manutenção. Embora já se tenham feito algumas padronizações, diversos órgãos e associações, adotam seus próprios conceitos, no que diz respeito à terminologia e aos critérios de subdivisão a serem adotados na manutenção.

Neste trabalho, foi adotada a seguinte terminologia:

**Manutenção** - Todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada [5].

**Falha** - Ocorrências nos equipamentos que impedem seu funcionamento [6].

**Manutenção Corretiva** - Aquela que se conduz quando o equipamento falha ou cai abaixo de uma condição aceitável quando em operação [7].

**Manutenção Preventiva** - Aquela que se conduz a intervalos predeterminados com o objetivo de manter o equipamento ou instalação em condições satisfatórias de operação e prevenir contra ocorrências de falhas [7][8].

**Manutenção Preditiva** - Aquela baseada em critérios de predição ou previsão de falhas, de forma a otimizar a reparação ou modificação de componentes de um equipamento, para evitar que este falhe ou caia abaixo de uma condição aceitável [7].

Para ilustrar os tipos de manutenção acima citados, considere-se a manutenção de um *osciloscópio*.

Há três casos a considerar:

**Caso 1:** O *osciloscópio* chega ao setor de manutenção apresentando uma falha e é devidamente consertado.

**Caso 2:** Periodicamente, o *osciloscópio* é levado ao setor de manutenção, onde são verificadas suas condições de funcionamento, a fim de se detetar alguma falha como também prevenir contra ocorrências de falhas. O período é definido seguindo um planejamento dos serviços de manutenção.

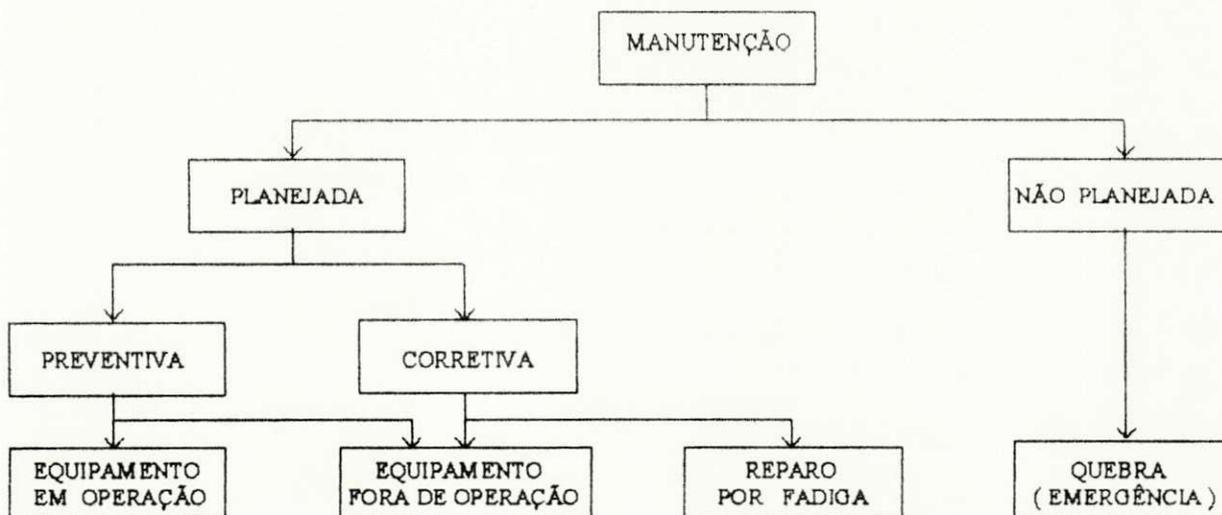
**Caso 3:** Através da análise estatística dos dados históricos de manutenções realizadas anteriormente no *osciloscópio*, este equipamento é levado periodicamente ao setor de manutenção para reparos e até troca de componentes.

No caso 1, percebe-se que o *osciloscópio* foi submetido a uma manutenção *corretiva*. Já nos casos 2 e 3, nota-se que o osciloscópio é submetido periodicamente a uma manutenção. A forma de definição do período da manutenção é o fator diferenciador entre os dois casos. No caso 2, não há critérios para previsão de ocorrência de falhas. Pode-se, portanto, incorrer-se em erros de avaliação do período da manutenção, podendo haver uma superestimação ou uma subestimação desse período. No caso 3, os erros de avaliação são minimizados, como resultado do estudo das falhas ocorridas anteriormente, que poderá indicar o melhor período a ser estipulado.

Pode-se dizer que, no caso 2, o osciloscópio foi submetido a uma manutenção *preventiva*.

Já no caso 3, diz-se que o osciloscópio foi submetido a uma manutenção *preditiva*. Nesse tipo de manutenção, o serviço é executado mais rapidamente e com mais objetividade, pois a falha pode ser imediatamente detetada. Isso, por sua vez, diminui consideravelmente o custo da manutenção.

Os critérios de subdivisão da manutenção assumidos na consecução deste Projeto e que serão adotados no *LEMCAD*, têm as características do trabalho proposto pela *ONU (Organização das Nações Unidas)* [1] e podem ser vistos na Figura 2.1 :



**Figura 2.1** - Critérios de subdivisão da Manutenção a serem adotados no *LEMCAD*

Basicamente, os serviços de manutenção são classificados em *planejados e não planejados*, como mostra a Figura 2.1.

A manutenção *planejada* poderá ser corretiva ou preventiva. Quando se utilizarem critérios para previsão de ocorrência de falhas, inclui-se nos serviços planejados a manutenção *previdiva*.

A manutenção *não planejada* identifica a "manutenção de emergência", caracterizando outro conceito importante na manutenção, que é **prioridade de atendimento** da equipe de manutenção.

A **prioridade** a ser dada no atendimento a um equipamento submetido à manutenção é um assunto polêmico. O seu conceito genérico "qualidade do que está em primeiro lugar ou do que aparece primeiro" [10] é aceito pela maioria das pessoas que trabalha no processo produtivo. Sob o aspecto técnico, a prioridade é caracterizada como "o intervalo de tempo que deve decorrer entre a constatação da necessidade de manutenção e o início dessa atividade" [1]. Os *níveis* a serem adotados para os intervalos de tempo apresentam algumas discordâncias.

Os *níveis* de prioridade adotados no SIGMA seguem, em parte, a proposta de subdivisão apresentada pela *Commonwealth Edison Company* [1], que estabelece quatro níveis subsequentes para o intervalo de tempo: *Emergência, Urgência, Necessária e Desejável*.

O nível *Urgência*, acima proposto, tem a seguinte descrição: "Manutenção que deve ser feita o mais breve possível, de preferência sem ultrapassar 24 horas, após detectada sua necessidade". Optou-se, no SIGMA, pela não utilização desse nível. Os níveis adotados no SIGMA têm a seguinte correspondência com aqueles propostos pela *Commonwealth Edison Company*:

**Tabela 2.1 - Níveis de Prioridade**

COMMONWEALTH EDISON COMPANY	SIGMA	Período de tempo para execução
Emergência	Emergência	menos de 1 dia
Urgência	(Não utilizado)	1 dia
Necessária	Urgência	1 semana (máximo)
Desejável	Programada	algumas semanas

Nos serviços não planejados, adota-se o nível de prioridade *Emergência*. Nesse caso, a manutenção deve ser feita imediatamente após detectada sua necessidade.

Já os serviços planejados poderão assumir os níveis *Urgência* e *Programada*. Utilizar-se-á a prioridade *Urgência* nos serviços que puderem ser adiados por alguns dias, porém sua execução não deve ultrapassar uma semana. Os serviços com prioridade *Programada* poderão ser adiados por algumas semanas, porém não devem ser omitidos.

### 2.3 - LEMCAD (Laboratório de Ensaio, Manutenção, Calibração, Aferição e Desenvolvimento)

A manutenção, entendida como o processo que provê os meios e condições necessários à operação plena, contínua e eficaz de equipamentos, constitui-se em atividade absolutamente indispensável.

No caso específico da Universidade Federal da Paraíba, a manutenção do seu acervo de equipamentos de ensino e pesquisa, com aplicações nas mais variadas áreas do conhecimento, reveste-se da maior importância. Essa tarefa, entretanto, é de difícil execução, em vista da inexistência, na Região, de empresas especializadas em serviços de manutenção em equipamentos científicos de precisão e da impossibilidade de buscar, de maneira sistemática, tais serviços em outras regiões do País [9].

O Departamento de Engenharia Elétrica, inicialmente utilizando recursos materiais e humanos próprios, tomou a iniciativa de criar, em 1985, uma estrutura laboratorial exclusiva para realização de serviços de manutenção de equipamentos eletroeletrônicos de ensino e de pesquisa [2]. A repercussão do trabalho do então *Laboratório de Manutenção Eletroeletrônica (LME)*, hoje *LEMCAD*, resultou numa enorme procura de seus serviços por parte dos demais órgãos da Universidade, bem como por parte de outras Universidades da região Nordeste e da iniciativa privada [3].

Não obstante o seu pequeno quadro técnico, o LEMCAD tem prestado um inestimável serviço à Universidade na recuperação de sua capacidade instalada de ensino e pesquisa, com atuação que se estende a todos os seus sete campi. A sua atuação, no entanto, tem-se restringido basicamente à *manutenção corretiva e preventiva*, utilizando um sistema gerencial, que envolve organização, planejamento e controle de atividades, totalmente *manual*.

## 2.4 - Relevância do Trabalho

Embora o sistema manual de gerenciamento de informação utilizado pelo LEMCAD tenha sido satisfatório nos primeiros anos de atividades, seu uso, hoje, com o aumento do volume de serviços prestados à UFPB, deixa muito a desejar, pelos encargos burocráticos que exige dos próprios executantes da manutenção, pelas dificuldades que oferece ao planejamento eficiente das pendências e da distribuição de ocupação de mão-de-obra, bem como pela morosidade nas consultas aos arquivos e na apresentação de relatórios.

A superação dessas dificuldades pode ser conseguida com um sistema de gerenciamento automatizado.

Existem no mercado alguns sistemas para gerenciamento de manutenção por computador [1][11]. Embora ofereçam bastante recursos em termos de relatórios e fornecimento de informações, esses sistemas são geralmente elaborados para organizar e administrar a *Manutenção Industrial*, o que dificulta sua implantação no LEMCAD, devido à utilização de dados de manutenção, em geral, fora da realidade operacional desse Laboratório.

Com isso, optou-se pelo desenvolvimento de um sistema próprio, que atendesse às especificidades locais, no que diz respeito, principalmente, ao planejamento, programação e controle dos serviços de manutenção *corretiva e preventiva* e das técnicas estatísticas a serem utilizadas para o planejamento da manutenção *preditiva*.

## 2.5 - Manutenção no LEMCAD

Como já foi dito, o LEMCAD presta serviços a todos os sete campi da UFPB e ainda à iniciativa privada. Com isso, recebe equipamentos dos mais diversos tipos.

Os tipos de equipamentos e os respectivos percentuais de utilização do LEMCAD podem ser vistos na Tabela 2.2. Esses dados foram obtidos a partir de uma pesquisa no histórico dos serviços prestados pelo LEMCAD, desde a sua fundação, em 1985, até 1992.

Tabela 2.2 - Tipos de Equipamentos

Tipos de Equipamentos	%
Eletrônico	60
Eletroquímico	20
Eletromecânico	15
Elétrico	05

Esses tipos são divididos em *classes de equipamentos*. Esta classificação é ilustrada na Figura 2.2, para o tipo *Eletrônico*.

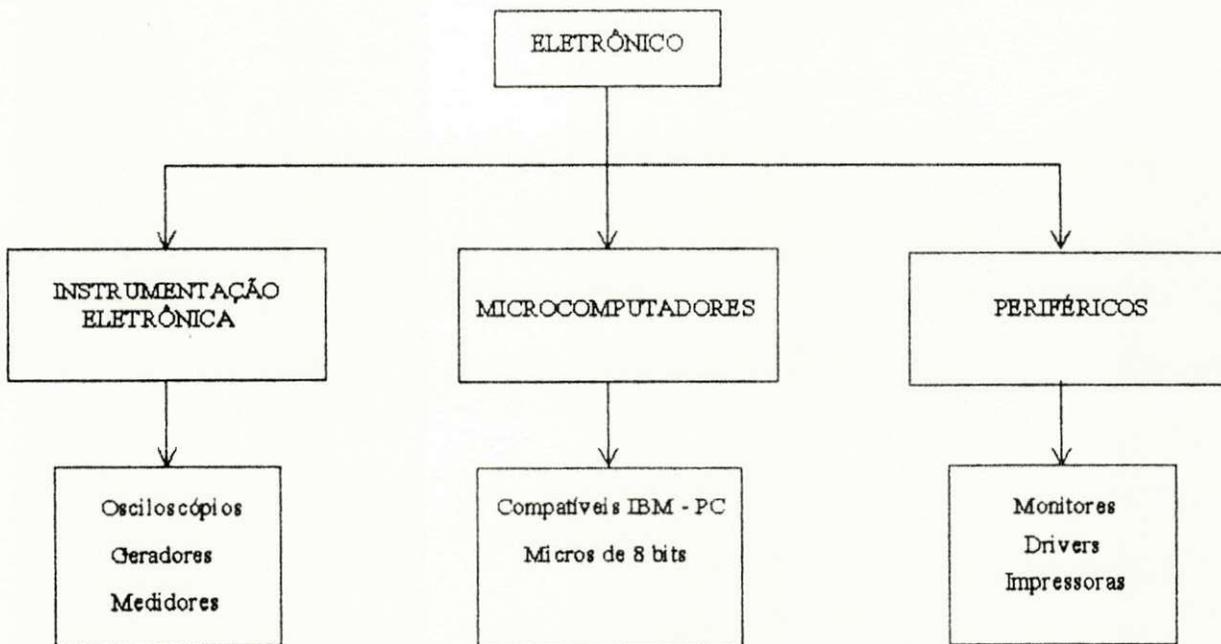
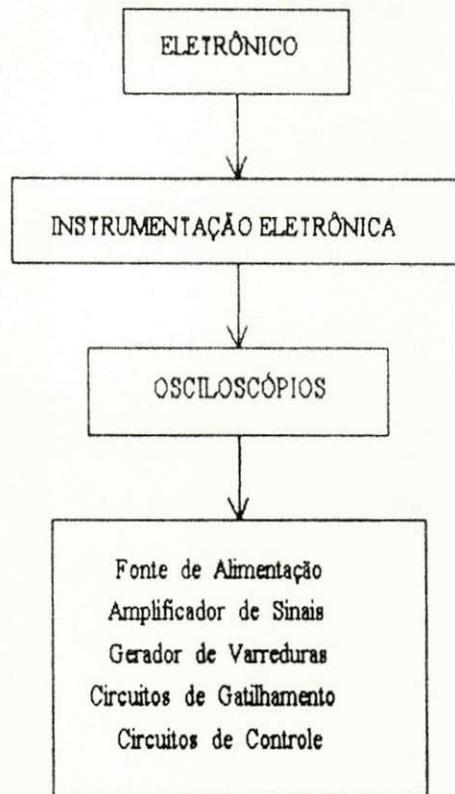


Figura 2.2 - Exemplo de Classes de Equipamentos

Para cada *classe de equipamento*, são associadas *classes de falhas*, que definem os módulos de cada equipamento onde eventualmente ocorrem as falhas (vide Figura 2.3).



**Figura 2.3 - Exemplo de Classes de Falhas**

O gerenciamento *manual* de atividades, atualmente adotado no LEMCAD, não permite um melhor planejamento dos serviços de manutenção *corretiva e preventiva*, assim como não oferece recursos para a execução da manutenção *preditiva*.

## 2.6 - Manutenção no LEMCAD com o SIGMA

Através da utilização do SIGMA no gerenciamento das atividades de manutenção do LEMCAD, pretende-se otimizar o *planejamento da manutenção corretiva e preventiva*, e, com o *estudo estatístico dos dados da manutenção*, possibilitar a execução da *manutenção preditiva*.

Como pode ser visto no Capítulo 3 e no Apêndice A, o SIGMA oferece funções que permitem todo o planejamento das atividades de manutenção. Com isso, as manutenções *corretiva e preventiva* poderão ser mais bem planejadas.

A execução da manutenção *preditiva* fica condicionada à aquisição dos dados necessários, não disponíveis atualmente. Para isso, são oferecidas as *técnicas estatísticas: Pareto, controle*

*X-R e tendências*. Os dados a serem utilizados são: *ocorrências de falhas e número de entradas dos equipamentos na manutenção*.

Na verdade, será possibilitada a manutenção *preditiva* em termos de *classes de falhas dos equipamentos*. Como foi dito na Seção 2.5, as classes de falhas definem os módulos dos equipamentos onde podem ocorrer as falhas. Não está previsto, no entanto, na versão atual, fazer-se uma predição em termos do melhor período para troca de componentes dos equipamentos. Essa predição exigiria um maior nível de detalhamento dos dados.

Seguindo a proposta do SIGMA, é possível se fazer uma predição, por exemplo, do período de ocorrência de falhas na fonte de alimentação dos osciloscópios (Figura 2.3). Entretanto, não está disponível a informação de qual componente ou de quais componentes da fonte de alimentação estão causando essas falhas.

A manutenção preditiva, em termos de componentes, não está no escopo deste trabalho. Entretanto, poderá ser considerada em futuras versões do SIGMA.

## 2.7 - Conclusão

Neste Capítulo, foram apresentados um histórico da manutenção e alguns conceitos básicos na área de manutenção. O estudo desses conceitos constituiu-se numa atividade fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Apresentaram-se os tipos de manutenção e a terminologia utilizada, bem como os níveis de prioridade de atendimento aos serviços de manutenção que foram adotados no SIGMA.

Fez-se, ainda, uma menção ao LEMCAD, fazendo-se uma descrição de sua estrutura organizacional, bem como das alterações e recursos, propiciados pelo gerenciamento automatizado, viabilizado através da implantação do SIGMA neste Laboratório.

## SIGMA

### 3.1 - Introdução

O SIGMA foi idealizado com a finalidade de proporcionar uma considerável redução dos trabalhos técnico-administrativos do LEMCAD e uma substancial melhoria da qualidade e eficiência dos serviços por ele prestados. Isto deverá ser obtido a partir de um planejamento mais eficiente das pendências e da distribuição de mão-de-obra, bem como mais eficiência na consulta aos arquivos, na apresentação de relatórios e informações aos clientes.

Além disso, o SIGMA deverá possibilitar a análise dos dados da manutenção através de técnicas estatísticas, visando o planejamento de manutenção preditiva.

### 3.2 - Descrição Funcional

O SIGMA oferece, de uma forma geral, funções para:

- \* A codificação e cadastramento dos recursos humanos e de materiais, ferramentas e equipamentos do LEMCAD;
- \* O cadastramento de todos os clientes do LEMCAD, como também dos equipamentos a eles associados;
- \* O planejamento e avaliação dos recursos necessários à execução dos serviços;
- \* O processamento e emissão de ordens de serviço;
- \* O planejamento, programação e controle dos serviços de manutenção corretiva e preventiva;
- \* A elaboração de um histórico das manutenções realizadas e um histórico de falhas por equipamento;
- \* A análise estatística dos dados do histórico dos equipamentos visando o planejamento de manutenção preditiva;

\* A avaliação contínua dos serviços;

### 3.3 - Implementação

Inicialmente, foi feito todo um trabalho de pesquisa na estrutura organizacional do LEMCAD, visando-se obter os dados necessários para organização do banco de dados a ser projetado, bem como dos tipos de relatórios e formulários lá utilizados, e os que seriam propostos no novo sistema.

Todo o método de planejamento, programação e controle dos serviços a ser implantado foi detalhadamente elaborado, fazendo-se adequações ao existente, visando obter-se uma maior eficiência na execução dos serviços, e modificações no que diz respeito aos dados da manutenção a serem considerados na nova estrutura organizacional.

Essa etapa, que contou com a participação da coordenação do LEMCAD, foi das mais importantes, pois definiu as funções que o sistema deveria comportar, como também o modelo do banco de dados a ser utilizado.

Com a coleta desses dados, partiu-se, então, para a definição do modelo do banco de dados, bem como da linguagem de programação a ser utilizada para a consecução do Projeto (vide Seção 3.3.1).

As considerações sobre a escolha do modelo dos dados do sistema de informação proposto podem ser vistas no Capítulo 5.

O SIGMA foi desenvolvido em linguagem Clipper 5.01, contando com aproximadamente 14.000 linhas de código-fonte. Para sua instalação são necessários 700 kbytes de espaço em disco.

#### 3.3.1 - Escolha da linguagem de programação

A escolha da linguagem Clipper 5.01 se deveu a três fatores:

- 1) Disponibilidade, na linguagem, de funções eficientes na formatação de telas para entrada e saída de dados no vídeo e geração de relatórios em impressora, e funções que permitem um completo gerenciamento dos dados;
- 2) Adequação ao modelo de banco de dados escolhido. O Clipper foi projetado para gerenciar bancos de dados relacionais. O modelo de dados relacional foi o modelo escolhido para o banco

de dados do SIGMA (vide Capítulo 5);

3) Um conhecimento inicial razoável da linguagem por parte do Autor,

O Clipper é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados, tendo-se originado do Dbase III, que permite criar, manipular e gerenciar banco de dados relacionais de pequeno e médio portes utilizando microcomputadores da linha IBM-PC (vide Apêndice B).

### 3.3.2 - Recursos utilizados

Utilizou-se, na implementação do sistema SIGMA, um microcomputador PC-AT/386/40MHz/VGA e uma impressora de 80 colunas.

Foram utilizadas as seguintes ferramentas de software: o processador de textos **Sidkick** e o gerenciador de banco de dados **Dbase III Plus**, para edição dos programas-fonte e criação e manipulação de arquivos de dados, respectivamente (vide Apêndice C).

### 3.3.3 - Ambiente necessário

O SIGMA deve ser rodado em microcomputadores da família IBM- PC, com a seguinte configuração mínima:

- \* 1 Winchester
- \* 1 Driver Flexível
- \* Memória de 640 Kbytes - RAM
- \* Impressora de 80 ou 132 colunas

### 3.4 - Técnicas Estatísticas

Das várias técnicas estatísticas existentes para análise do comportamento de uma variável ao longo do tempo, foram escolhidas, para a análise dos dados do LEMCAD, as seguintes: *Gráfico de Pareto, Gráfico de Controle e Gráfico de Tendências.*

Da análise dos gráficos propostos, espera-se obter subsídios, para se fazer um planejamento do período de manutenção preditiva dos equipamentos já mantidos no LEMCAD.

O gráfico de **tendências** será importante na determinação do período de manutenção, visto que apresenta o comportamento ao longo dos anos do número de entradas de determinado equipamento na manutenção.

Já os gráficos de **Pareto e de controle** relacionarão as ocorrências de falhas à classe de equipamentos.

Essas técnicas estatísticas foram escolhidas, dentre outras, devido, principalmente, à importância das informações, por elas retornadas, para o planejamento a ser feito, como também à sua adequação aos dados a serem analisados.

Na verdade, a escolha dessas técnicas não invalida que outras técnicas também possam vir a ser utilizadas futuramente, com igual ou maior eficiência.

Estas técnicas estatísticas são descritas detalhadamente a seguir.

### 3.4.1 - Gráfico de Pareto

O gráfico de **Pareto** consiste em um gráfico de blocos ou barras, que mostra as causas principais de falhas ordenadas da maior à menor importância.

O gráfico de Pareto mostra a porcentagem acumulada das falhas, indicando as mais e as menos frequentes. Assim, é facilitada a detecção das principais falhas ocorridas [12][13].

### Aplicação

Considerem-se as falhas verificadas em uma classe de equipamentos durante um determinado período, como mostrado na Tabela 3.1.

**Tabela 3.1** - Ocorrências de falhas em osciloscópios

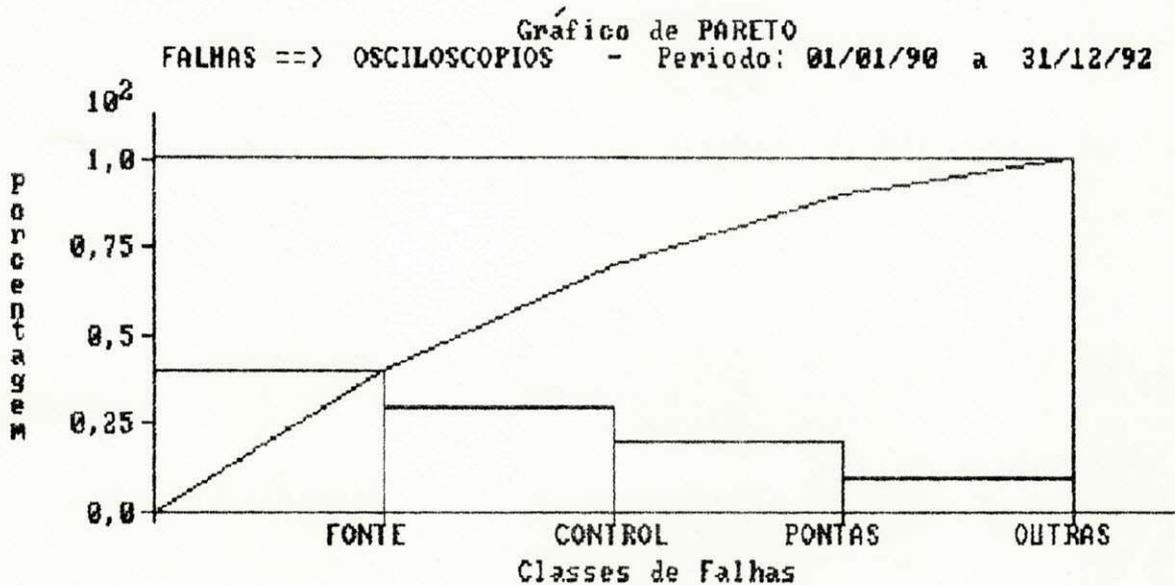
Descrição	Número de Casos
PONTAS DE PROVA	15
CONTROLE E CONECTORES	20
FONTE DE ALIMENTAÇÃO	25
OUTROS	10
<b>Total</b>	<b>70</b>

Esses mesmos dados ordenados, com suas porcentagens, se encontram na Tabela 3.2:

**Tabela 3.2** - Ocorrências de falhas nos osciloscópios, ordenadas por número de casos.

Falhas	Número de Casos	%	% Acumulada
FONTE DE ALIMENTAÇÃO	25	35,7	35,7
CONTROLE E CONECTORES	20	28,6	64,3
PONTAS DE PROVA	15	21,4	85,7
OUTROS	10	14,3	100,0
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100,0</b>	

O gráfico de Pareto é mostrado na Figura 3.1:

**Figura 3.1** - Gráfico de Pareto

Para o exemplo mostrado, verifica-se que as falhas nas fontes e controles foram responsáveis por quase 65% das falhas nos osciloscópios.

Esse dado é bastante importante, visto que serve de orientação para ações a serem tomadas pelos técnicos quando de uma manutenção em equipamentos dessa classe, como também, a partir de uma investigação minuciosa dessas falhas, se pode conseguir uma minimização de ocorrências. Obtém-se, com isso, juntamente com um planejamento do período de manutenção, um aumento no tempo de operação dessa classe de equipamentos.

### 3.4.2 - Gráfico de controle

O gráfico de controle permite detetar a existência de uma causa especial para um evento ou informa que a variação observada deve ser atribuída a causas comuns.

Os movimentos de subida e descida dos pontos não devem ser levados em consideração pelo operador, a não ser que mostrem uma tendência ou, então, indiquem que um ponto saiu dos limites de controle estatístico. Uma seqüência de pontos consecutivos, tendendo para cima ou para baixo, ou uma série de pontos abaixo ou acima da média, normalmente indicarão a existência de uma causa especial [12][13].

O tipo mais comum de gráfico de controle é aquele que indica a variação dos valores da média e amplitude no decorrer do tempo. Esse tipo é denominado gráfico de controle X-R.

### Aplicação

Considerem-se as falhas verificadas em uma classe ou tipo de equipamento durante três anos, como mostrado na Tabela 3.3.

**Tabela 3.3** - Falhas ocorridas em osciloscópios

Falhas	1990	1991	1992
FONTE	2	3	3
CONNECTORES	2	2	2
PONTAS DE PROVA	1	1	2
OUTRAS	1	0	1

Para a construção do gráfico de controle X-R, devem-se seguir os seguintes passos:

### PASSO 1:

- Define-se o número de subgrupos;
- Calculam-se a média e a amplitude para cada ano.

Cada falha indica um subgrupo. Nesse caso, têm-se quatro subgrupos ( $n = 4$ ).

A média,  $\bar{X}$ , em cada ano, é definida por:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4}{4}$$

A amplitude, R, é definida por:

$$R = \text{Maior Valor} - \text{Menor Valor}$$

Os valores calculados são mostrados na Tabela 3.6:

Tabela 3.4 - Valores das médias e amplitudes

Ano	1990	1991	1992
$\bar{X}$	1,5	1,5	2
R	1	3	2

### PASSO 2:

- Calcula-se a média global (média das médias);
- Calcula-se a média das amplitudes.

Média Global

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1,5 + 1,5 + 2}{3} = 1,7$$

$\bar{\bar{X}}$  é a linha central do gráfico de controle - X.

Média das Amplitudes

$$\bar{R} = \frac{3 + 1 + 2}{3} = 2,0$$

$\bar{R}$  é a linha central do gráfico de controle - R.

**PASSO 3:**

- Calculam-se os limites de controle X-R.

Para o cálculo dos limites de controle X-R, utilizam-se as seguintes expressões:

\* Gráfico de controle - X

$$\text{Limite Superior de Controle (LSCx)} = \bar{\bar{X}} + A2 \times \bar{R}$$

$$\text{Limite Inferior de Controle (LICx)} = \bar{\bar{X}} - A2 \times \bar{R}$$

\* Gráfico de controle - R

$$\text{Limite Superior de Controle (LSCr)} = D4 \times \bar{R}$$

$$\text{Limite Inferior de Controle (LICr)} = D3 \times \bar{R}$$

Os fatores A2, D4 e D3 são função do número de subgrupos [13], n, utilizados na análise, e podem ser vistos no Apêndice D.

Para  $n = 4$ , A2, D4 e D3 assumem os valores:

$$A2 = 0,729$$

$$D4 = 2,282$$

$$D3 = 0$$

Os valores dos limites são:

$$LSC_x = 3,13$$

$$LSL_x = 0,20$$

$$LSC_r = 4,55$$

$$LIC_r = 0,00$$

Os gráficos de controle X-R são mostrados nas Figuras 3.2 e 3.3.

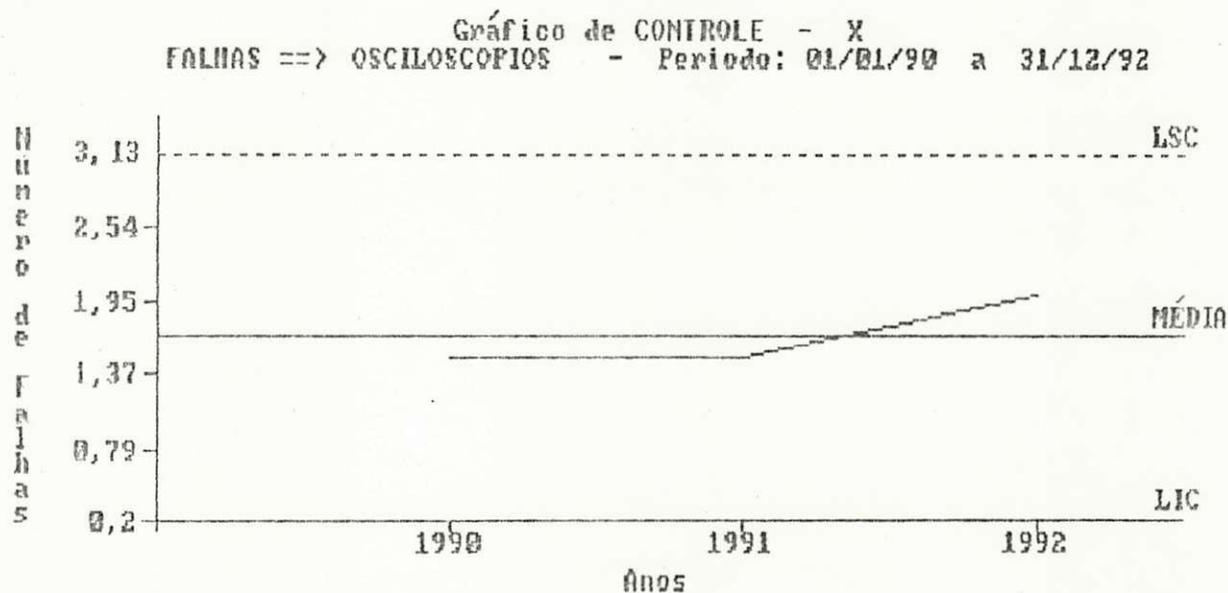


Figura 3.2 - Gráfico de controle - X.

Gráfico de CONTROLE - R  
 FALHAS ==> OSCILOSCOPIOS - Período: 01/01/90 a 31/12/92

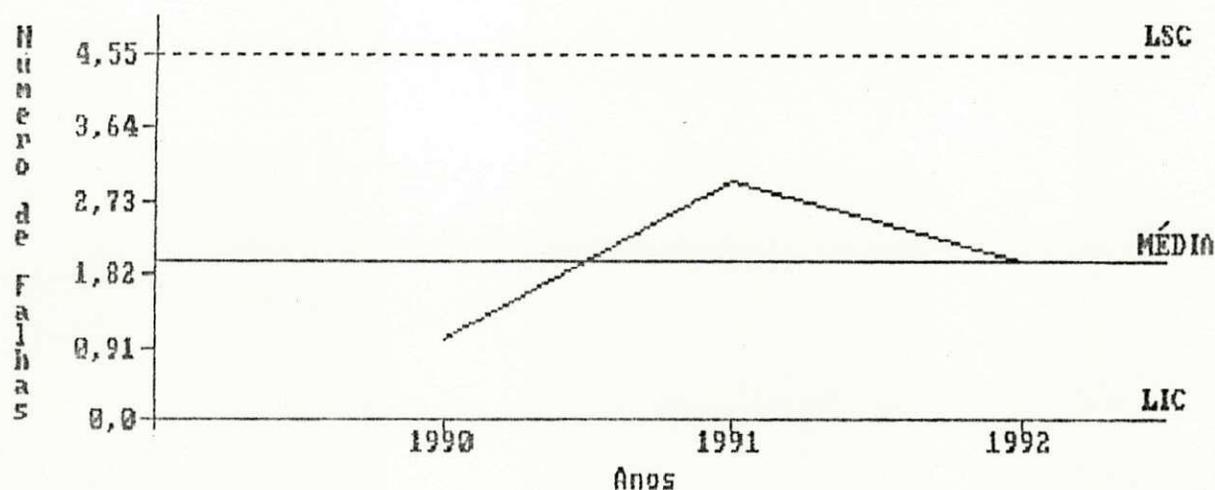


Figura 3.3 - Gráfico de controle - R.

Verifica-se nos gráficos de Controle X-R, mostrados nas Figuras 3.2 e 3.3, que o comportamento dos pontos não indica nenhuma tendência de valores. Além disso, estão sempre dentro dos limites de controle estatístico.

Pode-se concluir, portanto, que não há nenhuma causa especial, ou seja, o movimento de subida e descida dos pontos do gráfico mostrado não caracteriza nenhuma ocorrência especial de falha que deva ser levada em consideração na análise.

### 3.4.3 - Gráfico de tendências

Através do gráfico de tendências, pode-se observar o comportamento de uma determinada variável em um período de tempo.

Se a variável de interesse apresentar, seguidamente, pontos acima ou abaixo da média, isso pode caracterizar uma situação especial, que deve ser considerada pelo analista. Se houver seguidos pontos para cima ou para baixo, pode-se dizer que há uma tendência de essa variável assumir um determinado valor ao longo do tempo [14].

Esses dados podem ser bastante úteis no planejamento do período de manutenção

predictiva, pois, a partir deles, se pode conseguir uma normalização do comportamento da variável, garantindo um tempo de operação maior para o equipamento.

### Aplicação

Considere-se, como variável de interesse, o número de entradas de um equipamento no setor de manutenção, observado ao longo dos anos, como mostra a Tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Número de entradas de um equipamento na manutenção

Ano	Número de Entradas
1985	1
1986	1
1987	1
1988	2
1989	2
1990	2
1991	3
1992	4

Para a construção do gráfico de tendências, deve-se calcular a média,  $M$ , dos valores observados. No presente exemplo,

$$M = \frac{1+1+1+2+2+2+3+4}{8} = 2,0$$

O gráfico de tendências é mostrado na Figura 3.4.

GRÁFICO DE TENDÊNCIAS - Número de Entradas  
 Equipamento: 0001 Período: 01/01/85 a 31/12/92

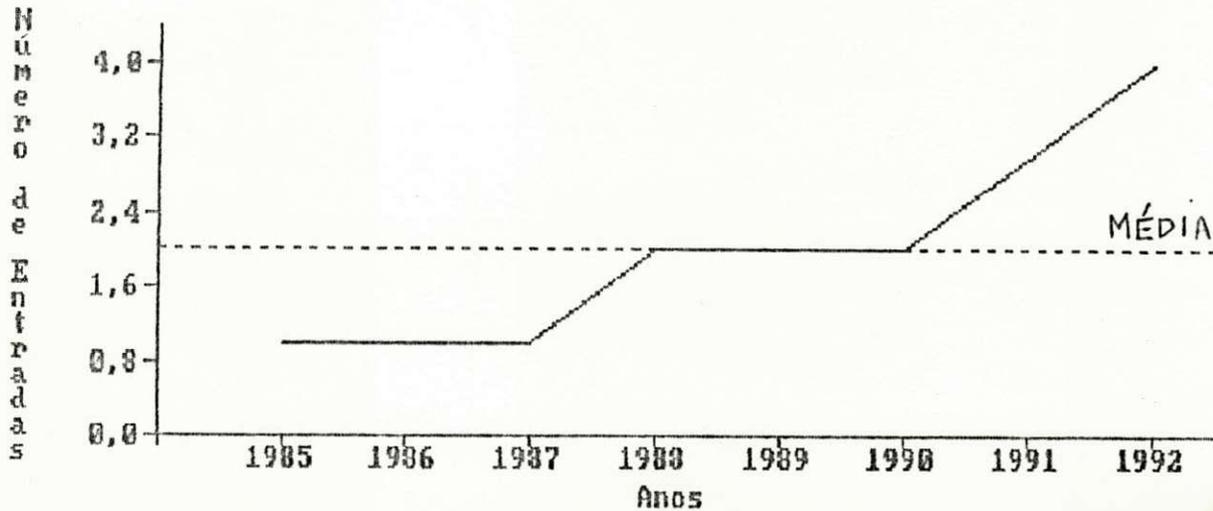


Figura 3.4 - Gráfico de tendências.

O gráfico de tendências apresentado, mostra uma tendência de aumento no valor das amostras, ao longo do tempo. Isto pode indicar uma ocorrência de falha especial no equipamento em questão, que deve ser investigada. A partir desses dados, pode-se, também, fazer um melhor planejamento do período de manutenção preditiva, de modo a reduzir ou estabilizar o número de entradas deste equipamento no setor de manutenção, aumentando o seu tempo de operação.

### 3.5 - Interface com o Usuário

Muitos grupos vêm-se dedicando para atingir o ideal em termos de interface, ou seja, que a máquina se comunique com o seu usuário através de uma linguagem que lhe seja comum. Entretanto, as máquinas têm linguagem própria e precisam receber instruções adequadas para funcionar [15].

Surge, assim, a maior função da interface: fazer com que o computador se comunique adequadamente com as pessoas. Se a interface for auto-explicativa e fácil de operar, diz-se que é uma interface amigável.

Uma descrição resumida da interface do SIGMA é apresentada nas Subseções seguintes. Para maiores detalhes, vide Apêndice A.

### 3.5.1 - Funções do SIGMA

O SIGMA apresenta as seguintes funções principais:

- Ambiente
- Arquivos
- Administrativo
- Preventiva

Na função **ambiente**, o usuário escolhe o modo de vídeo em que vai trabalhar e atualiza as senhas do sistema. O SIGMA está configurado originalmente para rodar em um ambiente EGA/VGA, pois utiliza cores, tanto na entrada e saída de dados, como também nos gráficos. Caso o usuário queira rodá-lo em outro ambiente, este deverá ser especificado nessa função, principalmente se for utilizar as funções gráficas. Já a atualização ou consulta às senhas do sistema não poderão ser feitas por qualquer usuário, somente aquele autorizado para tal.

Na função **arquivos**, é feita a manutenção dos arquivos do SIGMA. Nessa função, os arquivos podem ser criados, copiados, restaurados e reorganizados.

A função **administrativo** é responsável por grande parte das funções oferecidas pelo SIGMA. Toda a parte de planejamento, programação e controle dos serviços é feita nessa função.

Já na função **preventiva**, pode ser feito o planejamento da manutenção preventiva, como também a análise estatística dos dados da manutenção, visando o planejamento da manutenção preditiva.

Um diagrama de blocos contendo todas as funções do SIGMA pode ser visto na Figura 3.5.

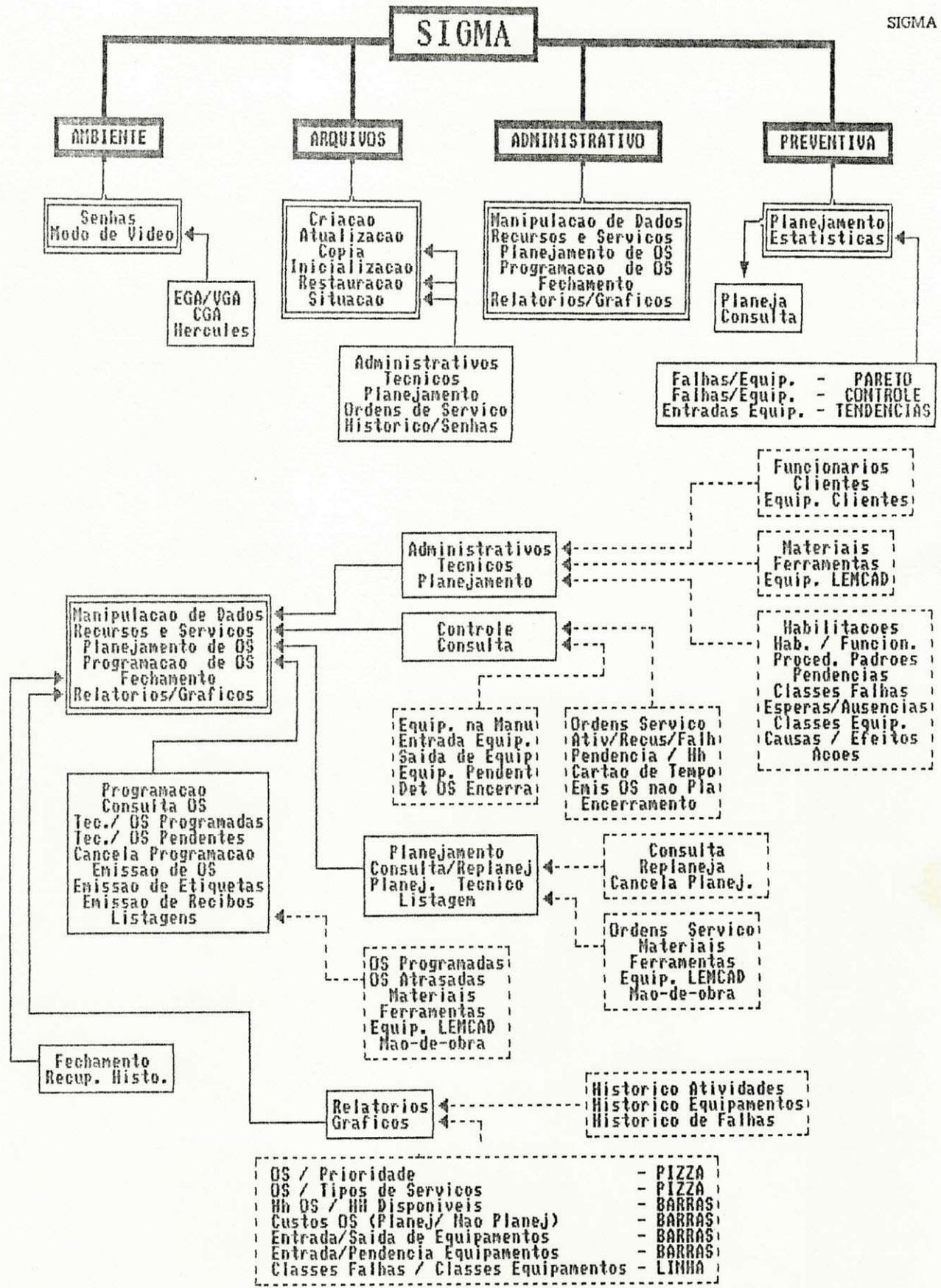


Figura 3.5 - Diagrama de blocos das funcoes do SIGMA

### 3.5.2 - Apresentação da informação

O SIGMA apresenta uma tela dividida em cinco áreas, conforme ilustrado na Figura A.1. Esta distribuição só não é verificada quando da exibição das telas gráficas.

Nos vários tipos de consultas oferecidos pelo SIGMA, além dos relatórios convencionais, em vídeo ou impressora, diversas informações são apresentadas, através de gráficos, tanto nas funções destinadas ao controle e planejamento administrativo, como também, e principalmente, nas funções destinadas à análise estatística. A utilização de gráficos visa facilitar a análise dos dados, que não é tão direta a partir dos relatórios convencionais.

O SIGMA está inicialmente configurado com a utilização de cores, o que é importante, principalmente no destaque de mensagens na tela e na apresentação dos gráficos, de forma a torná-los mais inteligíveis. No entanto, o SIGMA funciona satisfatoriamente em sistemas que não disponham desse recurso.

### 3.5.3 - Entrada no SIGMA

Após a verificação da existência dos arquivos do banco de dados e a alocação, em memória, da tabela dos arquivos e seus índices, é apresentado ao usuário um menu com as classes de usuários que comumente utilizarão o SIGMA: **supervisor, secretária e técnico**. Escolhida a classe, será então pedida a senha de acesso. Esta senha definirá as funções que o usuário poderá acessar no sistema. No caso de digitação não correta da senha, a execução do SIGMA é terminada. Caso contrário, será exibida a sua tela principal.

Apenas os usuários contidos na classe **supervisor** poderão modificar ou consultar as senhas de acesso.

### 3.5.4 - Estilos de diálogo

Optou-se, no SIGMA, pela utilização de menus como principal meio de entrada de comandos, bem como para otimizar a entrada de dados em determinados campos, quando estes assumirem valores dentro de uma faixa de valores predefinidos ou de valores previamente cadastrados no banco de dados do sistema.

Utilizou-se o estilo pergunta e resposta, nas consultas onde o usuário deva entrar com as chaves de acesso necessárias a cada consulta, tais como: **códigos, nomes e datas**.

Há casos em que o usuário deverá responder a uma pergunta do SIGMA; entretanto, a

resposta está limitada a algumas opções, que são apresentadas em um menu. Esta situação caracteriza o estilo pergunta e resposta associado a menus.

### 3.5.5 - Métodos de ajuda

De forma a orientar o usuário no uso do SIGMA, são apresentadas, em duas áreas da tela, mensagens que indicam a função em andamento, mensagens de erro e mensagens que auxiliam também quanto a operação e navegação no sistema.

Foram definidas algumas macrofunções, de forma a possibilitar que usuários mais experientes no sistema executem determinadas funções mais rapidamente, sem percorrer dos menus.

O SIGMA oferece dois tipos de documentação: "on-line" e "off-line".

Na documentação "on-line", são apresentadas informações sensíveis ao contexto, que dizem respeito a função que está sendo executada pelo usuário, de modo a auxiliá-lo em qualquer situação dentro do sistema.

Já na documentação "off-line" (vide Apêndice A), foi criado um manual impresso, que aborda os seguintes tópicos: *instalação, informações gerais, interface com o usuário e descrição de funções.*

### 3.6 - Conclusão

Neste Capítulo, foi feita uma descrição do SIGMA, abordando-se aspectos de sua implementação, como: escolha da linguagem, recursos utilizados e ambiente necessário. Fez-se, ainda, referência às técnicas estatísticas por ele oferecidas, bem como uma descrição resumida de sua interface com o usuário.

## ARQUITETURA DO SIGMA

### 4.1 - Introdução

Neste Capítulo, serão descritos os módulos de funções do SIGMA. Antes, porém, serão feitos alguns comentários a respeito das técnicas de modularização e da construção de "overlays", justificando o porquê da utilização, no SIGMA, dessas técnicas.

### 4.2 - Estrutura Modular

A técnica da modularização consiste na divisão das funções de uma aplicação em módulos. Cada um desses módulos será chamado por um módulo principal (ou gerenciador) e possuirá seu próprio conjunto de programas-fonte [16][17].

Há uma série de razões que justifica a utilização dessa técnica: maior clareza, rapidez e eficiência na depuração de erros, bem como maior facilidade na modificação dos programas-fonte existentes e na inclusão de novos. É importante ressaltar, ainda, que essa técnica abre a possibilidade de criação de "overlays" (vide Seção 4.3).

Como foi dito na Subseção 3.3.1, o SIGMA foi desenvolvido em CLIPPER 5.01. Esta linguagem sugere a utilização da técnica de modularização como a mais conveniente estrutura a ser utilizada, principalmente em aplicações que apresentem um grande número de funções, como é o caso do SIGMA. Conseqüentemente, utilizou-se, no seu desenvolvimento, a técnica da modularização.

### 4.3 - "Overlays"

A construção de "overlays" é uma técnica que permite a execução de programas grandes utilizando-se pouca quantidade de memória. Portanto, construindo "overlays", poderão ser executados programas que normalmente exigiriam um volume de memória maior do que a memória disponível no computador utilizado [16][17].

"Overlays" são partes ou segmentos do programa aplicativo que só permanecerão na memória RAM do computador quando estiverem sendo executados. A porção de memória que os "overlays" dividem entre si é chamada de "área de overlay" e terá o seu tamanho determinado pelo maior dos "overlays".

De uma forma geral, podem ser criados dois tipos de "overlays": internos e externos. Ambos funcionam de forma idêntica, diferenciando-se apenas na forma como são armazenados no disco.

Os "overlays" internos são gerados e incluídos, juntamente com o módulo principal, dentro do mesmo arquivo .EXE, não sendo visíveis para o sistema operacional. Já os "overlays" externos, que são gravados em arquivos separados e recebem a extensão .OVL, não são incluídos no arquivo .EXE, que contém o módulo principal. É recomendável que, em sistemas, no mínimo de médio porte, como é o caso do SIGMA, se utilizem "overlays" externos, de forma a tornar menor o arquivo .EXE. No SIGMA, portanto, optou-se pela utilização de "overlays" externos.

#### 4.4 - Arquivos do SIGMA

O SIGMA é composto de três arquivos executáveis, nove arquivos de "overlays", vinte e cinco arquivos de dados, vinte e um arquivos de índices e vinte e seis programas-fonte.

Na Tabela A.1, são especificados todos os arquivos .EXE, .OVL, .DBF, .NTX e .PRG que compõem o SIGMA.

#### 4.5 - Especificação dos Módulos de Funções do SIGMA

Como foi dito na Seção 4.2, o SIGMA foi estruturado modularmente. Um diagrama de blocos e uma descrição completa dos módulos do SIGMA são apresentados a seguir.

##### 4.5.1 - Diagrama de blocos

Um diagrama de blocos, com todos os módulos de funções utilizados no SIGMA, pode ser visto na Figura 4.1.

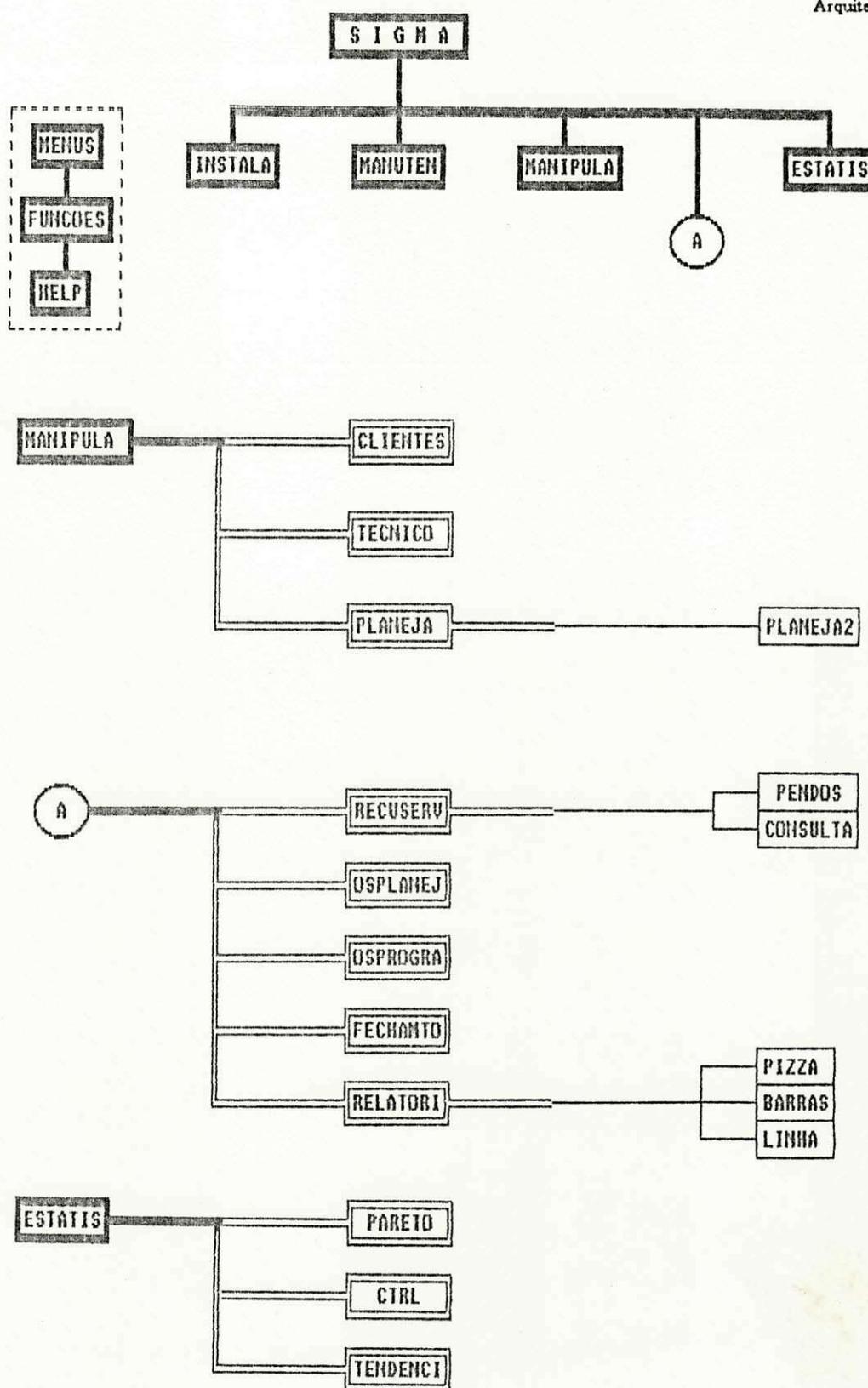


Figura 4.1 - Módulos de Funções do SIGMA

## 4.5.2 - Descrição dos módulos

Faz-se, a seguir, uma descrição de todos os módulos do SIGMA, especificando-se o seu objetivo, os módulos que são acessados, que módulos o acessa e seu algoritmo básico em forma de fluxograma.

Nos fluxogramas, foram utilizados os símbolos mostrados na Figura 4.2.

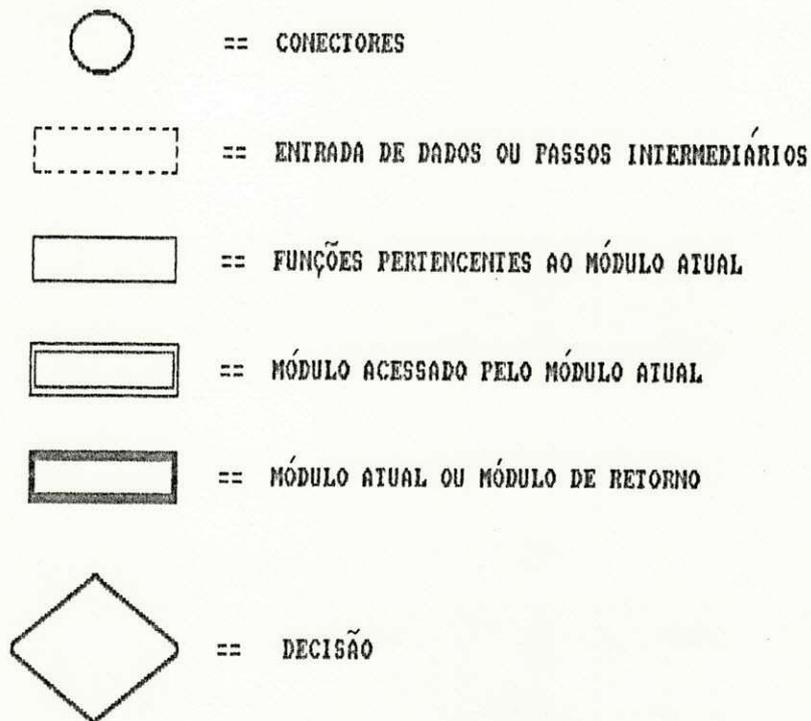


Figura 4.2 - Símbolos utilizados nos fluxogramas

### SIGMA

Este é o módulo principal do sistema, responsável pelo gerenciamento de todos os outros módulos (vide fluxograma na Figura 4.3).

Acessa diretamente os seguintes módulos:

\* INSTALA

- \* MANUTEN
- \* MANIPULA
- \* RECUSERV
- \* OSPLANEJ
- \* OSPROGRA
- \* FECHAMTO
- \* RELATORI
- \* ESTATIS

### MENUS

Este módulo contém funções que retornam as opções de todos os menus utilizados no sistema.

Desse modo, pode ser acessado a partir de diversos módulos do sistema.

### FUNCOES

Este módulo contém todas as funções especiais utilizadas no sistema. São funções para montagem das janelas dos menus, criação dos menus com opções variáveis, definição de cores, cabeçalhos dos relatórios e macrofunções, e ainda processamento inicial do banco de dados e controle de acesso.

Desse modo, a exemplo do módulo MENUS, pode ser acessado a partir de diversos módulos do sistema.

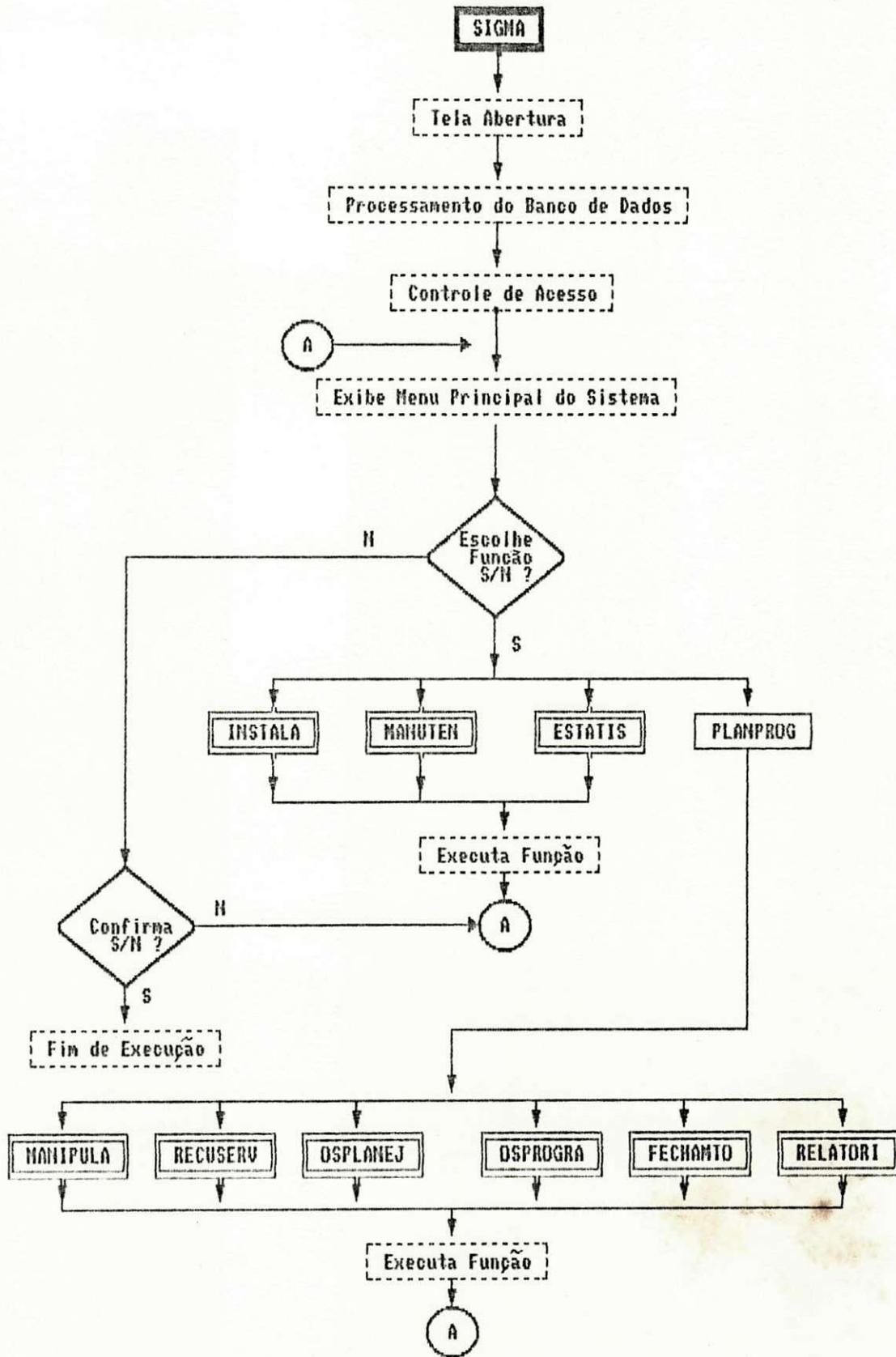


Figura 4.3 - Fluxograma do módulo SIGMA.

HELP

Este módulo contém as mensagens do modo de ajuda "on-line", que podem ser requeridas em qualquer módulo do sistema (vide fluxograma na Figura 4.4).



Figura 4.4 - Fluxograma do módulo HELP.

INSTALA

Este módulo contém funções que permitem a manipulação das senhas de acesso e modo de vídeo do sistema (vide fluxograma na Figura 4.5).

É acessado a partir do módulo SIGMA.

MANUTEN

Este módulo permite a manipulação dos arquivos de dados do sistema (vide fluxograma na Figura 4.6).

É acessado a partir do módulo SIGMA.

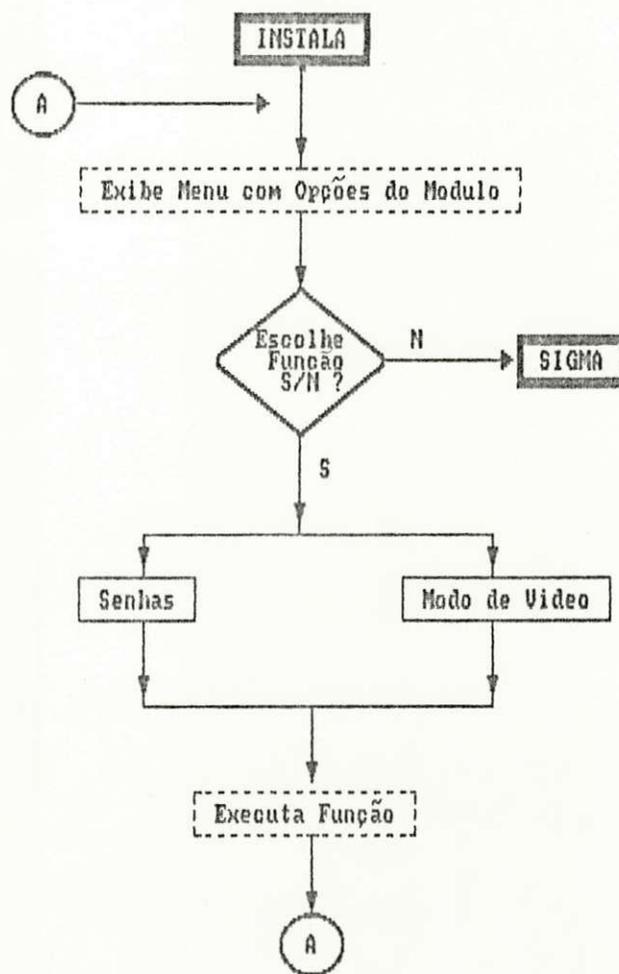


Figura 4.5 - Fluxograma do módulo INSTALA.

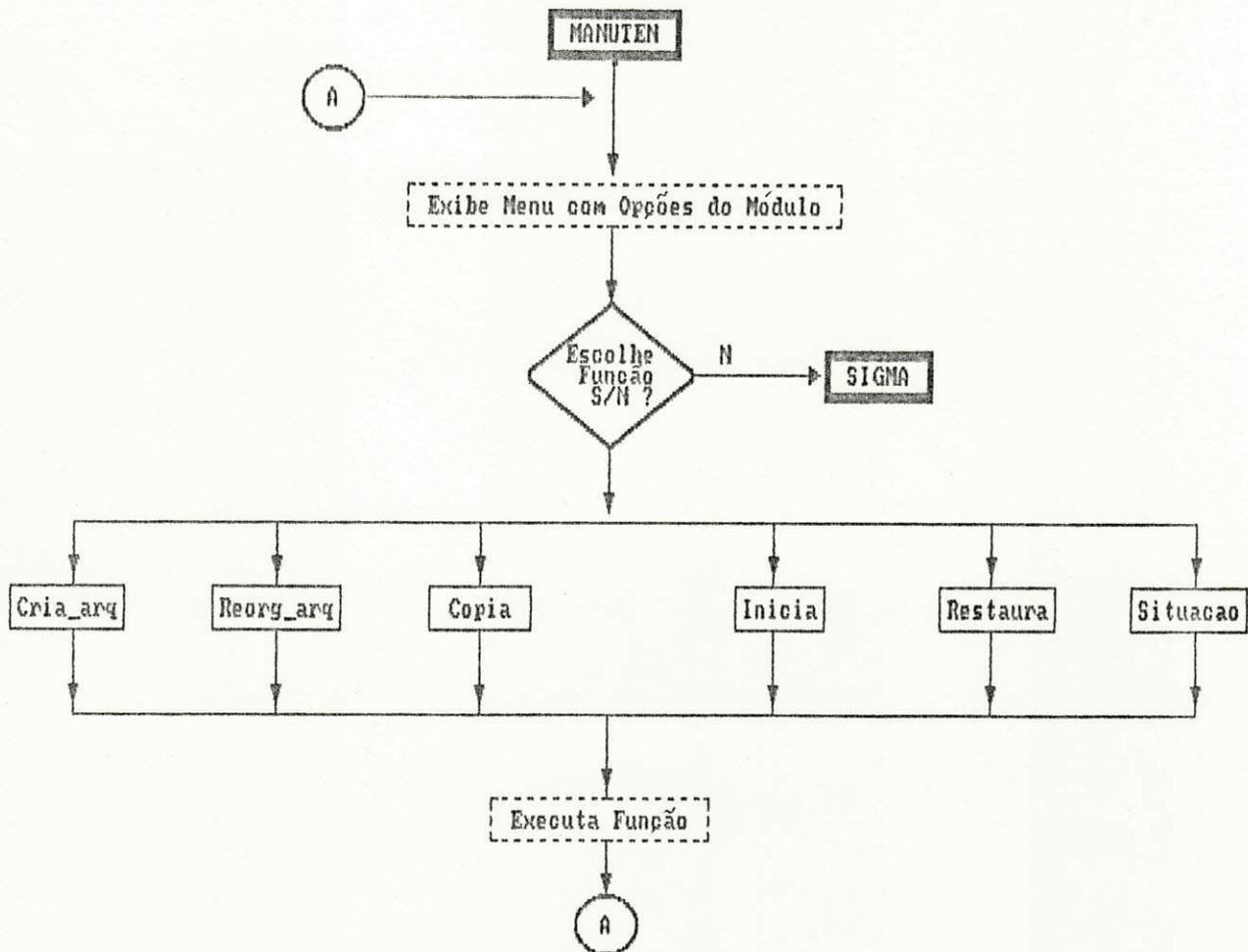


Figura 4.6 - Fluxograma do módulo MANUTEN.

### MANIPULA

Este módulo contém funções para manipulação dos dados básicos a serem utilizados pelo sistema. Esses dados são relacionados aos funcionários, clientes e recursos necessários aos serviços de manutenção (vide fluxograma na Figura 4.7).

É acessado a partir do módulo SIGMA e acessa os seguintes módulos:

- \* CLIENTES
- \* TECNICO
- \* PLANEJA

### CLIENTES

Este módulo contém funções para a manipulação dos dados relacionados aos clientes e seus equipamentos (vide fluxograma na Figura 4.8).

É acessado a partir do módulo MANIPULA.

### TECNICO

Este módulo contém funções para a manipulação dos dados relacionados com os materiais, ferramentas e equipamentos do LEMCAD, utilizados nos serviços de manutenção (vide fluxograma na Figura 4.9)

É acessado a partir do módulo MANIPULA.

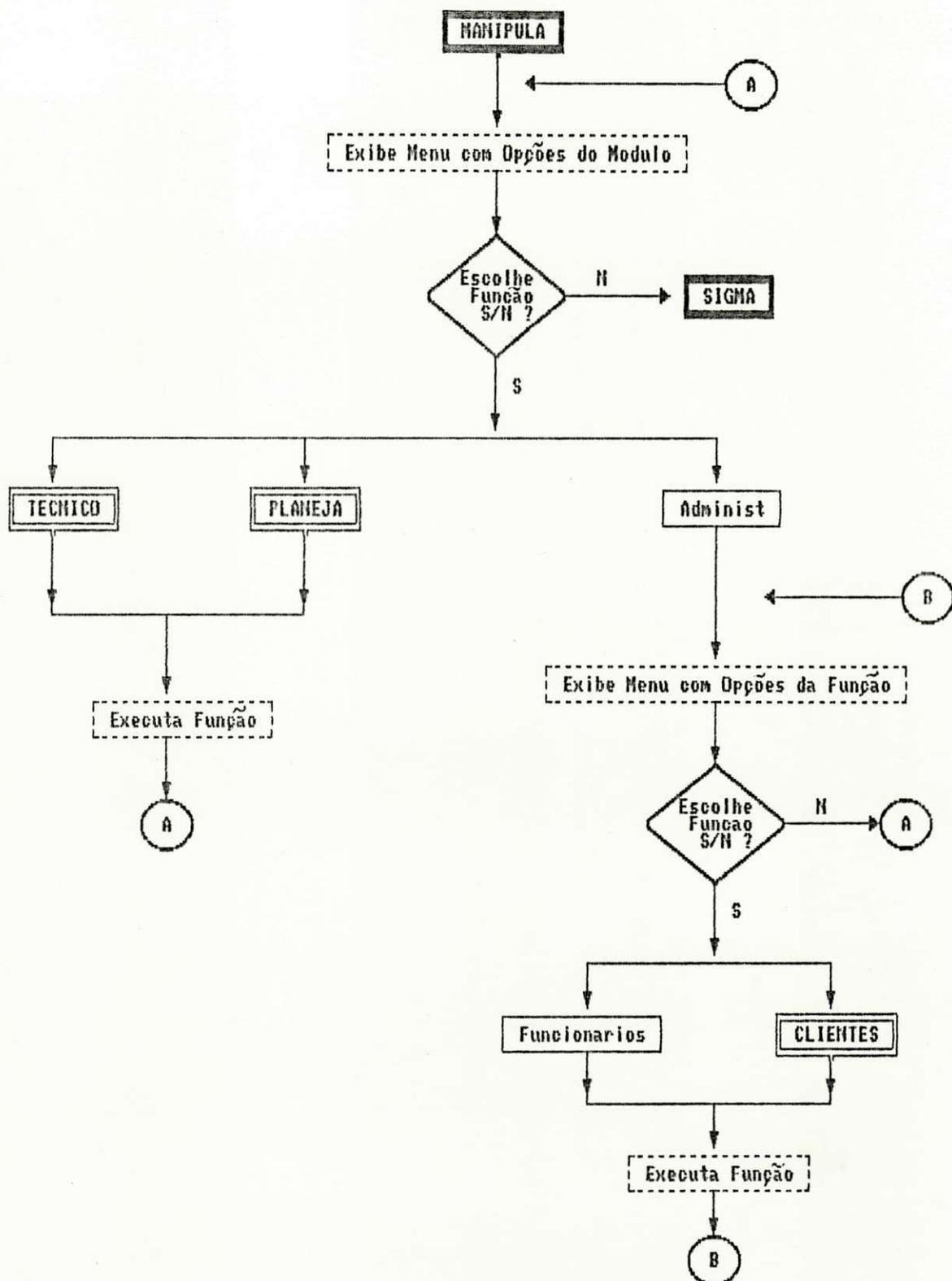


Figura 4.7 - Fluxograma do módulo MANIPULA.

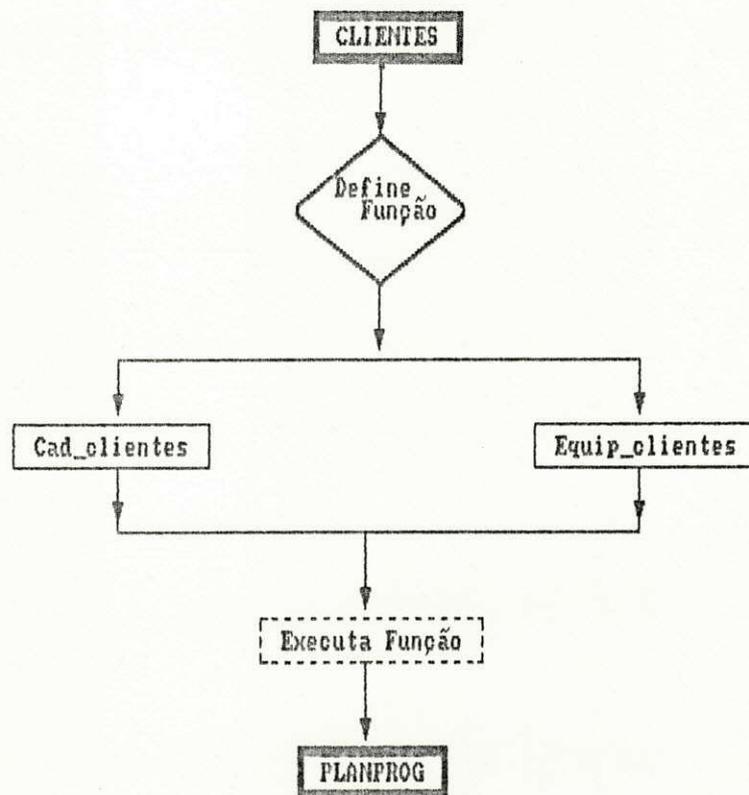


Figura 4.8 - Fluxograma do módulo CLIENTES.

### PLANEJA

Este módulo contém funções para a manipulação dos dados relacionados com as habilitações dos funcionários e procedimentos-padrão (vide fluxograma na Figura 4.10).

É acessado a partir do módulo MANIPULA e acessa o módulo PLANEJA2.

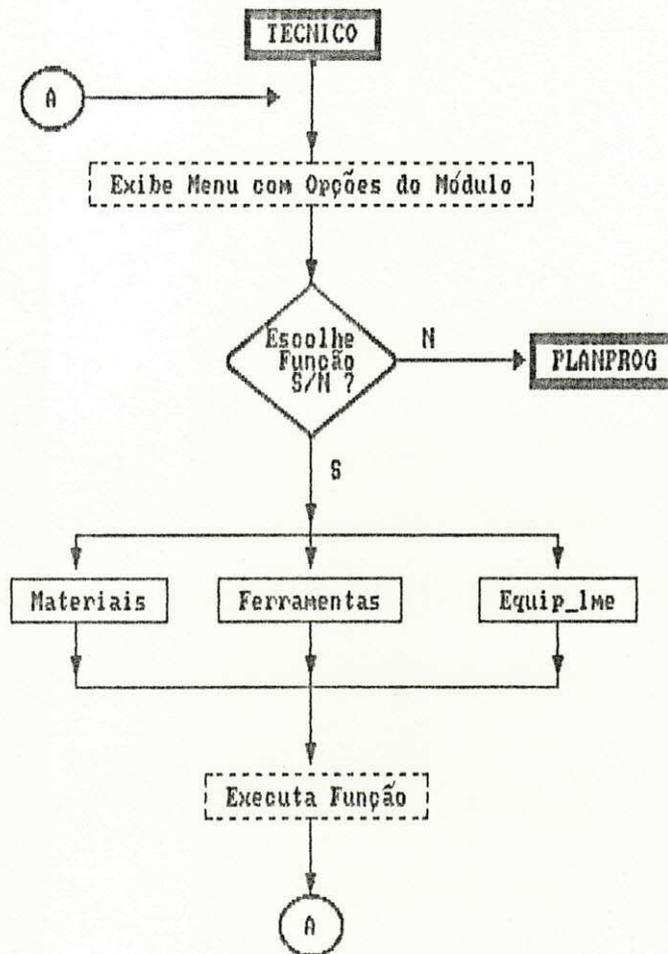


Figura 4.9 - Fluxograma do módulo TECNICO.

### PLANEJA2

Este módulo contém funções para a manipulação dos dados relacionados com as pendências, classes de falhas, classes de equipamentos, causas de falhas e ações a serem tomadas nos serviços de manutenção (vide fluxograma na Figura 4.11).

É acessado a partir do módulo PLANEJA.

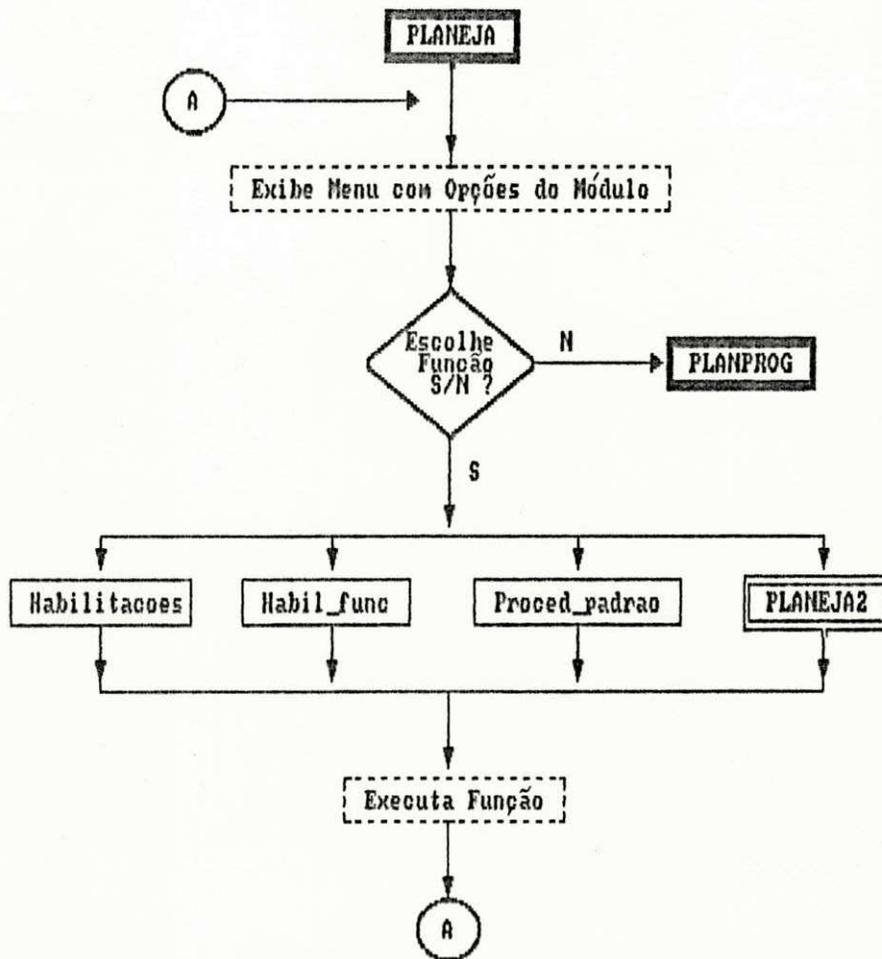


Figura 4.10 - Fluxograma do módulo PLANEJA.

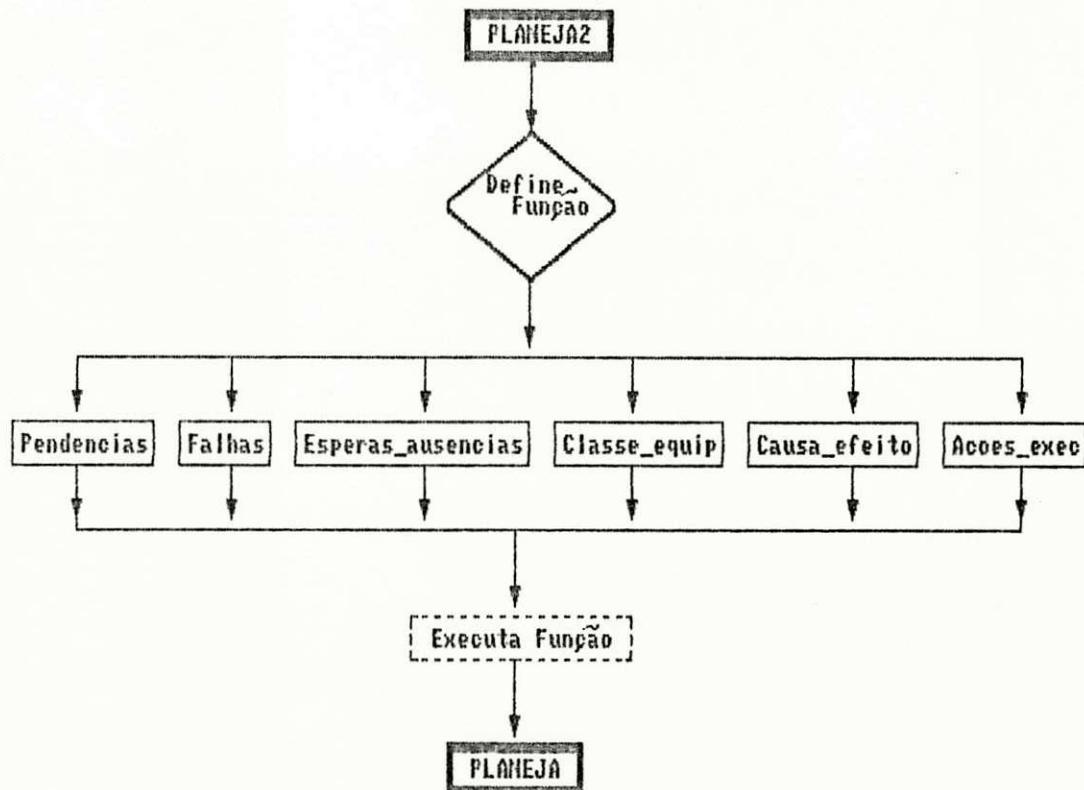


Figura 4.11 - Fluxograma do módulo PLANEJA2.

### RECUSERV

Este módulo contém funções que permitem consultas gerais, como também a manipulação dos dados relacionados às ordens de serviço (vide fluxograma na Figura 4.12).

É acessado a partir do módulo SIGMA e acessa os seguintes módulos:

- \* PENDOS
- \* CONSULTA

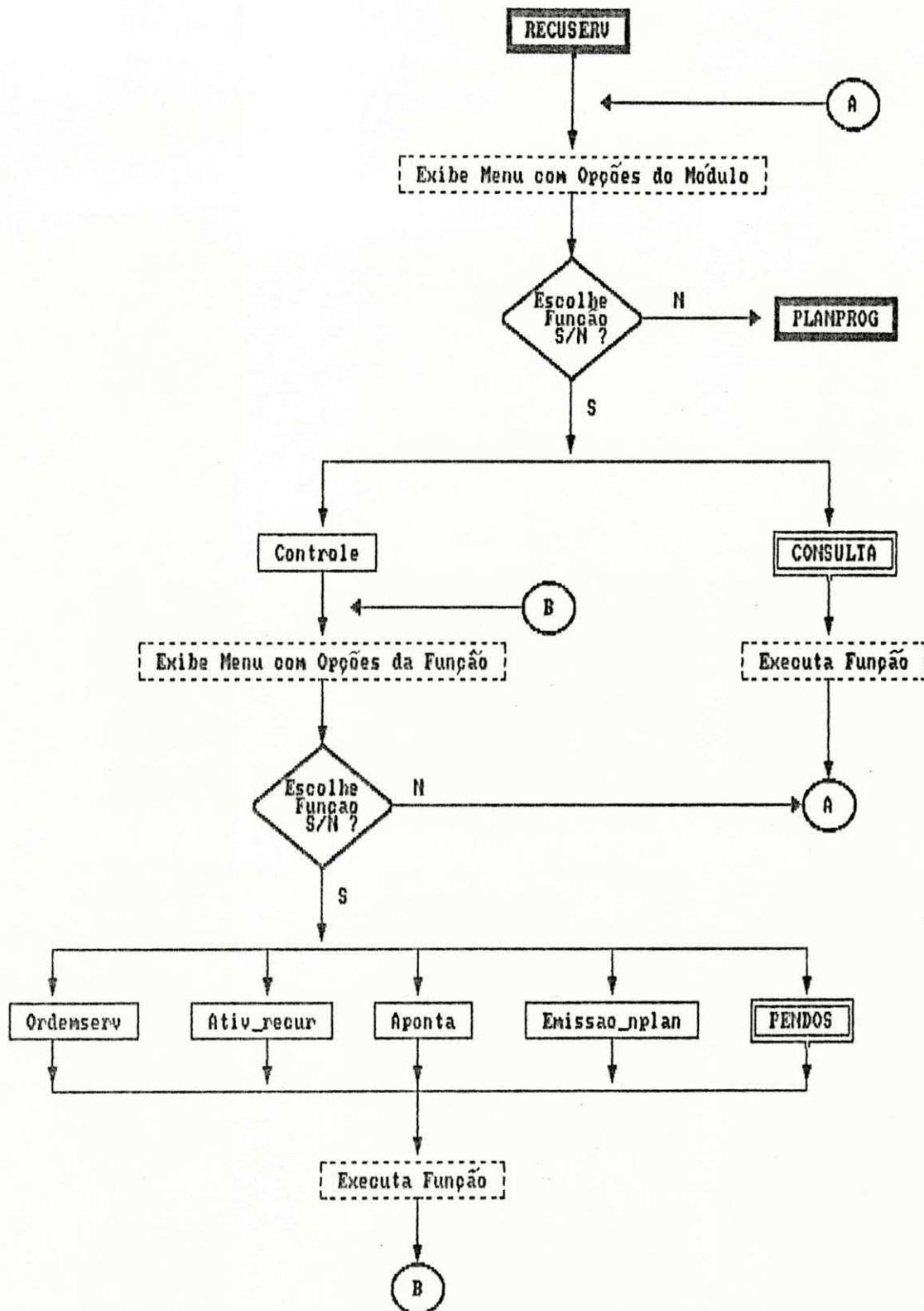


Figura 4.12 - Fluxograma do módulo RECUSERV.

Este módulo contém funções que permitem o processamento das pendências e encerramento das ordens de serviço (vide fluxograma na Figura 4.13).

É acessado a partir do módulo RECUSERV.

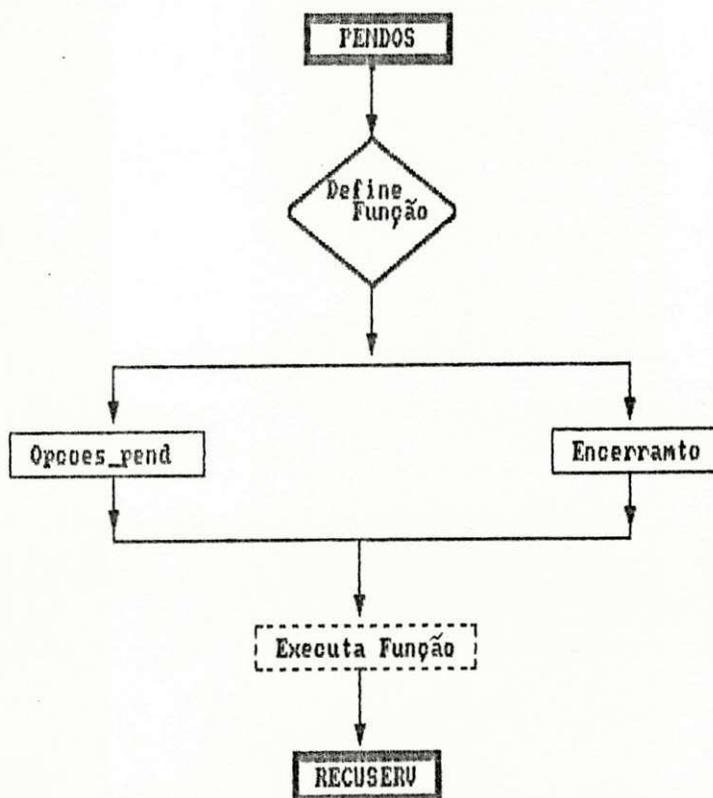


Figura 4.13 - Fluxograma do módulo PENDOS.

CONSULTA

Este módulo contém funções que permitem a apresentação de dados relacionados às atividades de manutenção (vide fluxograma na Figura 4.14).

É acessado a partir do módulo RECUSERV.

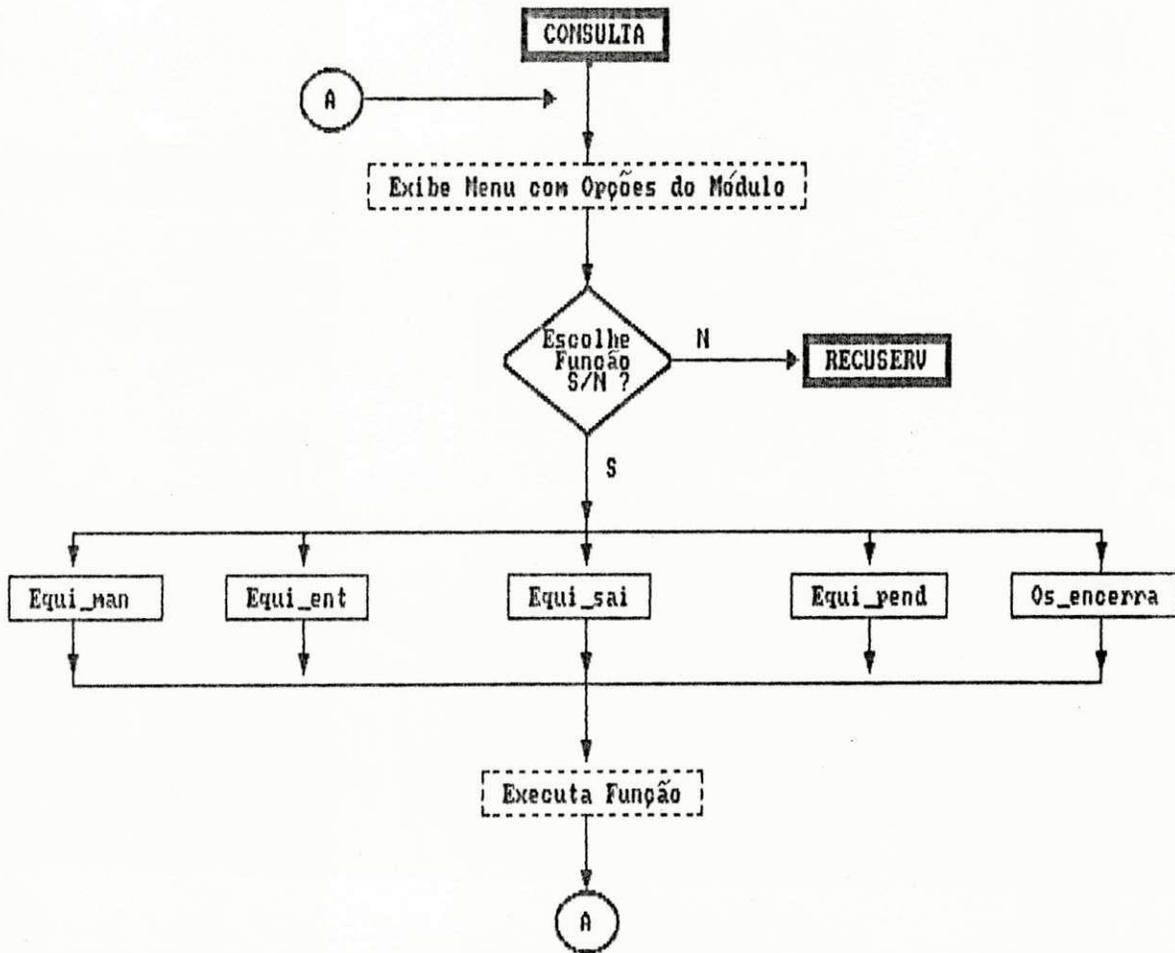


Figura 4.14 - Fluxograma do módulo CONSULTA.

### OSPLANEJ

Este módulo contém funções que permitem todo o planejamento dos serviços de manutenção e ainda a emissão de vários tipos de relatórios dos serviços planejados (vide fluxograma na Figura 4.15).

É acessado a partir do módulo SIGMA.

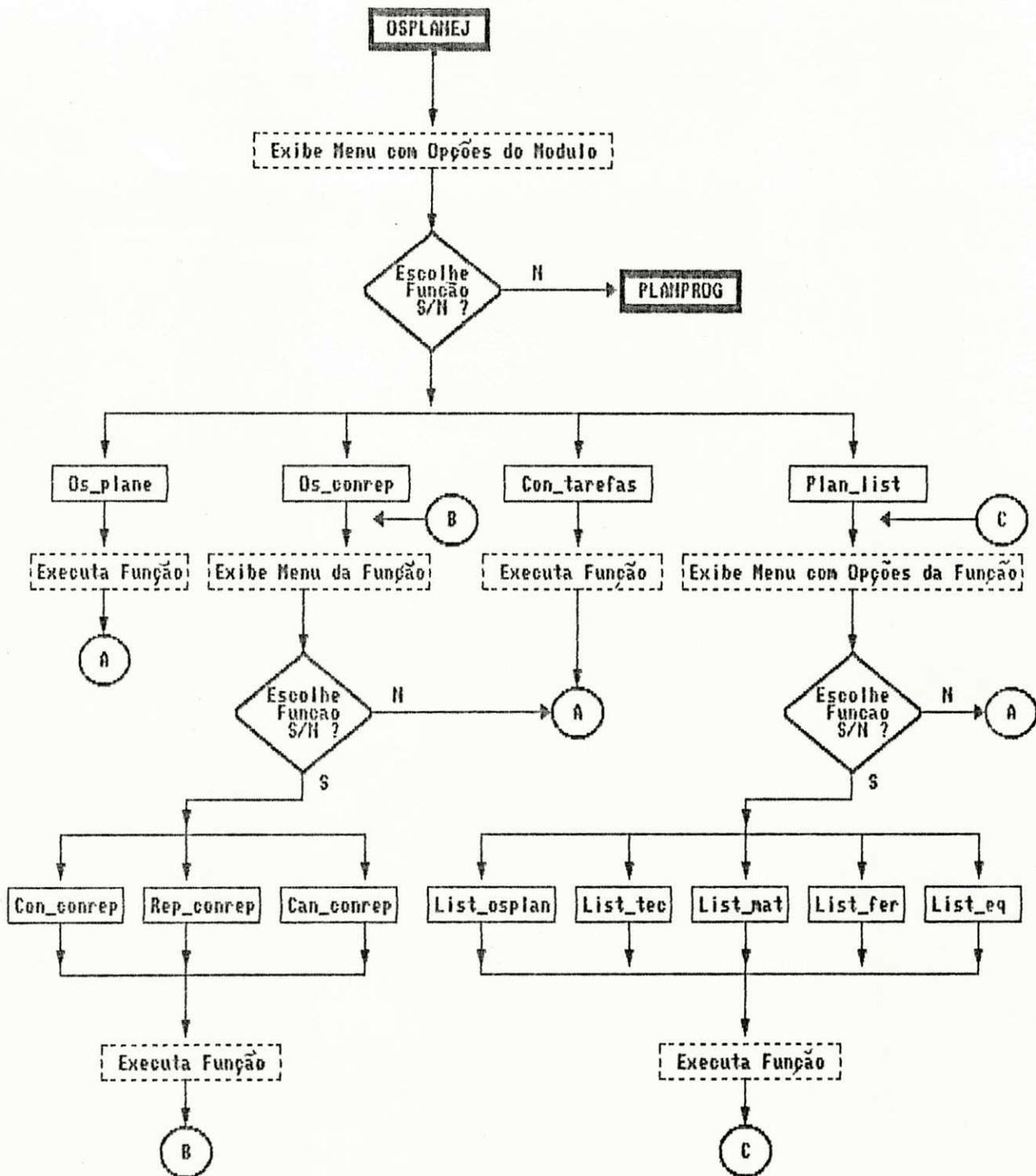


Figura 4.15 - Fluxograma do módulo OSPLANEJ.

OSPROGRA

Este módulo contém funções que permitem a programação dos serviços de manutenção, como também a emissão de vários tipos de relatórios dos serviços programados (vide fluxograma na Figura 4.16)

É acessado a partir do módulo SIGMA.

FECHAMTO

Este módulo contém funções para fechamento das ordens de serviço, como também a recuperação dos arquivos de histórico (vide fluxograma na Figura 4.17)

É acessado a partir do módulo SIGMA.

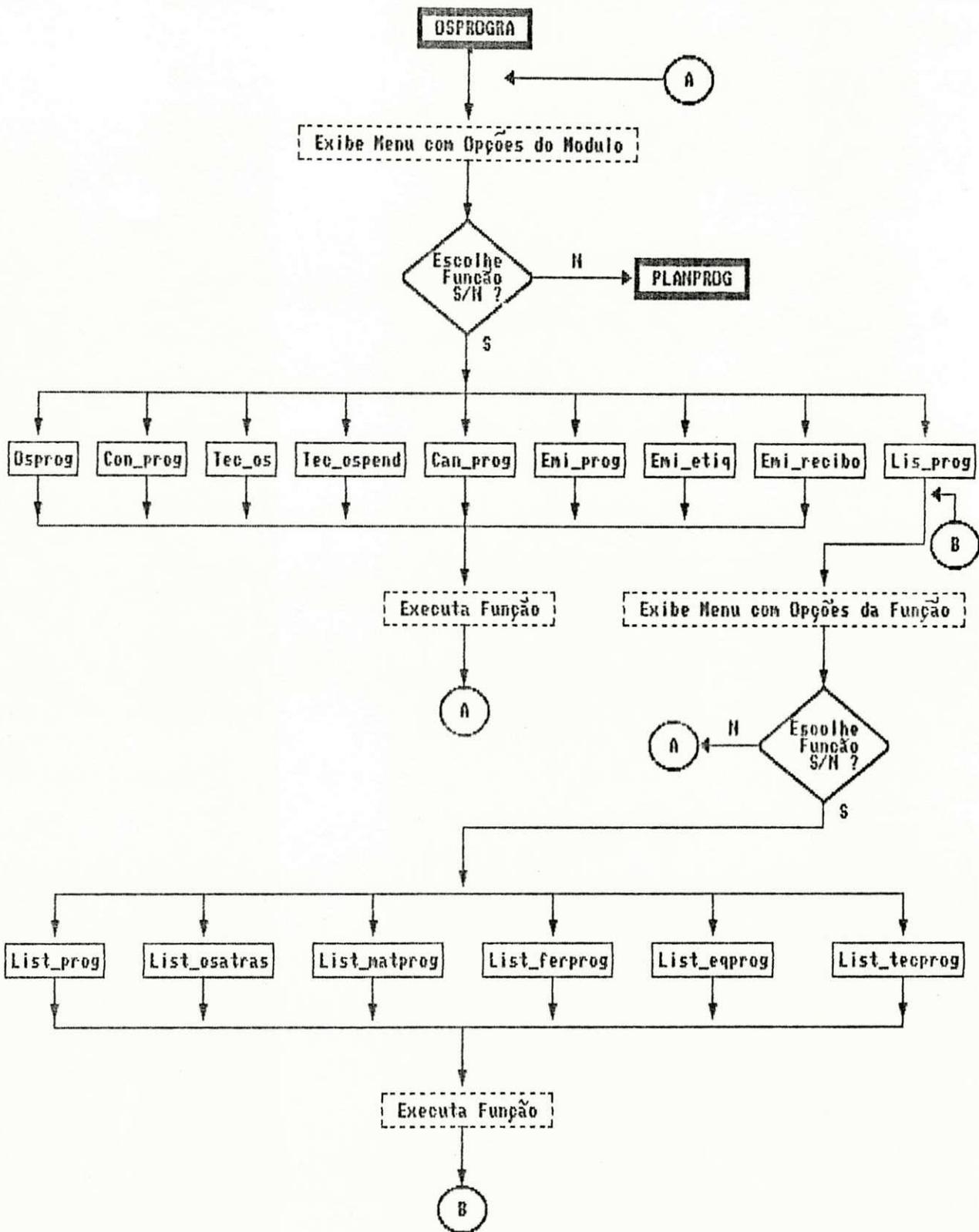


Figura 4.16 - Fluxograma do módulo OSPROGRA.

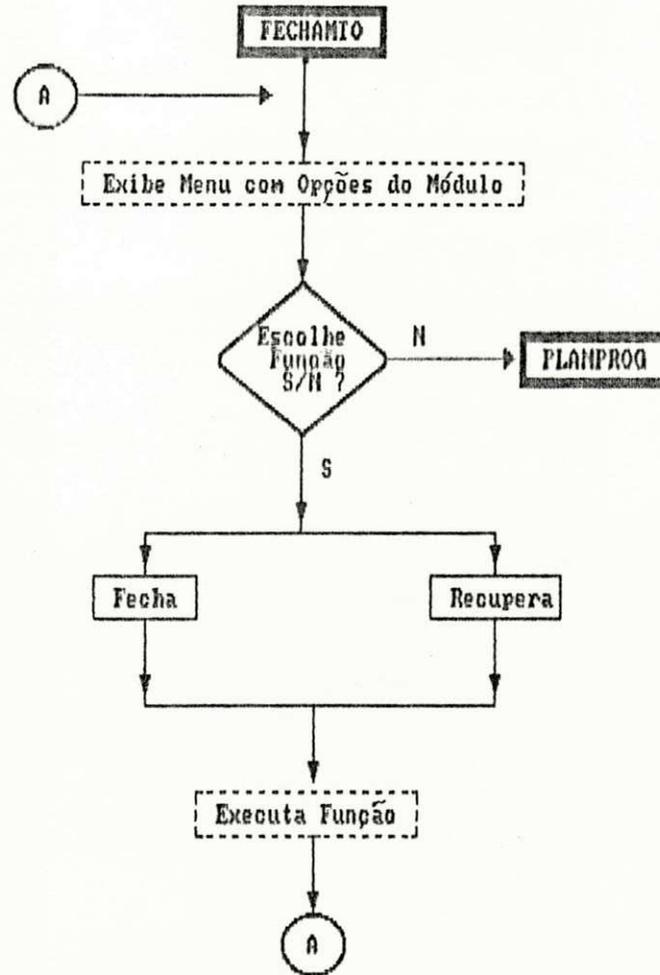


Figura 4.17 - Fluxograma do módulo FECHAMTO.

### RELATORI

Este módulo contém funções para emissão de relatórios dos históricos. Além disso, acessa alguns módulos que possibilitam a visualização gráfica de alguns dados relacionados com as atividades de manutenção (vide fluxograma na Figura 4.18).

É acessado a partir do módulo SIGMA e acessa os seguintes módulos:

- \* PIZZA
- \* BARRAS
- \* LINHA

### PIZZA

Este módulo permite a visualização, em gráfico-PIZZA ("Pie-Chart"), dos seguintes dados dos serviços de manutenção (vide fluxograma na Figura 4.19):

- 1) Incidências dos serviços por prioridade;
- 2) Tipos de serviços executados.

É acessado a partir do módulo RELATORI.

### BARRAS

Este módulo permite a visualização, em gráfico de BARRAS, dos seguintes dados dos serviços de manutenção (vide fluxograma na Figura 4.20):

- 1) Horas gastas/horas disponíveis;
- 2) Custos em serviços planejados e não planejados;
- 3) Movimento Entrada/Saída de equipamentos na Manutenção;
- 4) Relação do número de Entradas/Pendências dos equipamentos.

É acessado a partir do módulo RELATORI.

### LINHA

Este módulo permite a visualização, em gráfico de LINHA, do número de falhas ocorridas, ao longo dos anos, nas classes de equipamentos (vide fluxograma na Figura 4.21).

É acessado a partir do módulo RELATORI.

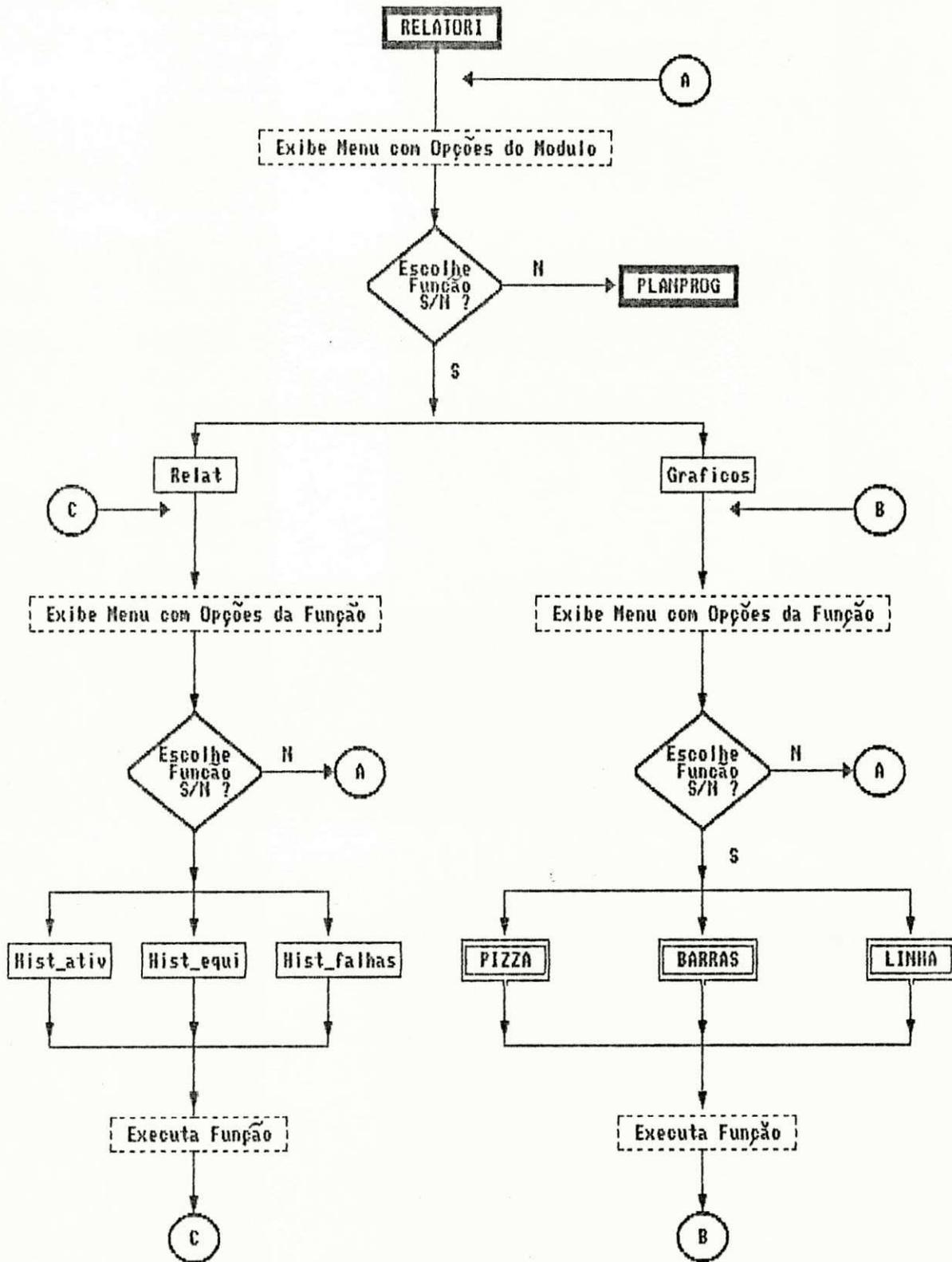


Figura 4.18 - Fluxograma do módulo RELATORI.

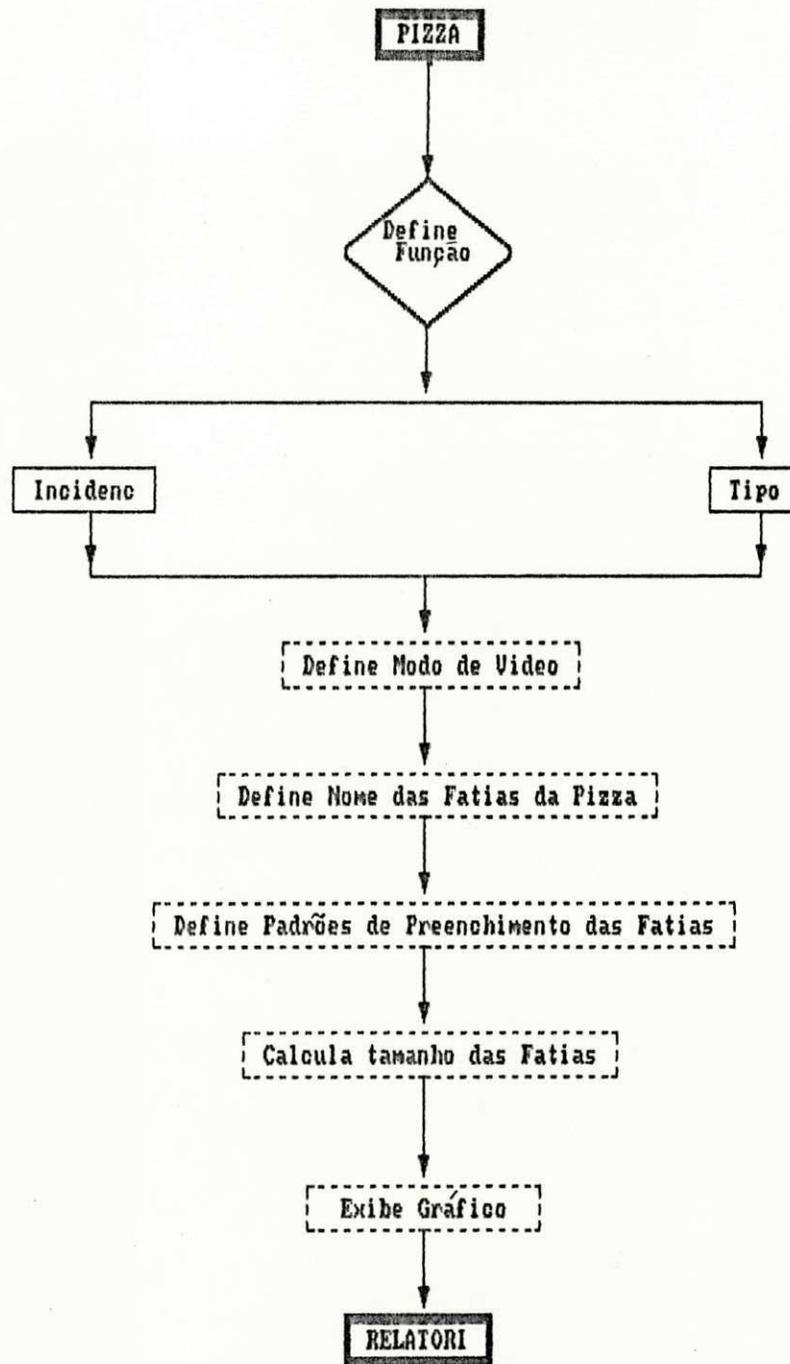


Figura 4.19 - Fluxograma do módulo PIZZA.

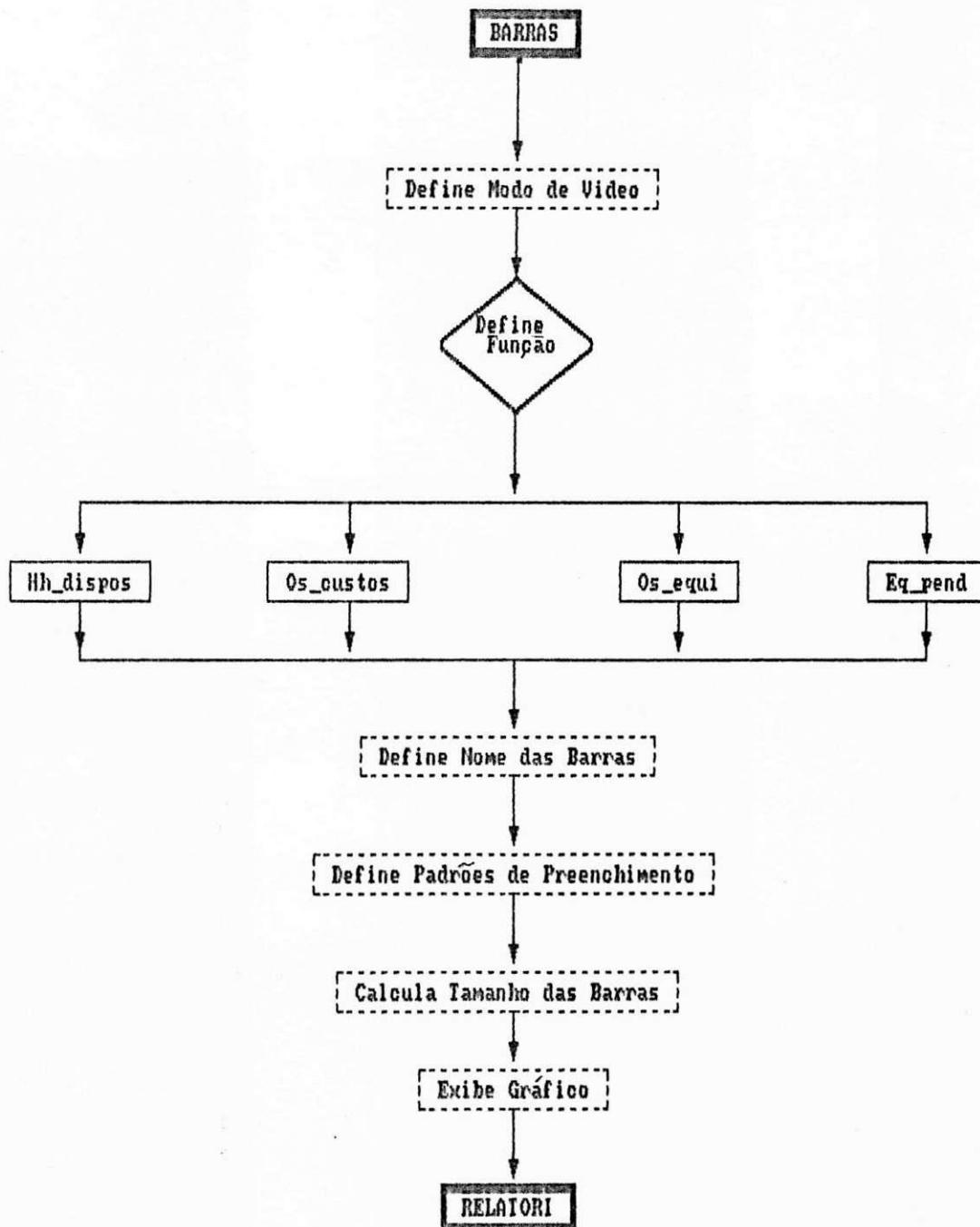


Figura 4.20 - Fluxograma do módulo BARRAS.

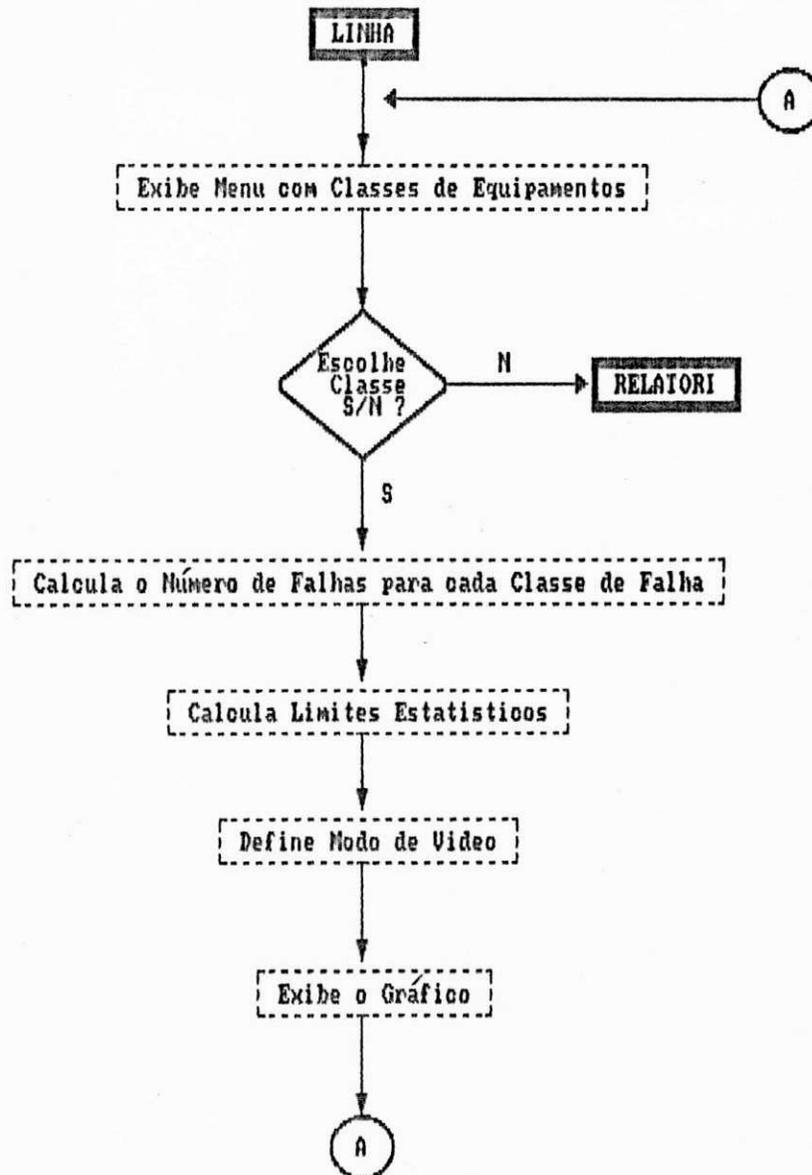


Figura 4.21 - Fluxograma do módulo LINHA.

## ESTATIS

Este módulo contém funções que permitem o planejamento da manutenção preditiva dos equipamentos. Acessa também os módulos que contém as funções para análise estatística (vide fluxograma na Figura 4.22).

É acessado a partir do módulo SIGMA e acessa os seguintes módulos:

- \* PARETO
- \* CTRL
- \* TENDENCI

## PARETO

Este módulo permite a visualização, em gráfico de Pareto, do número de falhas ocorridas em uma determinada classe de equipamentos, em um período de tempo especificado (vide fluxograma na Figura 4.23).

É acessado a partir do módulo ESTATIS.

## CTRL

Este módulo permite a visualização, em gráfico de controle X-R, do número de falhas ocorridas em uma determinada classe de equipamentos, em um período de tempo especificado (vide fluxograma na Figura 4.24).

É acessado a partir do módulo ESTATIS.

## TENDENCI

Este módulo permite a visualização, em gráfico de tendências, do número de entradas de um determinado equipamento para manutenção, em um período especificado (vide fluxograma na Figura 4.25).

É acessado a partir do módulo ESTATIS.

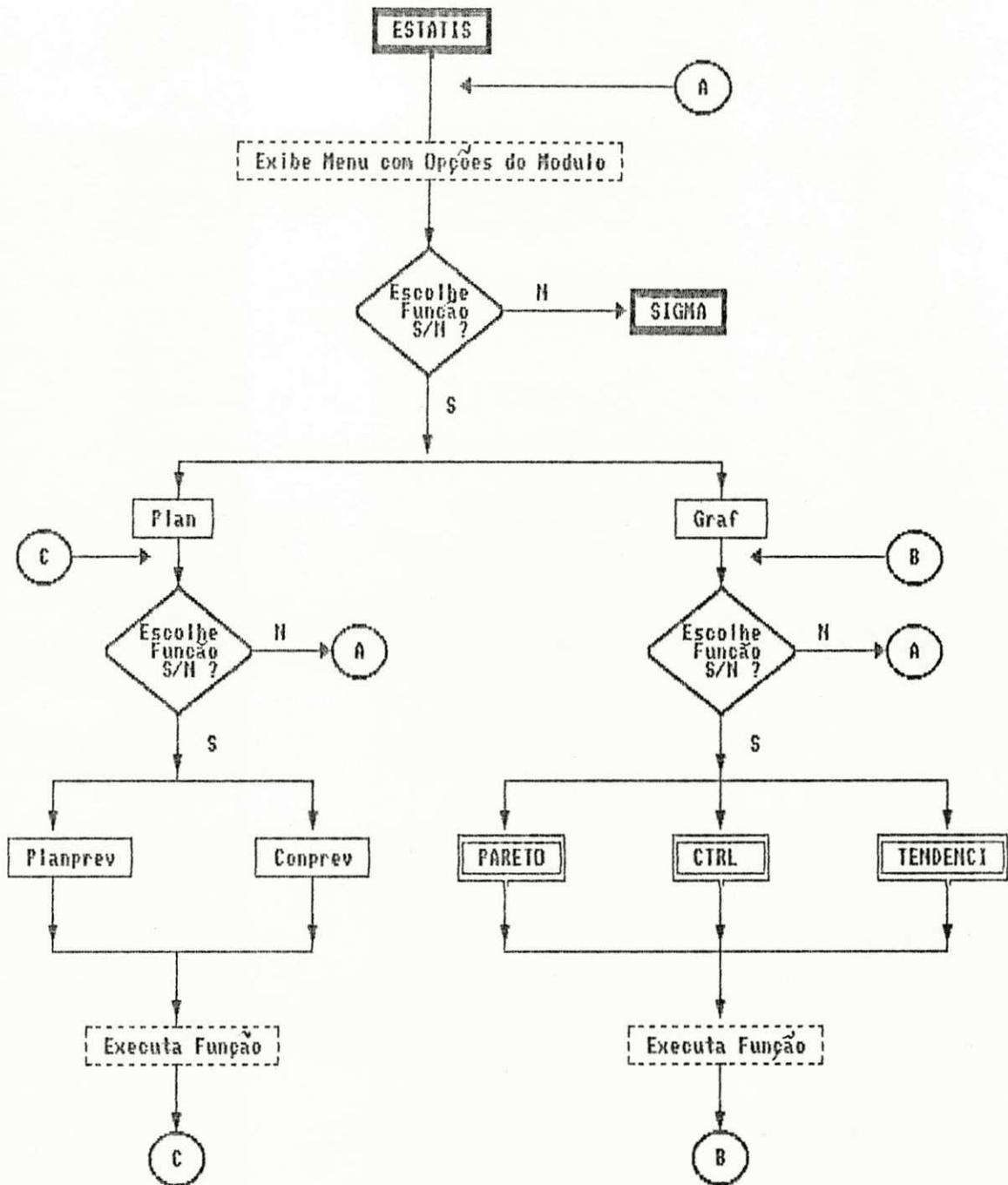


Figura 4.22 - Fluxograma do módulo ESTATIS.

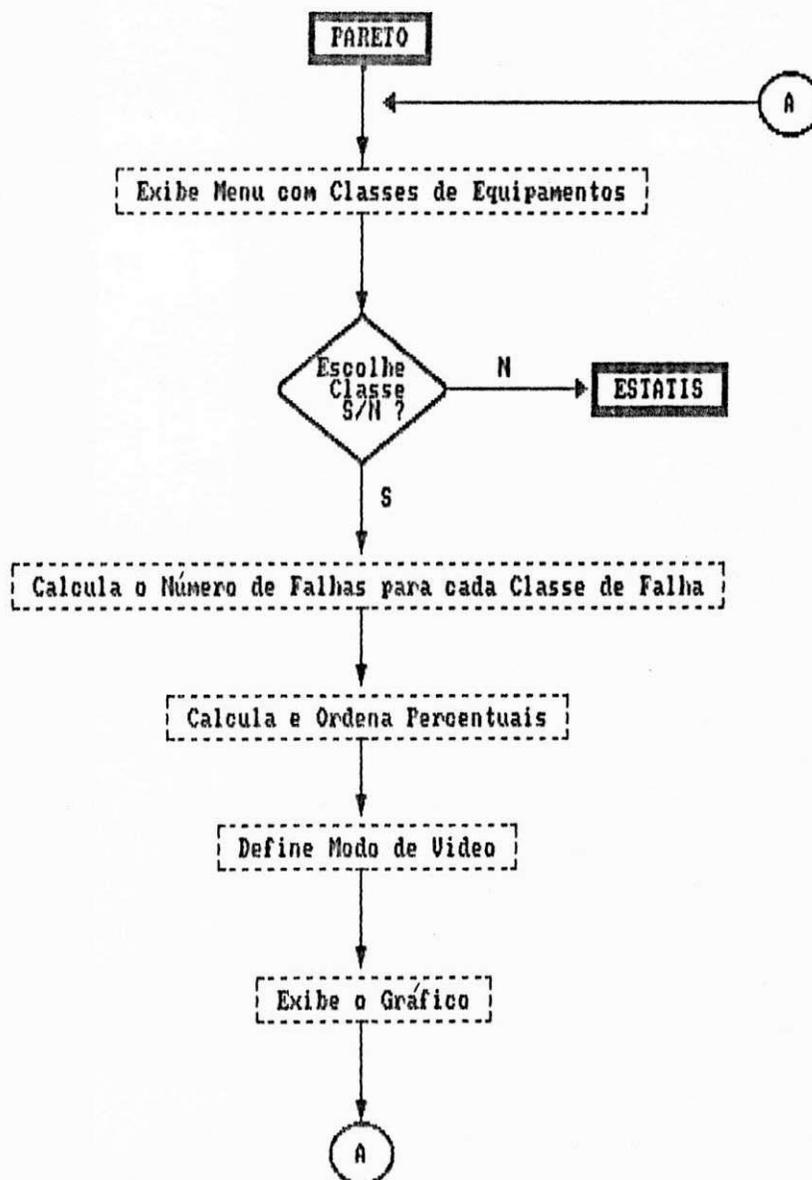


Figura 4.23 - Fluxograma do módulo PARETO.

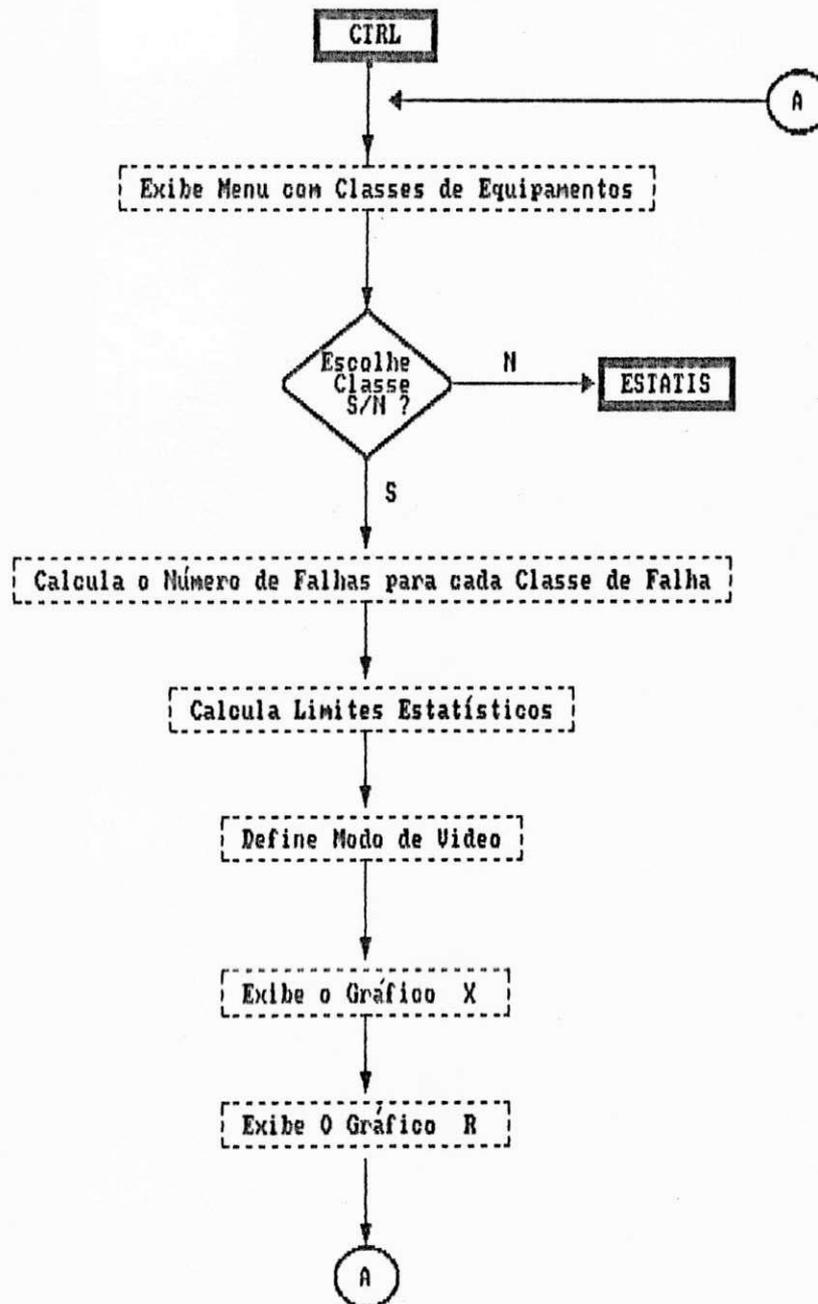


Figura 4.24 - Fluxograma do módulo CTRL.

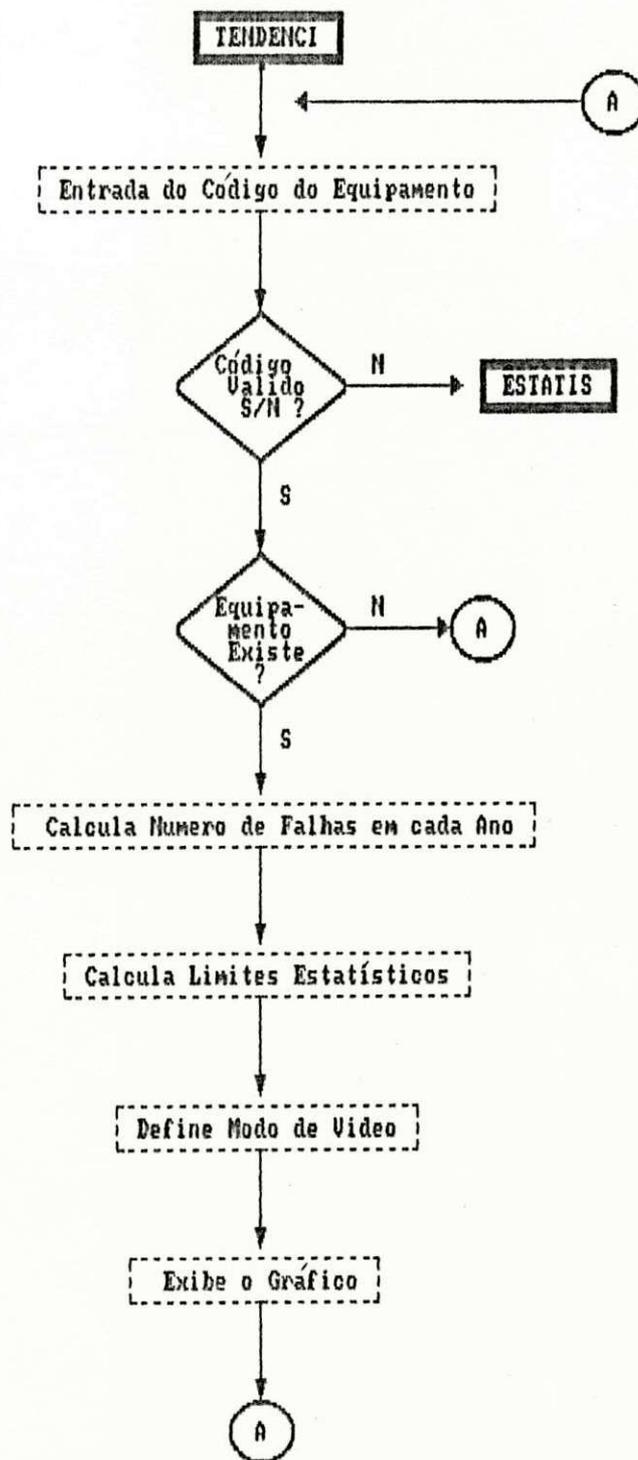


Figura 4.25 - Fluxograma do módulo TENDENCI.

## 4.6 - Conclusão

Neste Capítulo, foi especificada a arquitetura do SIGMA. Teceram-se algumas considerações a respeito da utilização, neste sistema, das técnicas de modularização e criação de "overlays". Fez-se, também, através de fluxogramas, um detalhamento de todos os módulos do sistema, especificando-se as funções que cada um executa.

## BANCO DE DADOS DO SIGMA

### 5.1 - Introdução

Neste Capítulo, serão abordados, inicialmente, alguns conceitos básicos dentro da teoria de banco de dados, que serão úteis para o entendimento do restante do Capítulo. Não se entrará, entretanto, num nível alto de aprofundamento, o que não é objetivo deste trabalho.

Em seguida, especifica-se a proposta do sistema de informação adotado no SIGMA.

### 5.2 - Conceitos

Um sistema de banco de dados é um sistema cujo objetivo global é manter informações e torná-las disponíveis quando solicitadas. Com o seu uso, conseguem-se, principalmente, um controle na redundância e uma garantia na integridade e consistência dos dados.

Um banco de dados pode ser visto como contendo duas espécies de informação: entidades e relacionamentos [18].

Uma entidade é um objeto que tem existência própria e que é descrita por seus atributos. Por exemplo, no SIGMA, tem-se uma entidade **Funcionários** com os atributos código, nome, matrícula, código da função, descrição da função, horas disponíveis e turno.

Um relacionamento é uma associação entre entidades. Relacionamentos entre duas entidades são usualmente classificados como 1:1 (um para um), 1:n (um para vários), ou n:m (vários para vários). Alguns exemplos de relacionamentos no SIGMA são: *Equipamentos dos Clientes/Ordens de Serviço (1:1)*; *Funcionários/ Ordens de Serviço (1:n)*; *Ferramentas/Ordens de Serviço (n:m)*.

Se há uma imposição que todo elemento de uma entidade está obrigatoriamente em um relacionamento, diz-se que o relacionamento é total; caso contrário, diz-se que o relacionamento é parcial [19].

Para a organização da informação, segundo a abordagem sugerida por um grupo de trabalho estabelecido pelo SPARC (Standards Planning and Requirements Committee) do ANSI/X3 (American National Standards Committee on Computers and Information Processing), devem-se considerar os seguintes esquemas [18][19][20]:

- a) **Esquema Conceitual** - São identificados as entidades, atributos e relacionamentos, além das restrições de integridade e de segurança.
- b) **Esquemas Externos** - Para cada usuário ou classe de usuários, haverá um esquema externo que representa o ponto de vista particular de cada um sobre a organização das informações.
- c) **Esquema Interno** - Tem a ver com o método de armazenamento e de manipulação da informação.

Um **modelo de banco de dados** é um modo de estruturar logicamente as informações.

Antes da definição dos principais modelos existentes, faz-se necessária a definição do conceito de **elo**. Pode-se definir elo como sendo a ligação entre dois registros de um mesmo arquivo ou de arquivos diferentes [20]. Há duas modalidades principais de elos: os **elos explícitos**, que são ligações efetivas entre registros, e os **elos implícitos**, que existem quando há um item (ou seqüência de itens) em um dos registros, cujos valores são comparáveis aos de um item (ou seqüência de itens) do outro registro.

No contexto aqui discutido, podem-se associar os conceitos de relacionamentos com os conceitos de elos. Dir-se-á que os relacionamentos entre os arquivos do banco de dados são implementados através de elos.

Os três modelos principais de banco de dados distinguem-se, essencialmente, pelos tipos de elos utilizados. São eles: **o relacional, o hierárquico e o de rede**.

No **modelo relacional**, os elos são implícitos; no **modelo hierárquico**, são explícitos; e, no **modelo de rede**, tanto podem ser implícitos quanto explícitos.

Um usuário de um banco de dados **hierárquico** vê o banco de dados como um conjunto de árvores. Disso decorre que, se dois registros são unidos por um elo, um dos registros é considerado ascendente e o outro, descendente. Os elos são obrigatoriamente 1:n, isto é, um ascendente pode ter vários descendentes, mas cada descendente tem apenas um ascendente direto.

Em geral, se o banco de dados contém informações que realmente constituem uma simples

estrutura hierárquica, o modelo hierárquico é perfeitamente adequado; caso contrário, o modelo não é indicado.

O modelo hierárquico é considerado um caso particular do modelo de rede, que será visto a seguir.

No modelo de rede, não há a restrição a um só tipo de relacionamento, que vigora no modelo hierárquico. Neste modelo, os elos podem ser n:m.

Uma modalidade especial de modelo de rede é o modelo CODASYL [18]. No modelo CODASYL, um relacionamento n:m não pode ser representado diretamente, devendo ser traduzido em termos de dois ou mais relacionamentos 1:n, com a introdução de pseudo-registros ("dummy").

Uma vantagem do modelo de rede é sua flexibilidade, que permite a que as situações do mundo real sejam representadas de uma forma direta. Entretanto, essa forma de estruturação tende a gerar estruturas complexas devido ao número de relacionamentos que podem ser estabelecidos, tornando difícil a construção de programas de aplicação, principalmente nos casos em que o número de entidades é elevado.

Já no modelo relacional, o usuário vê o banco de dados como um conjunto de tabelas, cada uma representando uma relação. A relação entre elas é feita através da coincidência de valores de domínios de cada tabela.

### 5.3 - Banco de Dados do SIGMA

Nesta Seção, tem-se uma descrição completa do banco de dados do SIGMA, desde a definição das classes de usuários e seus esquemas externos até a escolha do modelo e dos esquemas conceitual e internos.

#### 5.3.1 - Classes de usuários

Como já foi dito no Capítulo 3, os usuários que utilizarão o SIGMA estão dentro das seguintes classes: **supervisor, secretária e técnico.**

Cada classe de usuário terá uma visão diferente dos dados do sistema. A visão é definida na entrada do sistema através da senha de acesso.

O supervisor administrará o banco de dados, tendo acesso a todos os dados nele contidos, podendo fazer atualizações e deleções, sem restrições.

Já os usuários das classes **secretária e técnico** terão apenas acesso aos dados a eles interessantes. Os componentes dessas classes não poderão fazer deleções no banco de dados e só farão atualizações cabíveis a cada classe.

Os esquemas externos de cada classe de usuário do SIGMA estão representados de uma forma simplificada na Tabela 5.1, na qual se utilizaram os seguintes símbolos para representar as visões que os usuários têm dos dados, relacionados com cada arquivo de dados:

- \* - permissíveis as operações de inclusão, consulta, alteração e deleção dos dados;
- X - permissíveis as operações de inclusão, consulta e alteração dos dados;
- O - permissível apenas a operação de consulta aos dados.
- # - Não permissível nenhum tipo de operação.

Tabela 5.1 - Esquemas externos simplificados dos usuários do SIGMA

Arquivos de Dados	Supervisor	Secretária	Técnico
FUNC	*	X	#
HAB	*	O	#
HABFUNC	*	O	#
PROCEDIM	*	#	X
ATIVPROC	*	#	X
CLASSES	*	O	O
ESPEAUSE	*	O	O
CAUSAS	*	O	O
ACOES	*	O	O
PENDENCI	*	O	O
FALHAS	*	O	O
CARTTEMP	*	X	O
MAT	*	O	X
FERRAM	*	O	X
EQUILME	*	O	X
CLI	*	X	O
EQUICLI	*	X	O
OSS	*	X	X
OSMAT	*	O	X
OSFERRAM	*	O	X
OSEQUI	*	O	X
OSATIV	*	O	X
OSFALIAS	*	O	X
HISTATIV	*	#	#
HISTEQUI	*	#	#
HISTFALH	*	#	#

Será descrito nas Subseções 5.3.2 e 5.3.3 o esquema conceitual identificado para o banco de dados do SIGMA.

### 5.3.2 - Restrições de integridade

Foram definidas algumas restrições de integridade para o banco de dados do SIGMA. As mais importantes estão listadas abaixo:

- 1) Deleções no banco de dados só podem ser feitas pelo supervisor;

- 2) Um funcionário pode ter várias habilitações;
- 3) Somente a funcionários cadastrados podem ser alocadas ordens de serviço;
- 4) Quando um funcionário é admitido, atribui-se a ele uma função;
- 5) Um técnico pode ser designado para várias ordens de serviço;
- 6) Uma ordem de serviço só terá um executor responsável;
- 7) A distribuição de tarefas é feita pelo supervisor;
- 8) Os pareceres técnicos serão de responsabilidade exclusiva do técnico;
- 9) O custo da manutenção de um determinado equipamento será estipulado pelo supervisor;
- 10) Para cada cliente cadastrado deve estar associado, pelo menos, um equipamento em manutenção ou com manutenção concluída;
- 11) Ordens de serviço que tiverem suas atividades interrompidas devem ser especificadas como pendentes;
- 12) As horas gastas na ordem de serviço são as verificadas efetivamente durante a sua execução;
- 13) A data de encerramento da ordem de serviço será a data em que o equipamento a ela associado for entregue ao cliente.

### 5.3.3 - Entidades e seus Atributos

Após um estudo do sistema de informação pretendido, foram definidas as seguintes entidades:

- \* Funcionários
- \* Habilitações
- \* Clientes
- \* Equipamentos dos Clientes
- \* Procedimentos-Padrão
- \* Classes de Equipamentos
- \* Esperas/Ausências
- \* Pendências
- \* Classes de Falhas
- \* Causas/Efeitos

- \* Ações
- \* Materiais
- \* Ferramentas
- \* Equipamentos do Laboratório
- \* Ordens de Serviço
- \* Cartão de Tempo
- \* Histórico
- \* Senhas

A seguir, tem-se uma descrição detalhada de cada entidade e seus atributos, relacionando, para cada atributo, sua identificação, tipo e tamanho em bytes.

Tabela 5.2 - Descrição da Entidade *Funcionários*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
COF	Caractere	02	Código do funcionário
N	Caractere	45	Nome
M	Caractere	06	Matrícula
F	Caractere	02	Código da função
DESCF	Caractere	20	Descrição da função
HD	Numérico	02	Horas disponíveis
TURNO	Caractere	05	Turno de Trabalho

Tabela 5.3 - Descrição da Entidade *Habilitações*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
CH	Caractere	02	Código da habilitação
DH	Caractere	20	Descrição da habilitação

Tabela 5.4 - Descrição da Entidade *Clientes*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
CC	Caractere	04	Código do cliente
NC	Caractere	45	Nome
EN	Caractere	45	Endereço
C	Caractere	45	Cidade / Estado
T	Caractere	45	Telefone
HC	Caractere	45	Hora para contato
PC	Caractere	45	Pessoa para contato
ATIV	Caractere	45	Atividade

Tabela 5.5 - Descrição da Entidade *Equipamentos dos Clientes*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
CEM	Caractere	04	Código do equipamento do cliente
CC	Caractere	04	Código do cliente
DEM	Caractere	45	Descrição do equipamento
CCE	Caractere	02	Código da classe do equipamento
NP1	Caractere	10	Número do Patrimônio
M1	Caractere	20	Modelo
F1	Caractere	20	Fabricante
S1	Caractere	10	Número de série
AC1	Caractere	45	Acessórios
AQ1	Data	08	Data de aquisição
ST	Caractere	23	Situação
DUL	Data	08	Data da última manutenção
DPLAN	Data	08	Data de planejamento da manutenção preventiva

Tabela 5.6 - Descrição da Entidade *Procedimentos-Padrão*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
CPROC	Caractere	02	Código do procedimento
DPROC	Caractere	45	Descrição do procedimento
CPROAT	Caractere	02	Código da atividade
DPROAT	Caractere	45	Descrição da atividade

Tabela 5.7 - Descrição da Entidade *Classes de Equipamentos*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
CCE	Caractere	02	Código da classe de equipamentos
DCE	Caractere	30	Descrição
TCE	Caractere	18	Tipo do equipamento

Tabela 5.8 - Descrição da Entidade *Esperas/Ausências*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
CEA	Caractere	02	Código da Espera/Ausência
DEA	Caractere	30	Descrição
SEA	Caractere	01	Assume os valores (E) ou (A)

Tabela 5.9 - Descrição da Entidade *Pendências*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
MP	Caractere	02	Código da pendência
DP	Caractere	30	Descrição

Tabela 5.10 - Descrição da Entidade *Classes de Falhas*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
CFH	Caractere	03	Código da classe de falhas
DFH	Caractere	30	Descrição

Tabela 5.11 - Descrição da Entidade *Causas/Efeitos*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
CAU	Caractere	03	Código da Causa/Efeito
DCAU	Caractere	30	Descrição

Tabela 5.12 - Descrição da Entidade *Ações*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
ACAO	Caractere	03	Código da Ação
DACAO	Caractere	30	Descrição

Tabela 5.13 - Descrição da Entidade *Materiais*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
CM	Caractere	04	Código do material
DM	Caractere	30	Descrição
QM	Numérico	04	Quantidade

Tabela 5.14 - Descrição da Entidade *Ferramentas*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
CFE	Caractere	04	Código da ferramenta
QFE	Caractere	30	Descrição
QFE	Numérico	04	Quantidade

Tabela 5.15 - Descrição da Entidade *Equipamentos do Laboratório*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
CEL	Caractere	04	Código do equipamento do Laboratório
DEL	Caractere	45	Descrição
NP2	Caractere	10	Número do patrimônio
M2	Caractere	20	Modelo
F2	Caractere	20	Fabricante
S2	Caractere	10	Número de série
AC2	Caractere	45	Acessórios
AQ2	Data	08	Data de aquisição

Tabela 5.18 - Descrição da Entidade *Senhas*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
SENHA1	Caractere	05	Descrição da senha do supervisor
SENHA2	Caractere	05	Descrição da senha da secretária
SENHA3	Caractere	05	Descrição da senha do técnico

Tabela 5.19 - Descrição da Entidade *Ordens de Serviço*

Atributo	Tipo	Tamanho	Identificação
CDOS	Caractere	08	Código da ordem de serviço
CEM	Caractere	04	Código do equipamento do cliente
TS	Caractere	34	Tipo do serviço
PRIO	Caractere	10	Prioridade
PERIO	Caractere	10	Periodicidade
STAT	Caractere	13	Status
PCLI	Caractere	45	Parecer do cliente
HH	Numérico	03	Horas gastas no serviço
CTO	Numérico	09	Custo do serviço
MP	Caractere	02	Código da pendência
COF	Caractere	02	Código do funcionário
DTC	Data	08	Data de cadastro
DPP	Data	08	Data de planejamento
DPRO	Data	08	Data de programação
DENC	Data	08	Data de encerramento
CM	Caractere	04	Código do material
CFE	Caractere	04	Código da ferramenta
CEL	Caractere	04	Código do equipamento do Laboratório
ACAO	Caractere	03	Código da ação
CFH	Caractere	03	Código da falha

Estas entidades estão relacionadas segundo um conjunto de relações básicas (vide Tabela 5.20). Os arquivos de dados que definem o banco de dados do SIGMA foram definidos diretamente das relações básicas, ou seja, cada relação básica representa um arquivo de dados [21].

Tabela 5.20 - Relações Básicas do SIGMA.

Relações Básicas	Atributos
FUNC	COF, N, M, F, HD, DESCF, TURNO
HAB	CH, DH
HABFUNC	COF, CH
PROCEDIM	CPROC, DPROC
ATIVPROC	CPROC, CPROAT, DPROAT
CLASSES	CCE, TCE, DCE
ESPEAUSE	CEA, DEA, SEA
CAUSAS	CAU, DCAU
ACOES	ACAO, DACAO
MAT	CM, DM, QM
FERRAM	CFE, DFE, QFE
EQUILME	CEL, DEL, NP2, M2, F2, S2, AC2, AQ2
CLI	CC, NC, EN, C, T, HC, PC, ATIV
EQUICLI	CEM, CC, DEM, CCE, NP1, M1, F1, S1, AQ1, ST, DUL, DPLAN
PENDENC	MP, DP
FALHAS	CFH, DFH
OSS	CDOS, CEM, TS, PRIO, PERI, STAT, DTC, PCLI DPP, DPRO, HH, MP, COF, CTO, DENC
OSMAT	CDOS, CM, QMOS
OSFERRAM	CDOS, CFE
OSEQUI	CDOS, CEL
OSATIV	CDOS, CAU, ACAO
OSFALHAS	CDOS, CFH
CARTTEMP	COF, DCT, CDOS, INICH, INICM, FIMH, FIMM CEA, TCEAH, TCEAM
HISTATIV	CDOS, CEM, TS, PRIO, COF, DENC, HH, CTO, DTC
HISTFALH	CCE, DFH, DTHIS
HISTEQUI	CEM, TS, DHIST, CAU, ACAO

#### 5.3.4 - Escolha do modelo de dados

A seguir, são tecidas algumas considerações que influenciaram, de uma forma significativa, na escolha do modelo de dados a ser adotado no SIGMA.

Tomando como exemplo o relacionamento entre as entidades *Equipamentos do Laboratório (EL)* e *Ordens de Serviço (OS)*, verifica-se que se trata de um relacionamento m:n. Esta representação contém uma decisão arbitrária pelo fato de não haver uma hierarquia natural:

quais seriam os ascendentes e os descendentes? Colocando **EL** como ascendentes e **OS** como descendentes, haverá repetição de registros de **OS**, ou seja, um registro de **OS** poderá pertencer a vários registros de **EL**, pelo fato de um registro não poder ter dois pais. Decidindo-se inversamente com relação a ascendentes e descendentes, os registros de **EL** é que seriam repetidos.

Esta representação também apresenta o inconveniente de as recuperações **simétricas** não serem resolvidas de forma simétrica. Considerem-se as recuperações: que equipamentos do Laboratório foram utilizados em determinada ordem de serviço e que ordens de serviço utilizaram determinado equipamento? Embora sejam recuperações **simétricas**, não terão resoluções **simétricas**. A primeira será resolvida acessando-se o equipamento e recuperando as ordens de serviço a ele subordinadas, enquanto que, para resolver a segunda, tem-se de acessar cada um dos equipamentos e verificar se determinada ordem de serviço está ou não a ele subordinada.

O uso do **modelo de rede** para o banco de dados, proposto no SIGMA, não é adequado, principalmente por três motivos: 1) devido ao número elevado de entidades envolvidas, é perceptível o nível de complexidade a que se chegaria na implementação do banco de dados proposto com esse modelo; 2) Trata-se de um modelo para o qual desenvolvimento de aplicativos é de difícil implementação; e 3) é mais indicado na consecução de banco de dados que exigem uma estrutura de dados complexa, o que não é o caso do banco de dados do SIGMA.

Na Figura 5.1, pode-se ver o relacionamento entre as entidades identificadas no SIGMA.



O uso de tabelas, montadas a partir das relações básicas já propostas, parece bastante adequado para implementar o relacionamento entre as entidades e seus atributos para o banco de dados proposto para o SIGMA, considerando as visões que cada usuário terá dos dados.

Neste caso, entende-se ser o modelo relacional o mais adequado para implementação do banco de dados proposto.

Como visto na Subseção 4.3.1, o Sistema Gerenciador de Banco de Dados escolhido para implementação do banco de dados do SIGMA foi o CLIPPER 5.01, que trabalha com o modelo relacional.

Na Subseção 5.3.5, será descrito o esquema interno adotado no SIGMA.

### 5.3.5 - Esquema interno

O esquema interno consiste numa completa descrição da representação interna dos dados e de como esses podem ser acessados. Essa descrição contém informações sobre a forma de armazenamento e tipos de estruturas físicas de armazenamento utilizadas.

#### 5.3.5.1 - Estruturas de armazenamento

No banco de dados do SIGMA, foram adotadas duas estruturas de armazenamento para os seus arquivos: **seqüencial e indexada** [18].

##### Arquivo Seqüencial

Em um arquivo seqüencial, os registros são dispostos ordenadamente, obedecendo à seqüência determinada por uma chave primária, chamada chave de ordenação. Embora essa configuração apresente uma perda de flexibilidade por não acomodar com simplicidade as operações de modificação do arquivo, o acesso ao registro, dado o argumento de pesquisa, é facilitado se a chave de acesso coincidir com a chave de ordenação. Para um volume de dados razoavelmente pequeno, esta estrutura pode ser empregada eficientemente, já que as operações de inserção, exclusão e alteração de um registro e reorganização do arquivo podem ser feitas sem maiores complicações.

### Arquivo Indexado

Quando o volume de dados se torna grande, assim como o número de operações com os registros, é mais conveniente o uso de um arquivo indexado, no qual os registros são acessados sempre através de um ou mais índices, não havendo compromisso com a ordem física de instalação dos registros. A liberdade na escolha do endereço no qual um registro é armazenado representa um ganho na flexibilidade e maior eficiência nas operações com os registros. Em um arquivo indexado podem existir tantos índices quantas forem as chaves de acesso aos registros. As entradas do índice são ordenadas pelo valor da chave de acesso, sendo cada uma delas constituída por um par (chave do registro, endereço do registro). A sequencialidade física das entradas do índice visa tornar mais eficiente o processo de busca e permitir o acesso serial ao arquivo.

São mostrados, na Tabela 5.21, todos os arquivos do SIGMA, especificando, para cada um, sua estrutura de armazenamento e chaves de ordenação ou de acesso.

**Tabela 5.21** - Especificação das estruturas de armazenamento e chaves de ordenação ou de acesso dos arquivos de dados do SIGMA.

Arquivos(DBF)	Estruturas	Chaves
FUNC	Seqüencial	N
HAB	Seqüencial	DH
HABFUNC	Seqüencial	COF
PROCEDIM	Seqüencial	DPROC
ATIVPROC	Seqüencial	CPROC
CLASSES	Seqüencial	DCE
ESPEAUSE	Seqüencial	DEA
CAUSAS	Seqüencial	DCAU
ACOES	Seqüencial	DACAO
PENDENC	Seqüencial	DP
FALHAS	Seqüencial	DFH
CARTTEMP	Seqüencial	DCT, COF, CDOS
SENHAS	Seqüencial	-----
MAT	Indexado	CM
FERRAM	Indexado	CFE
EQUILME	Indexado	CEL
CLI	Indexado	CC,NC
EQUICLI	Indexado	CEM, CC, DEM, NP1, DPLAN
OSS	Indexado	CDOS, CEM, DPRO
OSMAT	Indexado	CDOS
OSFERRAM	Indexado	CDOS
OSEQUI	Indexado	CDOS
OSATIV	Indexado	CDOS
OSFALHAS	Indexado	CDOS
HISTATIV	Indexado	CDOS
HISTEQUI	Indexado	CEM
HISTFALH	Indexado	CCE

### 5.3.5.2 - Compressão de dados

Há muitas aplicações em processamento de dados nas quais surge a necessidade de armazenar ou transmitir grandes volumes de dados. Nesses casos, o custo de armazenamento ou transmissão representa um parcela considerável no custo total do processamento [18].

Em um ambiente desse tipo, torna-se interessante o uso da técnica de compressão de dados, cujo objetivo é a redução do número de bits utilizado para a representação dos dados.

Entretanto, o banco de dados do SIGMA não apresenta um volume e manipulação de dados que tornem recomendável ou necessário o uso de qualquer técnica de compressão de dados, principalmente, por não envolver transmissão de dados.

#### 5.4 - Conclusão

Neste Capítulo, foram apresentados, inicialmente, alguns conceitos básicos da teoria de banco de dados e, logo após, o banco de dados desenvolvido para o SIGMA. Na especificação do banco de dados, definiram-se os dados e os arquivos que o compõem e as estruturas de armazenamento utilizadas nos arquivos.

Além disso, foram tecidas algumas considerações no que diz respeito à escolha do modelo de dados a ser utilizado, bem como foram especificados os esquemas conceitual, interno e externos, sendo que os esquemas externos foram apresentados de uma forma simplificada.

### CONCLUSÕES

O aumento da qualidade e eficiência dos serviços prestados pelo LEMCAD foi o principal objetivo a ser atingido quando da idealização do SIGMA. Para tanto, foram nele implementadas funções que permitem a codificação e o cadastramento de todos os recursos necessários ao planejamento e controle das atividades do Laboratório, bem como a aquisição dos dados da manutenção, para que, em médio prazo, possa ser implantado, no LEMCAD, o planejamento de manutenção preditiva.

#### 6.1 - Considerações Finais

Das atividades desenvolvidas ao longo deste trabalho, algumas se destacaram pela dificuldade e pela sua relevância, como a definição dos dados que comporiam o banco de dados proposto e a definição dos módulos e funções do SIGMA.

Embora existissem no mercado sistemas do gênero [1][11], o desenvolvimento do SIGMA revestiu-se de grande importância pelo fato de atender às especificidades do Laboratório no que diz respeito, sobretudo, aos dados da manutenção a serem utilizados, o que seria difícil de se obter com os outros sistemas. Na Tabela 6.1, podem-se ver algumas das características do SIGMA e de alguns sistemas existentes no mercado.

Tabela 6.1 - Algumas características do SIGMA e outros sistemas existentes

Sistema	Ambiente Hardware	Ambiente Operação	Linguagem	Multi-usuário	Manutenção Preditiva	Resultados Gráficos
SIGMA	Micro	DOS 3.3	Clipper 5.01	Não	Sim	Sim
ABC BULL: RAPIER	Mini	(*)	SQL	(*)	Não	(*)
ANGULUS WARE: SIM	Micro	DOS	Cobol e Clipper	(*)	Não	Sim
ASTREIN: SIM	Micro	DOS	Clipper 5.0	(*)	Sim	Sim
BRASMAN: MAC	Micro, Mini, Mainframe	DOS,UNIX VMS	C	Sim	Não	Sim
INFOTEC: SOS- PARADA	Micro	DOS 3.0	Clipper, C e Assembler	(*)	Não	Sim
MARSOFT 200 e 300	Micro	DOS	Window 3.0	(*)	Não	(*)
MICRO CONSULT: PLACOM	Micro, Mainframe	(*)	Clipper	Sim	Não	(*)
MOERBECK: AMOS	Micro	DOS	(*)	(*)	Não	(*)
MSA	(*)	(*)	Cobol 74	(*)	Sim	(*)
SEMAPI: MANTEC	Micro, Mini, Mainframe	(*)	Basic, C, T Cal 4, Assembler SQL, Cobol,IM S	Sim	(*)	(*)

Tabela 6.1 (continuação)

Sistema	Ambiente Hardware	Ambiente Operação	Linguagem	Multi-Usuário	Manutenção Preditiva	Resultados Gráficos
SGS: SIEM	Micro	DOS	Clipper	Sim	Não	Sim
SPES: SMI e SCO	Micro	DOS	Clipper	Sim	Sim	Sim
THORNIX: CHAMPS	Mainframe	(*)	(*)	Sim	Não	(*)
PTC: CMC	(-)	(-)	(-)	Sim	Sim	(-)

(\*) - Não informou.

(-) - As opções são função das disponibilidades das empresas usuárias do sistema.

De acordo com os dados mostrados na Tabela 6.1, podem-se fazer os seguintes comentários:

- 1) A linguagem Clipper foi utilizada no desenvolvimento de grande parte dos sistemas.
- 2) Embora alguns sistemas sejam portáteis para minicomputadores e mainframes, os microcomputadores são os mais utilizados.
- 3) Verifica-se que a maioria dos sistemas possui a opção para rodar em ambiente multiusuário. O SIGMA, em sua versão atual, roda apenas em ambiente monousuário. Entretanto, será implementada nesse sistema, em futuras versões, a opção multiusuário.
- 4) Poucos sistemas oferecem um módulo para o planejamento da manutenção preditiva, entre eles o SIGMA.

## 6.2 - Sugestões para Trabalhos Futuros

Quando do desenvolvimento do SIGMA, procurou-se atender às necessidades operacionais do LEMCAD, principalmente no que diz respeito aos dados de manutenção a serem utilizados. Durante a implantação do SIGMA, possivelmente serão feitas adaptações em algumas de suas funções e até nos dados utilizados, que não são possíveis no momento. A arquitetura utilizada no SIGMA viabiliza esta operação e ainda possibilita a que inovações possam ser feitas em sua versão atual. Dentre as sugestões propostas, destacam-se:

### *1) Versão para o ambiente Windows*

O desenvolvimento de uma versão do Sistema para o ambiente gráfico Windows possibilitaria uma melhoria na apresentação dos gráficos, bem como permitiria que algumas tarefas pudessem ser executadas simultaneamente. A execução multitarefa tornaria mais confortável e rápida a busca às informações oferecidas pelo Sistema.

### *2) Predição de ocorrências de falhas em nível de componente*

No SIGMA, o acompanhamento das ocorrências de falhas nos equipamentos é feito em termos de classes de falhas, onde cada classe define um módulo no equipamento onde pode ocorrer uma falha. Os equipamentos, por sua vez, também são agrupados em classes. Com isso, ficam registradas as ocorrências de classes de falhas em classes de equipamentos. Para uma investigação mais detalhada da ocorrência das falhas, visando-se fazer a predição em nível de componente, sugerem-se: a análise individual de cada equipamento, com o subsequente registro dos componentes causadores de cada falha, e a inclusão de novas técnicas estatísticas. Estas técnicas complementariam a análise dos dados, objetivando a ampliação dos recursos já existentes para manutenção preditiva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] - TAVARES, L.A., "*Controle de Manutenção por Computador*", Editora Técnica Ltda, Rio de Janeiro, 1987.
  
- [2] - PINHEIRO, W.G., "*Implantação de um Laboratório de Manutenção no D.E.E.*", UFPB-CCT-DEE, Campina Grande - PB, março de 1985.
  
- [3] - Portaria DEE/008/92 - CCT-UFPB, de 28 de setembro de 1992.
  
- [4] - Revista "*Manutenção*", número 20 - JUN/JUL  
Editora Raquel dos Anjos, Rio de Janeiro, 1989.
  
- [5] - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas,  
P\_TB\_116, "*Confiabilidade de Equipamentos e Componentes Eletrônicos*",  
Termos Básicos e Definições, 1975.
  
- [6] - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas,  
TB\_19 Grupo 05, "*Termos Fundamentais de Eletricidade*", 1971.
  
- [7] - KELLY, A., HARRIS, M.J., "*Administração de Manutenção Industrial*",  
Tradução de Mario Amora Ramos,  
IBP - Instituto Brasileiro de Petróleo, 1980.
  
- [8] - "*Grupo Coordenador de Operação Interligada*"  
(SCO - COMTED - 1981).

- [9] - PINHEIRO, W.G., "*Planejamento, Organização e Controle de Manutenção Eletroeletrônica por Microcomputador*", proposta de projeto submetido à FINEP no subprograma do PADCT, janeiro de 1991.
- [10] - HOLANDA, A.B., "*Novo Dicionário da Língua Portuguesa*", Editora Nova Fronteira, 1. edição, 2. impressão, pp 889 e 1148, 1975.
- [11] - Revista "*Manutenção*", número 28, JAN/FEV  
Novo Polo Publicações e Assessoria Ltda., Rio de Janeiro, 1991.
- [12] - SCHMIDT, P.A., "*Conceitos Básicos de Estatística*", Instituto Brasileiro da Qualidade Nuclear, 1991.
- [13] - GOES, M.A.C., "*Controle Estatístico do Processo*", Instituto Brasileiro da Qualidade Nuclear, 1991.
- [14] - SCHILDT, H., "*C Avançado - Guia do Usuário*", Editora McGraw-Hill Ltda., São Paulo, 1989.
- [15] - Revista "*Exame Informática*", janeiro, ano 7  
Editora Abril, São Paulo, 1992.
- [16] - VIDAL, A.G.R., "*CLIPPER - Versão Summer 87*", Vol. 1  
Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., Rio de Janeiro, 1989.

- [17] - DALTON, R., "*CLIPPER - Técnicas Avançadas*", 2. Impressão EBRAS - Editora Brasileira Ltda., Rio de Janeiro, 1990.
- [18] - FURTADO, A.L., SANTOS, C.S., "*Organização de Banco de Dados*", 6. Edição, Editora Campus Ltda., Rio de Janeiro, 1986.
- [19] - LEITE, L.L.P., "*Introdução aos Sistemas de Gerência de Banco de Dados*", Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1980.
- [20] - DATE, C.J., "*Introdução ao Sistema de Banco de Dados*", Vol. 1 Editora Campus Ltda, Rio de Janeiro, 1991.
- [21] - MELO, G.L.C., SILVA, C.A.P., "*Sistema de Gerenciamento de Manutenção por Microcomputador*", Relatório Final de Projeto realizado na Disciplina **Projeto de Banco de Dados** dos Cursos de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da UFPB - Campus II - 1991.
- [22] - QUINTELA, L.A., PIMENTEL, M.S.L., "*CLIPPER com Linguagem C*", Editora McGraw-Hill Ltda., Rio de Janeiro, 1990.
- [23] - CLBC - Versão 2.5 , "*Biblioteca Compugráfica para CLIPPER*", Cartão de Referência, Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., SoftCAD Informática Ltda, 1991.
- [24] - BAYES, R.A., "*DBASE III - Banco de Dados para Todas as Aplicações*", Editora McGraw-Hill/Datalógica, São Paulo, 1985.

## MANUAL DO USUÁRIO

### A.1 - Introdução

Este manual destina-se a fornecer orientação aos usuários para uso adequado do sistema SIGMA.

Os seguintes tópicos serão aqui abordados:

- Instalação
- Informações gerais
- Interface com o usuário
- Descrição das funções

### A.2 - Instalação

Para um bom funcionamento do SIGMA, alguns parâmetros devem ser especificados nos arquivos AUTOEXEC.BAT e CONFIG.SYS. As variáveis de ambiente do DOS, FILES e BUFFERS, especificadas no arquivo CONFIG.SYS, devem conter os seguintes valores:

```
FILES=60  
BUFFERS=8
```

Já no AUTOEXEC.BAT, deve estar contida a seguinte linha de comando:

```
SET CLIPPER=f060;
```

Este último comando pode ser dado diretamente no PROMPT do DOS, caso não se queira incluí-lo no AUTOEXEC.BAT.

### A.3 - Informações Gerais

O SIGMA (*Sistema de Gerenciamento de Manutenção*) é um sistema que foi desenvolvido objetivando gerenciar as atividades de manutenção do LEMCAD (*Laboratório de Ensaios, Manutenção, Calibração, Aferição e Desenvolvimento*), como também oferecer recursos para o planejamento de manutenção preditiva, através do estudo estatístico dos dados da manutenção.

O SIGMA foi desenvolvido na linguagem de programação CLIPPER 5.01.

Na Tabela A.1, são especificados todos os arquivos .EXE, .OVL, .DBF, .NTX e .PRG que compõem o SIGMA.

Tabela A.1 - Especificação dos Arquivos do SIGMA

Nome	Descrição	
SIGMA.EXE	Programa Principal	
BCEGAAR.EXE	Programas de Instalação do Modo Gráfico	
BCHERAR.EXE		
INSTALA.OVL	"Overlays" Externos	
MANUTEN.OVL		
MANIPULA.OVL		
RECUSERV.OVL		
OSPLANEJ.OVL		
OSPROGRA.OVL		
FECHAMTO.OVL		
RELATORIO.OVL		
ESTATIS.OVL		
CLASSES.DBF		Arquivos de Dados
ATIVPROC.DBF		
ESPEAUSE.DBF		
HABFUNC.DBF		
PENDENC.DBF		
FUNC.DBF		
● FALHAS.DBF		
CAUSAS.DBF		
ACOES.DBF		
CARTTEMP.DBF		
SENHAS.DBF		
CLI.DBF		

Tabela A.1 - Especificação dos Arquivos do SIGMA (continuação)

EQUICLL.DBF	Arquivos de Dados
MAT.DBF	
FERRAM.DBF	
EQUILME.DBF	
OSS.DBF	
OSATIV.DBF	
OSMAT.DBF	
OSFERRAM.DBF	
OSEQUL.DBF	
OSFALHAS.DBF	
HISTATIV.DBF	
HISTFALH.DBF	
HISTEQUIL.DBF	
CLLNTX	Arquivos de Índices
NOMECLLNTX	
CODEQULNTX	
CODCLLNTX	
NOMEEQULNTX	
NPEQULNTX	
DATAPL.NTX	
MAT.NTX	
FERRAM.NTX	
EQUILME.NTX	
OSCOD.NTX	
OSEQULNTX	
OSDATA.NTX	
OSMAT.NTX	
OSFERRAM.NTX	
OSEQULME.NTX	
OSATIV.NTX	
OSFALHAS.NTX	
HISTATIV.NTX	
HISTFALH.NTX	
HISTEQULNTX	
SIGMA.PRG	Programas - fonte
MENUS.PRG	
FUNCOES.PRG	
HELP.PRG	
INSTALA.PRG	
MANUTEN.PRG	

Tabela A.1 - Especificação dos Arquivos do SIGMA (continuação)

PLANPROG.PRG	Programas - fonte
ESTATIS.PRG	
CLIENTES.PRG	
TECNICO.PRG	
PLANEJA.PRG	
PLANEJA2.PRG	
RECUSERV.PRG	
PENDOS.PRG	
CONSULTA.PRG	
OSPLANEJ.PRG	
OSPROGRA.PRG	
FECHAMTO.PRG	
RELATORI.PRG	
PIZZA.PRG	
BARRAS.PRG	
LINHA.PRG	
ESTATIS.PRG	
PARETO.PRG	
CTRL.PRG	
TENDENCL.PRG	

O SIGMA contém funções que utilizam gráficos como saída de informações. Caso se queira utilizar essas funções, dependendo do modo de vídeo a ser utilizado, devem-se executar os seguintes programas de instalação das rotinas gráficas, antes de executar o SIGMA:

BCEGAAR.EXE - EGA / VGA  
 BCHERAR.EXE - Hércules

No modo de vídeo CGA, não há a necessidade de executar nenhum programa de instalação.

#### A.4 - Interface com o Usuário

Muitos grupos vêm-se dedicando para atingir o ideal em termos de interface, ou seja, que a máquina se comunique com o seu usuário através de uma linguagem que lhe seja comum. Entretanto, as máquinas têm linguagens próprias e precisam receber instruções adequadas para funcionarem.

Surge, assim, a maior função da interface: fazer com que o computador se comunique

adequadamente com as pessoas. Se a interface for auto-explicativa e fácil de operar, diz-se que é uma interface amigável.

Uma descrição da interface do SIGMA é apresentada nas Subseções seguintes, destacando-se os aspectos de suas funções, controle de acesso, estilos de diálogo, classes de usuários, métodos de ajuda e dispositivos periféricos utilizados.

#### A.4.1 - Apresentação da informação

Nesta Seção, são apresentados o *layout das telas* e os *modos de consulta* encontrados no SIGMA.

##### A.4.1.1 - Layout das telas

A tela do SIGMA é dividida em cinco áreas, conforme ilustradas na Figura A.1, representando, respectivamente:

área 1: o título do sistema e a data de operação;

área 2: a função executada, no momento, pelo usuário;

área 3: o menu principal;

área 4: os demais menus do sistema, e entrada e saída de dados;

área 5: mensagens de ajuda de navegação no sistema e mensagens de erro.

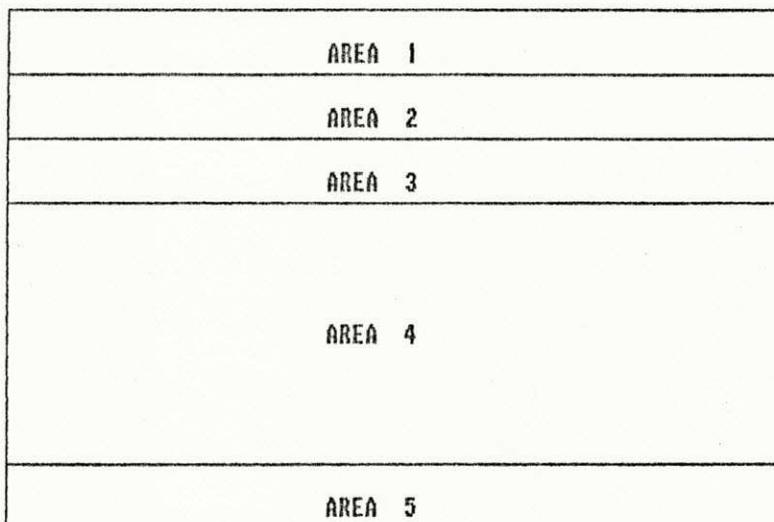


Figura A.1 - Especificação das áreas da tela do SIGMA

Essa distribuição só não é verificada quando da exibição das telas gráficas. Nas telas gráficas, são mostrados: na sua parte superior, o título do gráfico exibido; na parte central, o gráfico; e na parte inferior, mensagens auxiliares.

#### A.4.1.2 - Consultas

Nos vários tipos de consultas oferecidos pelo SIGMA, além dos relatórios convencionais, em vídeo ou impressora, diversas informações são apresentadas através de gráficos, tanto nas funções destinadas ao controle e planejamento administrativo, como também, e principalmente, nas funções destinadas à análise estatística.

A utilização de gráficos visa facilitar a análise dos dados, que não é tão direta a partir dos relatórios convencionais.

#### A.4.2 - Entrada no SIGMA

O SIGMA faz, inicialmente, uma verificação do banco de dados do sistema e, logo após, a sua instalação, caso não tenha havido nenhum problema. Exemplos de problemas podem ser: inexistência de um arquivo do banco de dados ou erro de leitura de disco. Isto ocorrendo, o usuário será avisado; caso contrário, o sistema confirma a instalação do banco de dados. Com o banco de dados instalado, é apresentado um menu com as classes de usuários. O usuário deverá, então, escolher a classe em que se enquadra e, logo após, terá duas chances para digitar sua senha. As telas do SIGMA, para estas situações, estão ilustradas nas Figuras A.2, A.3 e A.4.

SIGMA/LENCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção

Data: 09/11/92

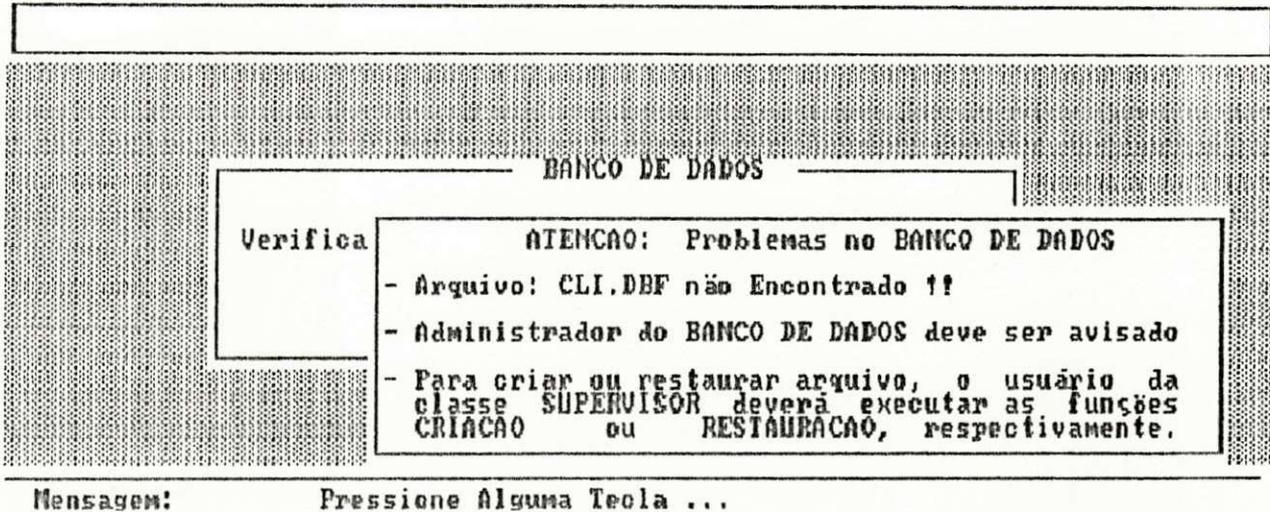


Figura A.2 - Tela: Ocorrência de erro no processamento do banco de dados.

SIGMA/LENCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção

Data: 09/11/92

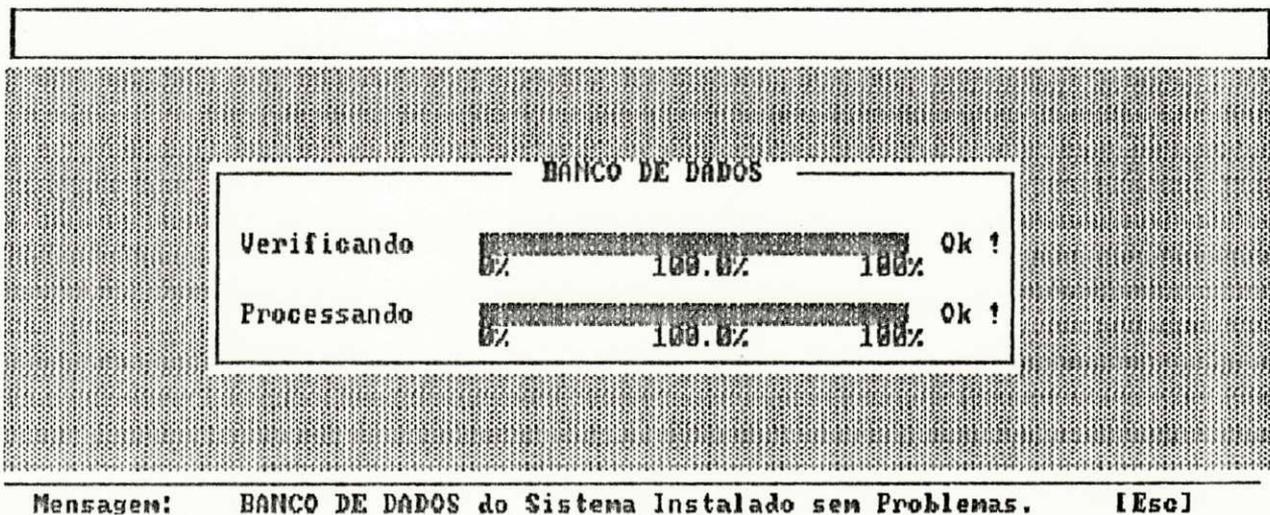


Figura A.3 - Tela: Final do processamento do banco de dados

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Define a Classe do Usuário

Data: 09/11/92

SUPERVISOR  
Secretaria  
Técnico

<< DIGITE SUA SENHA >>  
[.....]

Mensagem:

Figura A.4 - Tela: Controle de acesso

Em caso de digitação não correta da senha, a execução do SIGMA é terminada. Caso contrário, será exibido o seu menu de abertura (vide Figura A.5).

O SIGMA está inicialmente configurado com a utilização de cores, o que é importante, principalmente no destaque de mensagens na tela e na apresentação dos gráficos, de forma a torná-los mais inteligíveis. No entanto, o SIGMA funciona satisfatoriamente em sistemas que não disponham desse recurso.

Em caso de o SIGMA ser rodado em sistemas com monitor monocromático, o usuário deverá, na função *Modo de Vídeo*, especificar o modo de vídeo adequado, principalmente se for utilizar as funções gráficas.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Menu de Abertura

Data: 09/11/92  
F1-Ajuda F2-Macros

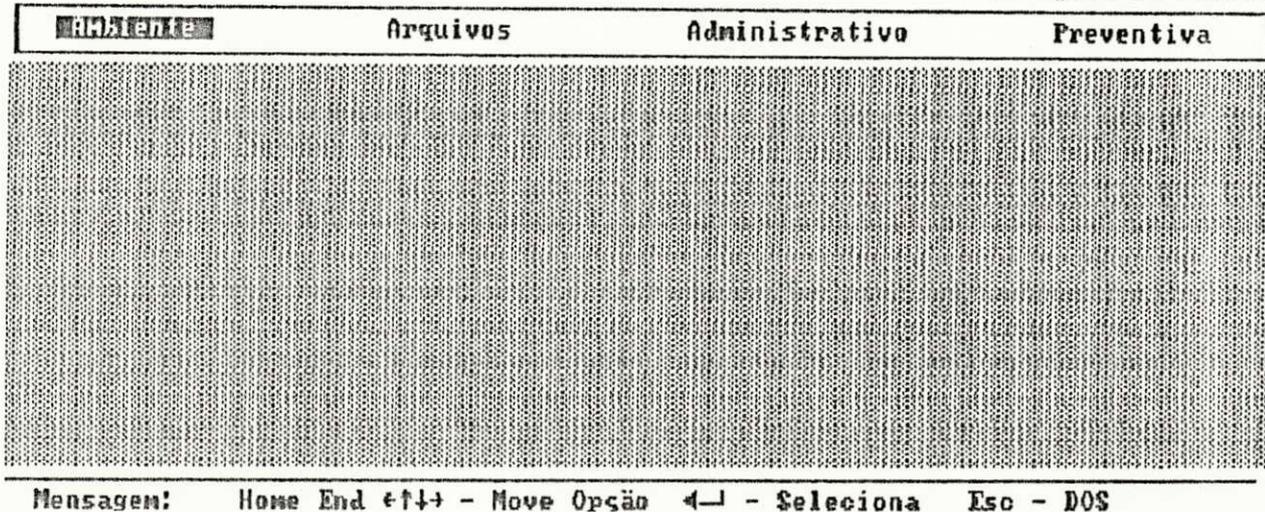


Figura A.5 - Tela: Menu de abertura

#### A.4.3 - Classes de usuários

Três diferentes classes de usuários utilizarão comumente o SIGMA: **supervisor, secretária e técnico**. Cada classe terá uma senha de acesso ao sistema que, por sua vez, definirá as funções que poderão ser acessadas.

Apenas os usuários contidos na classe **supervisor** poderão modificar ou consultar as senhas de acesso.

#### A.4.4 - Estilos de diálogo

Utilizaram-se no SIGMA os seguintes estilos de diálogo:

- Menu
- Pergunta e resposta
- Pergunta e resposta em conjunto com menu

#### **A.4.4.1 - Menu**

Optou-se, no SIGMA, pela utilização de menus como principal meio de entrada de comandos, devido à facilidade que proporciona, tanto pela utilização de um número reduzido de teclas, como pela não exigência de conhecimento profundo acerca das funções oferecidas pelo sistema.

Quando determinado campo de um registro deve assumir valores dentro de uma faixa de valores predefinidos, ou de valores previamente cadastrados no banco de dados do sistema, um menu contendo esses valores é apresentado ao usuário, de forma a manter uma consistência nos dados armazenados nesse campo e evitar que o usuário tenha de consultar as tabelas contendo esses valores.

#### **A.4.4.2 - Pergunta e resposta**

Em alguns tipos de consultas oferecidos pelo SIGMA, o usuário deverá entrar com as chaves de acesso necessárias a cada consulta, tais como códigos, nomes e datas.

#### **A.4.4.3 - Pergunta e resposta em conjunto com menu**

Esse tipo de diálogo ocorre quando o usuário tem de responder a uma pergunta do SIGMA; entretanto, a resposta está limitada a algumas opções, que são apresentadas em um menu.

#### **A.4.5 - Métodos de ajuda**

Nesta Seção, serão descritos os métodos de ajuda oferecidos pelo SIGMA.

##### **A.4.5.1 - Orientação no uso**

De forma a orientar o usuário no uso do SIGMA, são apresentadas, em duas áreas da tela, mensagens que indicam a função em andamento, mensagens de erro e mensagens que auxiliam também quanto a operação e navegação no sistema.

Foram definidas algumas macrofunções, de forma a possibilitar que usuários mais

experientes no sistema executem determinadas funções rapidamente, sem percorrer o caminho natural até elas.

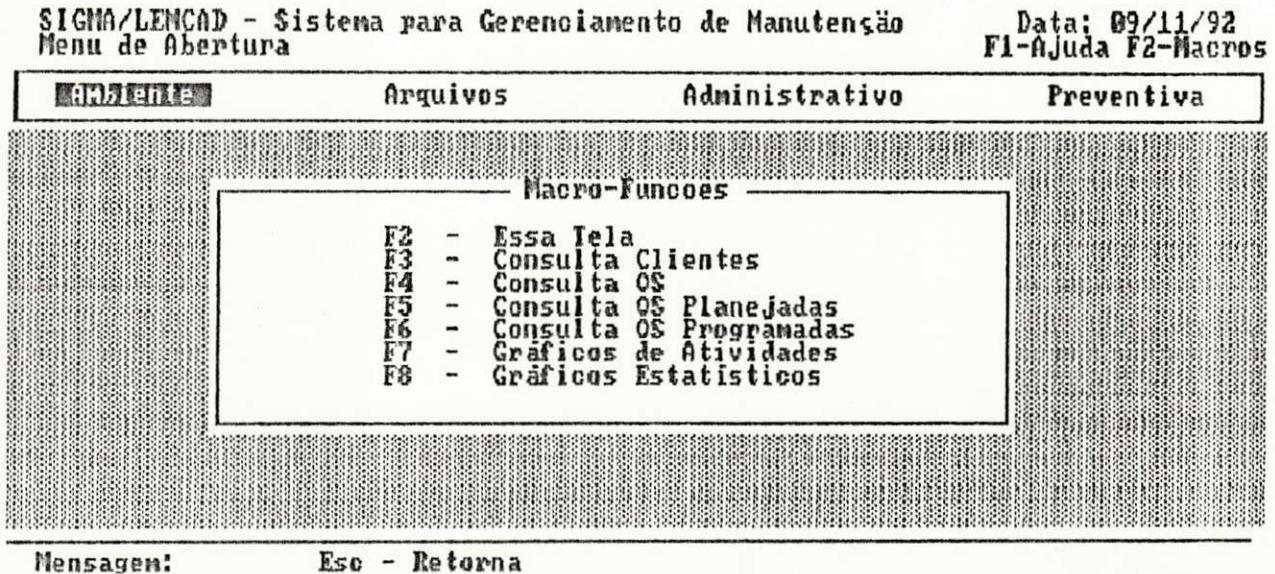


Figura A.6 - Tela: Macrofunções

#### A.4.5.2 - Detecção e recuperação de erros

As mensagens de erro do SIGMA sempre são apresentadas na área destinada a mensagens, na última linha da tela. Essas mensagens geralmente são mostradas em fundo vermelho com letras brancas, de forma a chamar a atenção do usuário para a ocorrência do erro.

As mensagens de erro procuram, de uma forma direta, orientar o usuário para que este não tenha dúvida com relação ao erro cometido.

O usuário sempre poderá abandonar a operação que está fazendo, com o uso da tecla ESC, inclusive quando da ocorrência de algum erro.

### A.4.5.3 - Documentação

O SIGMA oferece dois tipos de documentação: "on-line" e "off-line".

Na documentação "on-line", são apresentadas informações sensíveis ao contexto, de modo a auxiliar o usuário em qualquer situação dentro do sistema (vide Figura A.7).

Já a documentação "off-line" é este *Manual*.

### A.4.6 - Dispositivos periféricos

Nesta Seção, serão descritos os periféricos utilizados para operação no SIGMA.

#### A.4.6.1 - Entrada de comandos e dados

O **teclado** é o dispositivo utilizado para entrada de comandos e dados no SIGMA.

Como já foi dito, os menus são predominantes no que diz respeito à entrada de comandos do SIGMA, o que torna a utilização do **teclado** bastante adequada. Entretanto, a utilização de outro dispositivo nessa interação, como o "mouse", por exemplo, não está descartada, podendo ser considerada em futuras versões do SIGMA.

#### A.4.6.2 - Saída de dados

O SIGMA utiliza o monitor de vídeo e a impressora, na saída dos dados.

O monitor de vídeo poderá ser colorido ou monocromático, sendo que o "default" assumido pelo SIGMA é o colorido.

A impressora poderá ser de 80 ou 132 colunas. Entretanto, todos os relatórios do SIGMA são estruturados para formulários de 80 colunas.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Menu de Abertura

Data: 09/11/92  
F1-Ajuda F2-Macros

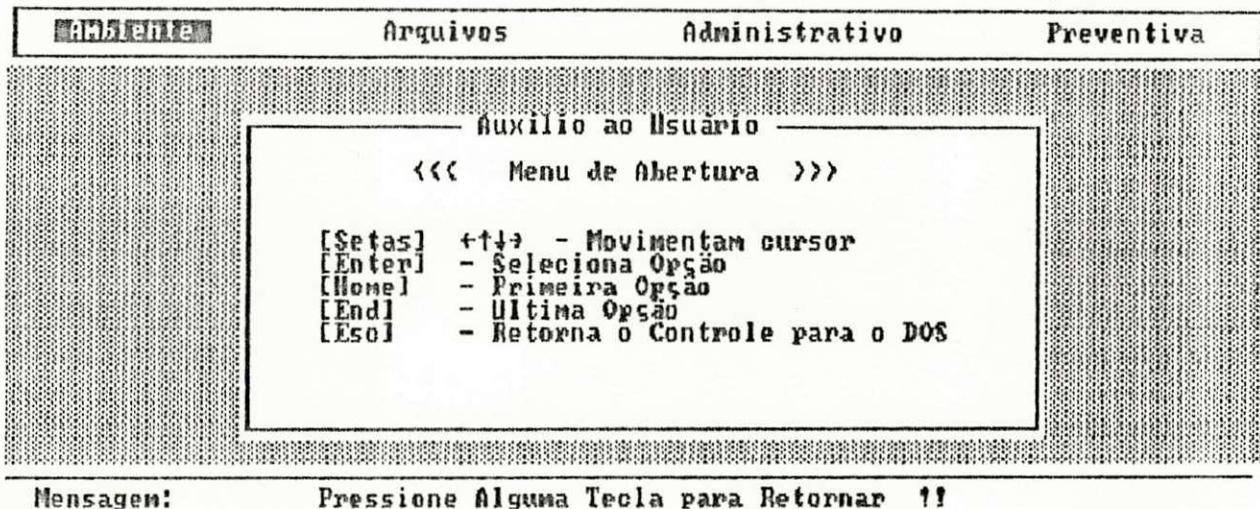


Figura A.7 - Tela: Ajuda "on-line"

## A.5 - Descrição das Funções

Faz-se, em seguida, uma descrição detalhada das funções oferecidas pelo SIGMA. O SIGMA apresenta as seguintes funções principais:

- \* Ambiente
- \* Arquivos
- \* Administrativo
- \* Preventiva

### A.5.1 - Ambiente

Nesta função, o usuário poderá alterar as senhas de cada classe de usuários e o modo de vídeo a ser utilizado na execução do sistema.

Apresenta as seguintes funções:

- \* Senhas
- \* Modo de Vídeo

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
 Instalação do Sistema

Data: 09/11/92  
 F1-Ajuda

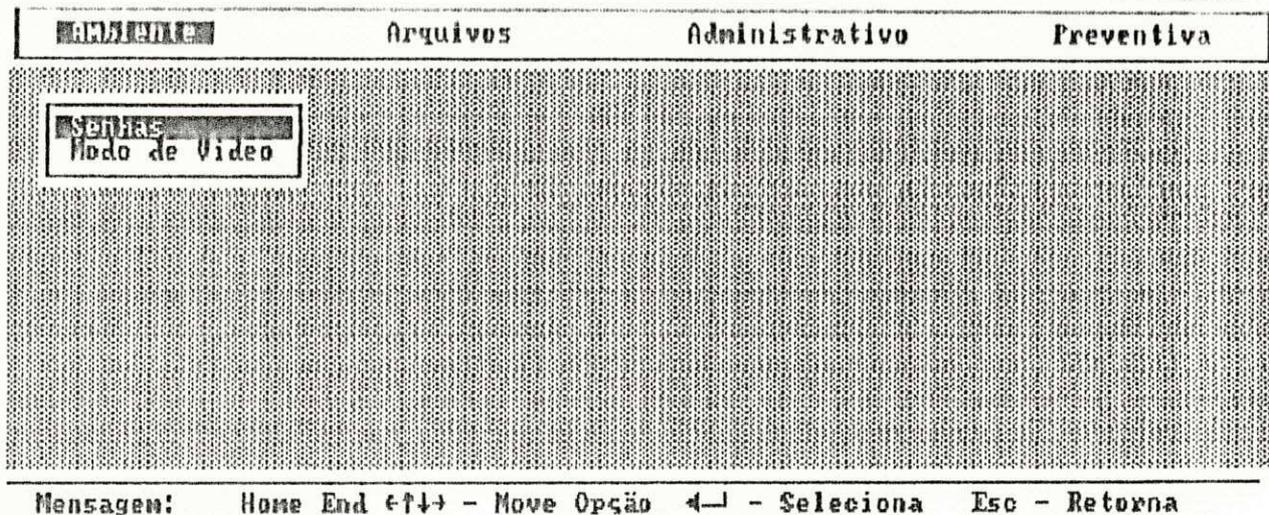


Figura A.8 - Tela: Ambiente

### A.5.1.1 - Senhas

Nesta função, o usuário incluído na classe *supervisor* definirá as senhas de acesso ao SIGMA, que serão codificadas e armazenadas no arquivo SENHAS.DBF. Só esse usuário poderá consultar ou alterar as senhas. Antes da definição das senhas, ou no caso de o arquivo que contém as senhas ser danificado ou perdido, a entrada no sistema fica condicionada à digitação de uma senha mestra que será de conhecimento apenas desse usuário.

### A.5.1.2 - Modo de vídeo

O SIGMA poderá ser rodado nos ambientes EGA/VGA, CGA ou Hércules. Originalmente, está configurado para o ambiente EGA/VGA. Caso se queira rodá-lo em um ambiente CGA ou HERCULES, deve-se especificar na função modo de vídeo. Isto é importante, pois a combinação de cores assumida no SIGMA não é adequada em monitores CGA e Hércules. Além disso, poderá acarretar em erros graves de execução se as funções que contém gráficos forem executadas.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
 Define o Modo de Vídeo

Data: 14/11/92  
 F1-Ajuda

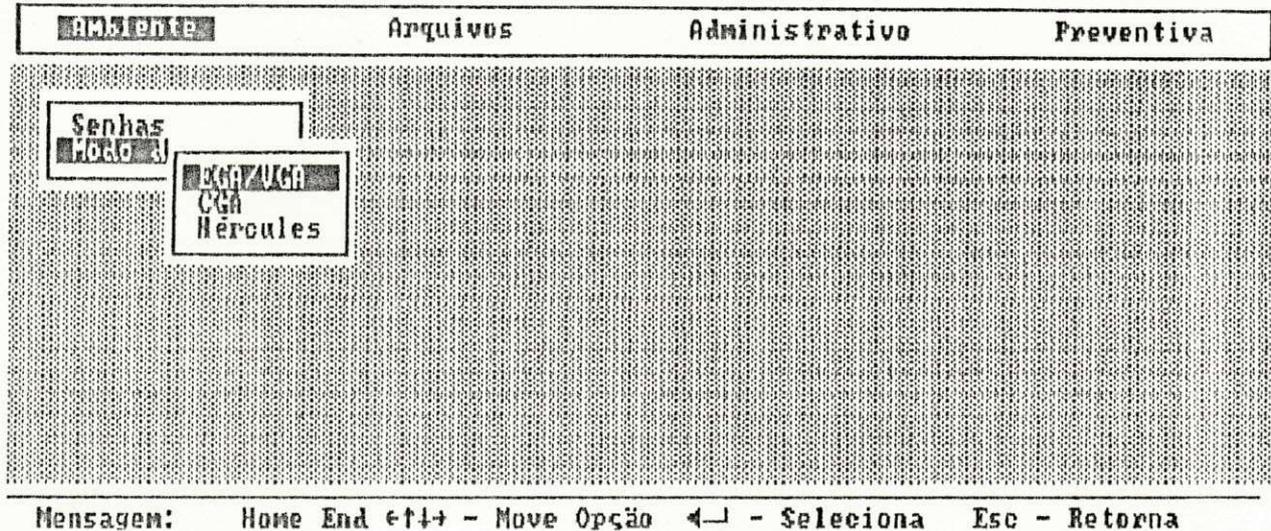


Figura A.9 - Tela : Modo de vídeo

## A.5.2 - Arquivos

Nesta função, o usuário poderá fazer todas as operações relacionadas aos arquivos do sistema, ou seja, criação, cópias, inicialização, restauração e atualização de índices. Além dessas, há uma função que apresenta a situação (número de registros) de cada arquivo.

Apresenta as seguintes funções:

- \* Criação
- \* Atualização
- \* Cópia
- \* Inicialização
- \* Restauração
- \* Situação

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
 Manutenção dos Arquivos do Sistema

Data: 09/11/92  
 FI-AJuda



Figura A.10 - Tela: Opções para manutenção dos arquivos

### A.5.2.1 - Criação

Esta função permite a criação de todos os arquivos de dados do SIGMA, como também os arquivos de índices.

Caso algum arquivo de dados ou de índices seja perdido, poderá ser criado nessa função. Esta operação não afeta os arquivos já existentes.

Sempre que essa função for executada o SIGMA deverá ser novamente rodado.

### A.5.2.2 - Atualização

Esta função permite a atualização de todos os arquivos de índices do sistema. Sugere-se executá-la sempre que houver a restauração de arquivos.

### A.5.2.3 - Cópia

Nesta função, podem-se fazer cópias de todos os arquivos de dados do SIGMA.

### A.5.2.4 - Inicialização

Nesta função, qualquer arquivo de dados do SIGMA pode ser inicializado.

A operação de inicialização não destrói o arquivo e, sim, os dados nele contidos.

### A.5.2.5 - Restauração

Esta função permite a recuperação de arquivos que foram danificados ou perdidos, através de cópias contidas em disquete. Para isso o usuário deve apenas indicar o arquivo a ser restaurado e a unidade de disco onde está a cópia.

### A.5.2.6 - Situação

Nesta função, são apresentados os números de registros dos arquivos do SIGMA. O número de registros indica o número de componentes do arquivo.

#### Observação:

Nas funções (cópia, inicialização e restauração), o usuário deverá escolher, dentre cinco categorias de arquivos, os arquivos que deverão fazer parte da operação.

## A.5.3 - Administrativo

Nesta função, são feitos o planejamento, organização e controle dos serviços a serem realizados no LEMCAD (vide Figura A.11).

Algumas funções básicas são utilizadas na função Administrativo, sendo fundamentais na criação e manutenção do banco de dados do sistema. São elas: Inclusão, Consulta, Alteração, Deleção, Listagens e Reorganização.

Na Figura A.12, está ilustrado um exemplo de utilização dessas funções.

### Inclusão

Esta função permite o cadastramento de novos registros de dados.

Caso o usuário tente cadastrar um registro já existente, será avisado pelo sistema.

Para abandonar a operação, deve-se pressionar o ESC no primeiro campo.

### Consulta

Esta função permite a consulta aos registros de dados cadastrados.

Caso o usuário tente consultar um registro que não existe, será avisado pelo sistema.

Para abandonar a operação, deve-se pressionar o ESC no primeiro campo.

### Alteração

Esta função permite a alteração de registros de dados cadastrados.

Caso o usuário tente alterar um registro que não existe, será avisado pelo sistema.

Para abandonar a operação, deve-se pressionar o ESC no primeiro campo.

### Deleção

Esta função permite a deleção de registros de dados cadastrados.

Caso o usuário tente apagar um registro que não existe, será avisado pelo sistema.

Para abandonar a operação, deve-se pressionar o ESC no primeiro campo.

### Listagens

Esta função permite a listagem em impressora do cadastro especificado. A listagem é feita em papel de 80 colunas.

Para abandonar a operação, deve-se pressionar a tecla ESC ou escolher a opção cancela, quando da confirmação da listagem.

Reorganização

Nesta função, faz-se a reordenação ou reindexação do arquivo especificado.

O arquivo a ser reordenado ou reindexado dependerá da função que estiver sendo executada. A reindexação de todos os arquivos do sistema é feita na função **Atualização** descrita na Seção A.6.2.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Planejamento, Programação e Controle dos Serviços

Data: 09/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente	Arquivos	<b>RECURSOS E SERVIÇOS</b>	Preventiva
----------	----------	----------------------------	------------

**RECURSOS E SERVIÇOS**

- Recursos e Serviços
- Planejamento de OS
- Programação de OS
- Fechamento
- Relatórios/Gráficos

Mensagem: Home End ←↑↓→ - Move Opção ← - Seleciona Esc - Retorna

Figura A.11 - Tela: Administrativo

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
 Funções Básicas para Manipulação de Dados

Data: 14/11/92  
 F1-Ajuda

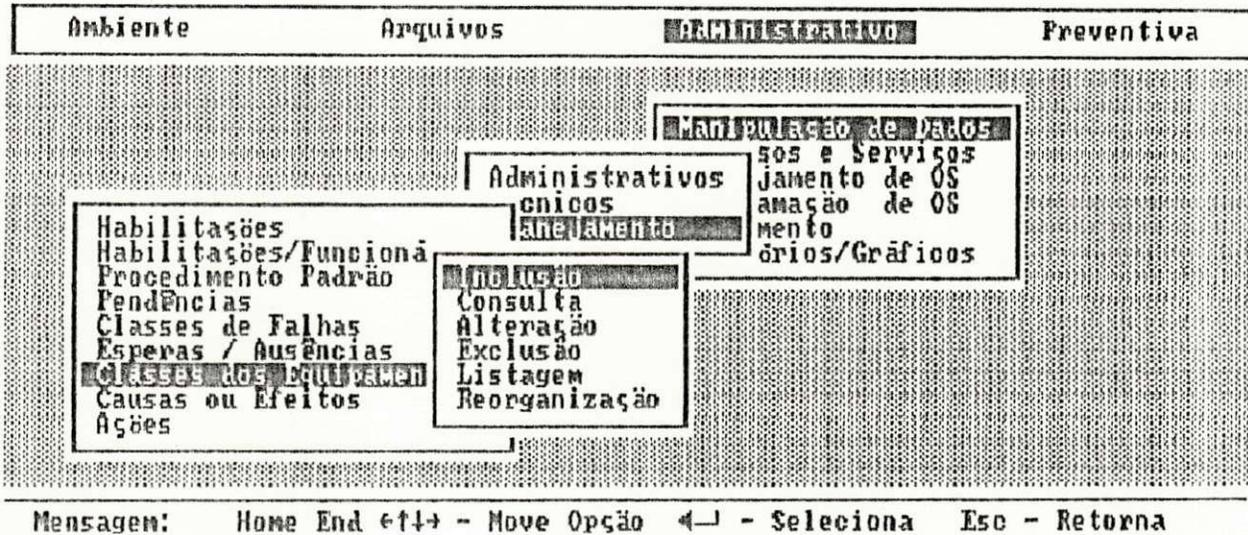


Figura A.12 - Tela: Funções básicas

### A.5.3.1 - Manipulação de Dados

Esta função permite a inclusão, consulta, alteração, deleção, listagem e reorganização dos dados básicos do sistema.

Os dados manipulados nesta função serão utilizados por todas as outras funções e são fundamentais para o funcionamento do sistema.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Manipulação de Dados

Data: 09/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente	Arquivos	<b>ADMINISTRATIVOS</b>	Preventiva
----------	----------	------------------------	------------

<b>ADMINISTRATIVOS</b>	Manutenção de Equipamentos e Serviços Planejamento de OS Manutenção de OS Planejamento de OS Planilhas/Gráficos
------------------------	---

Mensagem: Home End ←→ - Move Opção ← - Selecciona Esc - Retorna

Figura A.13 - Tela: Manipulação

### Administrativos

Nesta função, são mantidos os cadastros dos funcionários, clientes e equipamentos dos clientes do LEMCAD.

### Funcionários

Esta função permite a inclusão, consulta e alteração dos dados relacionados aos funcionários, como mostrado na Figura A.14.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção      Dat  
 Consulta - Funcionários

Ambiente	Arquivos	GRUPO DE FUNCIONARIOS	P
Codigo.....:	05		
Nome.....:	JOSE LUIS DA SILVA MONTEIRO		
Matricula...:	767467		
Funcao.....:	05	TECNICO	
Horas/Disp..:	5		
Turno.....:	MANHA		

Figura A.14 - Janela da Tela: Dados dos funcionários

### Cientes

Esta função permite a inclusão, consulta e alteração dos dados relacionados aos clientes, como mostrado abaixo.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção      Data:  
 Consulta - Clientes

Ambiente	Arquivos	GRUPO DE CLIENTES	Pre
Codigo.....:	[0005]		
Nome.....:	LUIS FERNANDO		
Atividade....:	GERENTE DE VENDAS		
Endereco.....:	RUA: DAS FLORES, 5000, CENTRO		
Cidade/Estado:	JOAO PESSOA - PARAIBA		
Telefone.....:	001-323.3245		
Hora/Contato:	HORARIO COMERCIAL		
Pess./Contato:	ELE		

Figura A.15 - Janela da Tela: Dados dos clientes

Equipamentos dos Clientes

Nesta função, podem-se cadastrar, consultar e alterar os dados relacionados com os equipamentos dos clientes.

A consulta poderá ser feita por código do equipamento, número de patrimônio e nome do cliente.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Opções para Consulta dos Equipamentos dos Clientes

Data: 09/11/92  
FI-AJuda

Ambiente	Arquivos	<b>MANUTENÇÃO</b>	Preventiva
----------	----------	-------------------	------------

**MANIPULAÇÃO DE DADOS**

**MANUTENÇÃO**

os e Serviços  
 jamento de OS  
 anação de OS  
 mento  
 órios/Gráficos

**FUNCIONÁRIOS**

Funcionários  
Clientes

**INCLUSÃO**

Inclusão  
Altera  
Exclus  
Listag  
Reorga

**CONSULTA**

N. Patrimônio  
Nome do Cliente

Mensagem: Home End ←→ - Move Opção ← - Selecciona Esc - Retorna

Figura A.16 - Tela: Opções para consulta aos equipamentos dos clientes

Na consulta por nome do cliente, deverá ser digitado o nome do cliente, sendo, a seguir apresentado um menu com todos os equipamentos relacionados a este cliente (vide Figura A.17). O usuário deverá, então, escolher o equipamento de interesse.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Consulta - Equipamentos dos Clientes

Data: 09/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente	Arquivos	ARMANDO	Preventiva
Nome do Cliente: UFPB - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRICA			
Equipamentos do Cliente		Na Manutenção	
0002 - MICROCOMPUTADOR 486/33MHZ	-	-	NAO
0007 - OSCILOSCOPIO	-	-	NAO
0008 - OSCILOSCOPIO	-	-	NAO
0009 - OSCILOSCOPIO	-	-	NAO
0010 - OSCILOSCOPIO	-	-	NAO

Mensagem: Home End ↑↓ PgUp/PgDn - Move Opção ← - Selecciona Esc - Retorna

Figura A.17 - Tela: Consulta equipamentos dos clientes por nome

Os dados dos equipamentos podem ser vistos abaixo.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Consulta - Equipamentos dos Clientes

Data: 09/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente	Arquivos	ARMANDO	Preventiva
Codigo.....:	0002		
Codigo Cliente:	0004	UFPB - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRICA	
Classe.....:	01	MICROCOMPUTADORES	
Descricao....:		MICROCOMPUTADOR 486/33MHZ	
N. Patrimonio.:	12344		
Fabricante....:	HP		
Modelo.....:			
Serie.....:			
Acessorios....:		TECLADO-MONITOR-MOUSE	
Data Aquisicao:	25/06/92		
Situacao do Equipamento...:		NAO ESTA NA MANUTENCAO	
Data Ultima Manutencao....:		29/08/92	

Figura A.18 - Janela da Tela: Dados dos equipamentos dos clientes

Técnicos

Esta função permite a inclusão, consulta e alteração dos materiais, ferramentas e equipamentos do LEMCAD.

Esse cadastro visa obter uma padronização nos sobressalentes, ferramentas e equipamentos do LEMCAD utilizados na manutenção.

Está ilustrado nas figuras abaixo, um exemplo dos dados de materiais, ferramentas e equipamentos do LEMCAD.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutem  
Consulta - Materiais

Ambiente	Arquivos	PRONTI@PS
Codigo.....: [0001]		
Descricao....: RESISTOR 1K		
Quantidade...: 100		

Figura A.19 - Janela da Tela: Materiais

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutem  
Consulta - Ferramentas

Ambiente	Arquivos	PRONTI@PS
Codigo.....: [0002]		
Descricao....: ALICATE DE BICO		
Quantidade...: 10		

Figura A.20 - Janela da Tela: Ferramentas

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
 Consulta - Equipamentos do LME

Data:

Ambiente	Arquivos	ARQUITETURA	Pre
Código.....:	100021		
Descrição.....:	GERADOR DE FUNÇÃO		
N. Patrimônio.....:	123943		
Fabricante.....:	OPEL		
Modelo.....:			
Serie.....:	1222		
Acessórios.....:	MINIUM		
Data Aquisição:	12/08/80		

Figura A.21 - Janela da Tela: Equipamentos do LEMCAD

### Planejamento

Esta função é bastante importante, pois permite a manipulação de dados fundamentais para todo o funcionamento do sistema. Estes dados devem ser previamente cadastrados.

### Habilitações

Esta função permite o cadastramento de todas as habilitações necessárias aos funcionários do LEMCAD (vide Figura A.22).

### Habilitações dos Funcionários

Esta função permite a atribuição das habilitações a cada funcionário (vide Figura A.23).

### Procedimentos-Padrão

Esta função permite o cadastro de procedimentos para as diversas atividades de manutenção (vide Figura A.24).

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento  
Alteração - Habilitações

Ambiente	Arquivos	
Codigo.....:	[05]	
Descricao...:	[ENGENHEIRO	]

Figura A.22 - Janela da Tela: Habilitações

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Consulta - Habilitações dos Funcionarios

Data: 09/11/  
F1-Ajl

Ambiente	Arquivos	<b>TECNICO MICROCOMPUT.</b>	Preventiva:
Funcionario...:	05	JOSE LAIS DA SILVA MONTEIRO	
Habiltaçoes...:	03	TECNICO MICROCOMPUT.	

Figura A.23 - Janela da Tela: Habilitações dos funcionários.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Consulta - Atividades Procedimento Padrão

Data

Ambiente	Arquivos	<b>Administrativo</b>	Pr
Procedimento.:	[01]		
Descricao...:	MANUTENCAO PREVENTIVA NOS OSCILOSCOPIOS		
Atividade	Descricao		
01	VERIFICAR CONTATOS DOS CABOS DE ALIMENTACAO		

Figura A.24 - Janela da Tela: Procedimentos-padrão.

Pendências

Esta função permite o cadastro das pendências a serem utilizadas nas ordens de serviço.

```

SIGMA/LENCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção
Consulta - Pendências
  
```

Ambiente	Arquivos	ADMINISTR
Codigo.....: [04]		
Descricao....: FALTA DE MATERIAL		

Figura A.25 - Janela da Tela: Pendências

Classes de Falhas

Esta função permite o cadastro das classes de falhas que serão associadas a cada equipamento na manutenção.

```

SIGMA/LENCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção
Consulta - Classes de Falhas
  
```

Ambiente	Arquivos
Codigo.....: [006]	
Descricao....: DRIVERS	

Figura A.26 - Janela da Tela: Classes de falhas

Esperas/Ausências

Esta função permite o cadastro das esperas/ausências que serão utilizadas no cartão de tempo.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manute  
Consulta - Esperas/Ausencias

Ambiente	Arquivos	ADMITESETEC
Codigo.....: [01]		
Descricao....: FALIA DE ENERGIA		
Espe/Ausencia: E ESPERA		

Figura A.27 - Janela da Tela: Esperas/ausências

Classes de Equipamentos

Esta função permite o cadastro das classes de equipamentos mantidos no LEMCAD. Cada equipamento na manutenção estará associado a uma dessas classes.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Consulta - Classes dos Equipamentos

Ambiente	Arquivos	ADMITESETEC
Codigo.....: [04]		
Descricao.....: OSCILOSCOPIOS		
Tipo de Equipamento.: ELETRONICO		

Figura A.28 - Janela da Tela: Classes de equipamentos

Causas/Efeitos

Esta função permite o cadastro das causas/efeitos de falhas detectadas nos equipamentos que serão cadastradas nas ordens de serviço.

SIGMA/LENCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutem  
 Consulta - Causas ou Efeitos

Ambiente	Arquivos	<b>CAUSAS/EFITOS</b>
----------	----------	----------------------

Codigo.....: [002]  
 Descricao....: CAPACITOR DEFEITUOSO

Figura A.29 - Janela da Tela: Causas/efeitos

Ações

Esta função permite o cadastro das ações a serem cadastradas em cada ordem de serviço.

SIGMA/LENCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutem  
 Consulta - Ações

Ambiente	Arquivos	<b>AÇÕES</b>
----------	----------	--------------

Codigo.....: [002]  
 Descricao....: ALIÉRADO

Figura A.30 - Janela da Tela: Ações

**A.5.3.2 - Recursos e serviços**

Nesta função, fazem-se todo o processamento das ordens de serviço e o registro das atividades no cartão de tempo, bem como consultas gerais relacionadas aos serviços de manutenção.

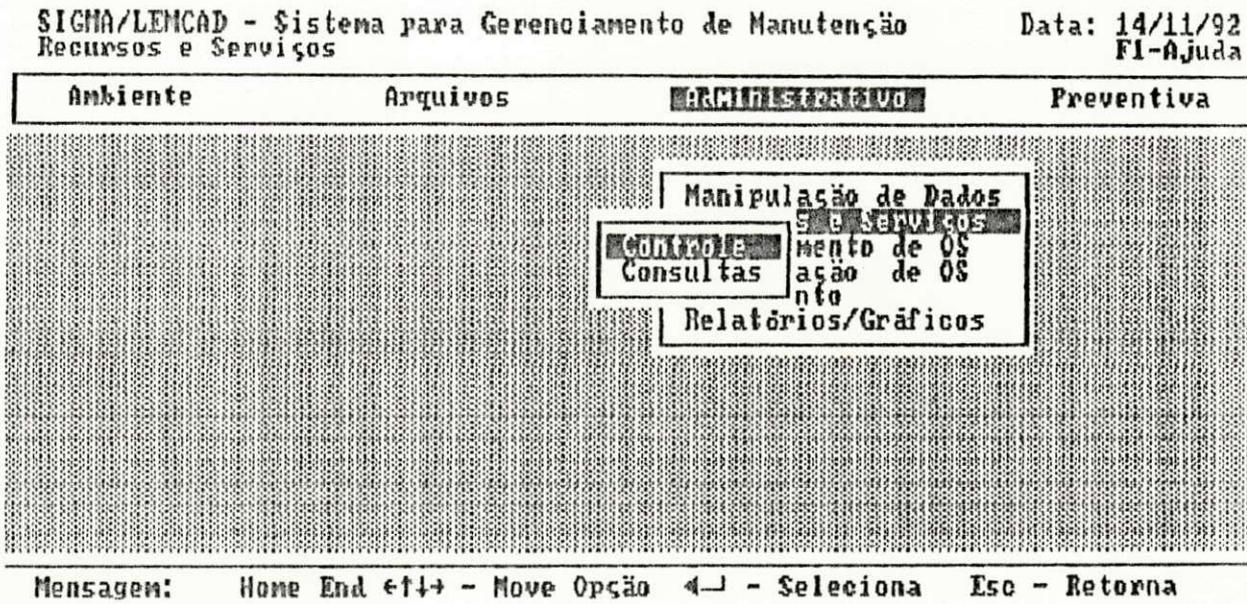


Figura A.31 - Tela: Recursos e serviços

### Controle

Esta função permite todo o processamento das ordens de serviço e do cartão de tempo.

### Ordens de Serviço

Nesta função, faz-se a manipulação dos dados das ordens de serviço. As ordens de serviço poderão ser consultadas por código da ordem de serviço ou nome do cliente (vide Figura A.32). Na consulta por nome do cliente, é mostrada uma tela, como a da Figura A.17.

SIGMA/LENCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Opções para Consulta das Ordens de Serviço

Data: 14/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente	Arquivos	MANUTENÇÃO	Preventiva
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Ordens de Serviço</p> <p>Falhas / Causas / A</p> <p>Pendência / Hh trab</p> <p>Cartão de Tempo</p> <p>Emissão de OS que n</p> <p>Encerramento</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>OS</p> <p>Inclusão</p> <p>Altera</p> <p>Exclus</p> <p>Listag</p> <p>Reorga</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Manipulação de Dados</p> <p>SE E SERVIÇOS</p> <p>mento de OS</p> <p>ação de OS</p> <p>nto</p> <p>ários/Gráficos</p> </div> </div>			
<p>Mensagem: Home End ←+→ - Move Opção ←  - Seleciona Esc - Retorna</p>			

Figura A.32 - Tela: Opções para consulta a uma ordem de serviço

A Figura A.34 ilustra a consulta a uma ordem de serviço.

SIGMA/LENCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Consulta - Ordem de Serviço

Data: 14/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente	Arquivos	MANUTENÇÃO	Preventiva
<p>Codigo da OS...: [00007/92]</p> <p>Tipo Servico...: MANUTENCAO CORRETTVA</p> <p>Prioridade...: URGENCIA</p> <p>Periodicidade...:</p> <p>Status...: PROGRAMADA</p> <p>Codigo Equip...: 0007 OSCILOSCOPIO</p> <p>Classe Equip...: 04 OSCILOSCOPIOS</p> <p>Cliente...: 0004 UFPA - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRICA</p> <p>Data Cadastro...: 22/11/92</p> <p>Data Program...: 11/12/92</p> <p>Parecer Cliente:</p> <p>Pendencia...: 06: FALTA DE TRANSPORTE</p>			
<p>Mensagem: Esc - Retorna</p>			

Figura A.33 - Tela: Consulta ordem de serviço

Esta função permite a manipulação de todos os recursos utilizados nas ordens de serviço, tais como: técnico responsável, falhas detectadas, causas verificadas e ações tomadas, e ainda materiais, ferramentas e equipamentos do LEMCAD utilizados.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Inclusão - Recursos/Falhas/Causa/Ação - OS

Data: 14/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente	Arquivos	<b>RECURSOS</b>	Preventiva
----------	----------	-----------------	------------

Codigo da OS...:	100003/9	Classes de Falhas
Tipo Servico...:	MANUTEN	001 - CONSOLE
Executor.....:	JOSE LU	002 - DISPLAY
Funcao.....:	TECNICO	003 - PLACA
Falha	Descrição	004 - SINCRONISMO
		005 - PONTAS DE PR
		006 - DRIVERS
		007 - TECLADO
		008 - MONITOR

Figura A.34 - Janela da Tela: Recursos das ordens de serviço.

Pendência/Hh

Nesta função, são processadas as pendências e horas gastas em cada ordem de serviço (vide Figura A.35).

Cartão de Tempo

Esta função permite a apuração das horas reais trabalhadas nas ordens de serviço (vide A.36).

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
 Inclusão - Pendências/Hh - OS

Data: 14/11/92  
 FI-Ajuda

Ambiente	Arquivos	<b>ARQUITETATIVO</b>	Preventiva
----------	----------	----------------------	------------

Pendências	
Codigo da OS...: [0000]	02 - FALTA DE ENERGIA
Tipo Servico...: [MANU]	03 - FALTA DE LIBERACAO
Horas/Homem...: [ 4]	05 - FALTA DE MAO DE OBRA
Pendencia...: [ ] [ ]	04 - FALTA DE MATERIAL
	06 - FALTA DE TRANSPORTE
	01 - FALTA ENERGIA

Figura A.35 - Janela da Tela: Pendências / Hh das ordens de serviço

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
 Inclusão - Cartão de Tempo

Data: 14/11/92  
 FI-Ajuda

Ambiente	Arquivos	<b>ARQUITETATIVO</b>	Preventiva
----------	----------	----------------------	------------

Data.....: [14/11/92]	Nome.....: JOSE LUIS DA SILVA M
	Funcao...: TECNICO
Codigo da OS...: [00007/92]	MANUTENCAO CORRETIVA
Inicio.....: [ 0] [ 0]	
Final.....: [10] [ 0]	
Codigo da E/A...: [22]	[ALMOCO / LANCHE] [AUSENCIA]
Tempo da E/A...: [ 0] [15]	

Figura A.36 - Janela da Tela: Cartão de tempo.

Emissão de Ordens de Serviço não Planejadas

Esta função permite a emissão das ordens de serviço que serão executadas imediatamente.

Encerramento

Nesta função, faz-se o encerramento das ordens de serviço. Após o encerramento, os dados interessantes são automaticamente transferidos para o histórico.

```

SIGMA/LENCAD - Sistema para Gerenciamento de
Encerra uma Ordem de Serviço
-----
Ambiente           Arquivos           [F12]
-----
Codigo da OS.....: 100001/921
Data Encerramento: 114/11/921
Custo.....: 1Cr$ 120.000,001
  
```

Figura A.37 - Janela da Tela: Encerramento.

Consultas

Nesta função, fazem-se consultas a várias informações importantes relacionadas às atividades da manutenção.

Estas informações são mostradas no vídeo, podendo ser listadas em impressora (vide Figura A.38).

Equipamentos na Manutenção

Nesta função, são mostrados dados sobre os equipamentos que estão sendo submetidos à manutenção (vide Figura A.39).

Entrada de Equipamentos

Nesta função, são mostrados dados sobre os equipamentos que entraram no setor de manutenção no período especificado (vide Figura A.40).

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Consulta dos Serviços e Ordens de Serviço

Data: 14/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente	Arquivos	<b>ARQUIVOS</b>	Preventiva
----------	----------	-----------------	------------

<b>MANIPULAÇÃO DE DADOS</b> Controle de OS Edição de OS Relatório/Gráficos	
---	--

<b>EQUIPAMENTOS NA MANUTENÇÃO</b> Entrada de Equipamentos no Período Saída de Equipamentos no Período Equipamentos Pendentes Detalhamento das OS Encerradas
---

Mensagem: Home End ← → - Move Opção ← - Seleciona Esc - Retorna

Figura A.38 - Tela: Consultas.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Equipamentos que estão na Manutenção

Data: 14/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente	Arquivos	<b>ARQUIVOS</b>	Preventiva
----------	----------	-----------------	------------

Cod. Equip	Cliente	Descrição	N. Patrim	Cod. OS	Entrada
0001	0001	MICROCOMPUTADOR PC-XI		00001/92	14/11/92
0002	0004	MICROCOMPUTADOR 486/33M	12344	00002/92	16/11/92
0003	0001	MICROCOMPUTADOR 386/16M		00003/92	17/11/92
0004	0001	MULTIMETRO DIGITAL		00004/92	18/11/92
0005	0002	MOTOR DE INDUCAO ELETRO	45645	00005/92	19/11/92
0006	0004	MULTIMETRO DUAL ( DIGIT	4321	00006/92	20/11/92
0007	0004	OSCILOSCOPIO	321-CBA	00007/92	22/11/92
0008	0004	OSCILOSCOPIO	111-AAA	00008/92	21/11/92
0009	0004	OSCILOSCOPIO	222-BBB	00009/92	22/11/92
0010	0004	OSCILOSCOPIO	333-CCC	00010/92	25/11/92
0011	0004	MULTIMETRO DIGITAL	1124	00011/92	01/12/92
0012	0005	MOTOR DE INDUCAO	4599	00012/92	02/12/92
0013	0004	MICROCOMPUTADOR PC	45655	00013/92	03/12/92

Mensagem: Pressione Alguma Tecla para Continuar ...

Figura A.39 - Tela: Equipamentos na manutenção.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Equipamentos que entraram na Manutenção

Data: 14/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente		Arquivos	ADMINISTRATIVO	Preventiva	
Cod. Equip	Cliente	Descrição	N. Patrim	Cod. OS	Entrada
0001	0001	MICROCOMPUTADOR PC-XT		00001/92	14/11/92
0002	0004	MICROCOMPUTADOR 486/33M	12344	00002/92	16/11/92
0003	0001	MICROCOMPUTADOR 386/16M		00003/92	17/11/92
0004	0001	MULTIMETRO DIGITAL		00004/92	18/11/92
0005	0002	MOTOR DE INDICAO ELETRO	45645	00005/92	19/11/92
0006	0004	MULTIMETRO DUAL ( DIGIT	4321	00006/92	20/11/92
0007	0004	OSCILOSCOPIO	321-CBA	00007/92	22/11/92
0008	0004	OSCILOSCOPIO	111-AAA	00008/92	21/11/92
0009	0004	OSCILOSCOPIO	222-BBB	00009/92	22/11/92
0010	0004	OSCILOSCOPIO	333-CCC	00010/92	25/11/92

Mensagem: Final da Relação. Deseja Imprimir (S/N) ?

Figura A.40 - Tela: Equipamentos que entraram no setor de manutenção.

### Saldas de Equipamentos

Nesta função, são mostrados dados sobre os equipamentos que saíram do setor de manutenção no período especificado (vide Figura A.41).

### Equipamentos Pendentes

Nesta função, são mostrados dados sobre os equipamentos que estão pendentes no setor de manutenção e o motivo da pendência (vide Figura A.42).

SIGMA/LENCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Equipamentos que saíram da Manutenção

Data: 06/12/92  
F1-Ajuda

Ambiente		Arquivos	<b>Administrativo</b>	Preventiva	
Cod. Equip	Cliente	Descrição	N. Patrim	Cod. OS	Saida
0011	0004	MULTIMETRO DIGITAL	1124	00011/92	08/11/92
0012	0005	MOTOR DE INDUCAO	4599	00012/92	14/11/92

Mensagem: Final da Relação. Deseja Imprimir (S/N) ?

Figura A.41 - Tela: Equipamentos que saíram do setor de manutenção

SIGMA/LENCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Equipamentos que estão Pendentes

Data: 14/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente		Arquivos	<b>Administrativo</b>	Preventiva	
Cod. Equip	Cliente	N. Patrim	Motivo Pendência	Cod. OS	Entrada
0003	0001		FALTA DE MATERIAL	00003/92	17/11/92
0007	0004	321-CBA	FALTA DE TRANSPORTE	00007/92	22/11/92

Mensagem: Final da Relação. Deseja Imprimir (S/N) ?

Figura A.42 - Tela: Equipamentos que estão pendentes.

Detalhamento das Ordens de Serviço Encerradas

Nesta função, são listados, em impressora, todos os dados relacionados às ordens de serviço encerradas.

**A.5.3.3 - Planejamento de ordens de serviço**

Esta função permite o planejamento das ordens de serviço. Poderão ser obtidos todos os serviços e recursos, materiais e humanos, planejados para um determinado período.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Planejamento das Ordens de Serviço

Data: 14/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente	Arquivos	<b>PLANEJAMENTO</b>	Preventiva
----------	----------	---------------------	------------

Manipulação de Dados  
Recursos e Serviços  
**Planejamento de OS**

**PLANEJAMENTO**  
Consulta/Replaneja  
Técnicos/OS Planejadas  
Listagens

Mensagem: Home End ← → - Move Opção ← - Selecciona Esc - Retorna

Figura A.43 - Tela: Planejamento de ordens de serviço.

Planejamento

Nesta função, faz-se o planejamento das ordens de serviço. Para isso, deve-se digitar o período desejado para o planejamento.

Todas as ordens de serviço que estiverem com o "status" - não planejada - serão incluídas no planejamento.

Antes do planejamento, as ordens de serviço já devem possuir o seu técnico responsável.

### Consulta/Replaneja/Cancela

Esta função permite a consulta, o replanejamento e o cancelamento dos serviços planejados.

#### Consulta

Esta função apresenta alguns dados relacionados às ordens de serviço planejadas num período.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Consulta OS Planejadas no Período

Data: 14/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente	Arquivos	<del>ORÇAMENTO</del>	Preventiva
Período.....: [01/11/92] a [31/12/92]			
Cod.OS	Cliente	Data Planejada	Executor
00008/92	0004	16/11/92	85
00004/92	0001	17/11/92	85
00005/92	0002	17/11/92	84
00009/92	0004	18/11/92	84
00010/92	0004	18/11/92	83
00006/92	0004	20/11/92	83

Figura A.44 - Janela da Tela: Consulta ordens de serviço planejadas.

#### Replaneja

Esta função permite o replanejamento de alguma ordem de serviço que já esteja planejada, ou o planejamento individual de um ordem de serviço que não esteja planejada. Para isso, digitam-se o código da ordem de serviço e a data de planejamento desejada.

#### Cancela

Esta função permite o cancelamento de um planejamento já executado. Para isso, digita-se

o código da ordem de serviço cujo planejamento será cancelado.

Após essa operação, a ordem de serviço volta a ficar com o "status" - não planejada, podendo ser novamente planejada.

### Técnicos/Ordens de Serviço Planejadas

Esta função apresenta os serviços planejados para cada técnico durante um período especificado.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção		Data: 14/11/92	
Consulta - Tarefas dos Técnicos		F1-Ajuda	
Ambiente	Arquivos	<del>PREVENTIVA</del>	Preventiva
Funcionario.....:	05	JOSE LUIS DA SILVA MONTEIRO	
Ordens de Serviço...:	00004/92	MANUTENCAO PREVENTIVA	
	00008/92	MANUTENCAO CORRETIVA	

Figura A.45 - Janela da Tela: Serviços planejados para o técnico.

### Listagens

Esta função permite a emissão de relatórios dos serviços planejados. Poderão ser obtidos dados das ordens de serviço planejadas e recursos a serem utilizados.

#### A.5.3.4 - Programação de ordens de serviço

Esta função permite a programação das ordens de serviço e consultas às ordens de serviço programadas, aos serviços programados e aos serviços pendentes de cada técnico. Permite ainda a emissão das ordens de serviço previamente preenchidas com os dados básicos, prontas para serem executadas, bem como recibos e etiquetas relacionados aos serviços programados.

Permite, também, a emissão de relatórios das ordens de serviços programadas, das ordens de serviço atrasadas e dos recursos necessários para execução dos serviços.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
 Programação e Emissão das Ordens de Serviço

Data: 14/11/92  
 F1-Ajuda



Figura A.46 - Tela: Programação de ordens de serviço

### Programação

Esta função permite a programação das ordens de serviço. Para isso, devem-se digitar o código da ordem de serviço e a data da programação.

### Consulta Ordens de Serviço

Esta função apresenta alguns dados relacionados às ordens de serviço programadas num período (vide Figura A.47).

### Técnicos/Ordens de Serviço Programadas

Esta função apresenta os serviços programados para cada técnico (vide Figura A.48).

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Consulta OS Programadas no Período

Data: 14/11/92  
FI-Ajuda

Ambiente	Arquivos	<del>PREVENTIVA</del>	Preventiva	
Período.....: [01/11/92] a [31/12/92]				
Cod.OS	Cliente	Data Programada	Tipo do Serviço	Executor
00011/92	0004	14/11/92	CORRETIVA NAO PLANEJADA	05
00013/92	0004	03/12/92	CORRETIVA NAO PLANEJADA	04
00014/92	0004	04/12/92	CORRETIVA NAO PLANEJADA	03
00015/92	0004	10/12/92	CORRETIVA NAO PLANEJADA	05
00003/92	0001	11/12/92	PREVENTIVA	05
00001/92	0001	12/12/92	PREVENTIVA	04
00002/92	0004	12/12/92	PREVENTIVA	03
00007/92	0004	11/12/92	CORRETIVA	05

Mensagem: Pressione Alguma Tecla para Continuar ...

Figura A.47 - Janela da Tela: Consulta ordens de serviço programadas.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Consulta - Tarefa Programada para o Técnico

Data: 14/11/92  
FI-Ajuda

Ambiente	Arquivos	<del>PREVENTIVA</del>	Preventiva
Funcionario.....: 05 JOSE LUIS DA SILVA MONTEIRO			
Codigo OS	Data Program	Tipo do Serviço	Equipamento
00011/92	14/11/92	MANUTENCAO CORRETIVA NAO PLANEJADA	0011
00015/92	10/12/92	MANUTENCAO CORRETIVA NAO PLANEJADA	0015

Figura A.48 - Janela da Tela: Ordens de serviço programadas para o Técnico

Esta função apresenta os serviços que estão pendentes de cada técnico e o motivo da pendência.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Consulta - Tarefas Prog. Pendentes do Técnico

Data: 14/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente	Arquivos	<del>MANUTENCAO</del>	Preventiva
Funcionario.....: 05 JOSE LUIS DA SILVA MONTEIRO			
Codigo OS	Data Program	Motivo da Pendencia	
00003/92	11/12/92	04 - FALTA DE MATERIAL	
00007/92	11/12/92	06 - FALTA DE TRANSPORTE	

Figura A.49 - Janela da Tela: Ordens de serviço pendentes do técnico

### Cancela Programação

Nesta função, cancela-se a programação de uma ordem de serviço. Para isso, deve-se digitar o código da ordem de serviço.

Depois do cancelamento, a ordem de serviço passa a ter novamente o "status" - não planejada.

### Emissão de Ordens de Serviço

Nesta função, são emitidas as ordens de serviço programadas, parcialmente preenchidas com os dados básicos e prontas para serem executadas.

Essa emissão poderá ser de uma ordem de serviço especificada, ou de todas as ordens de serviço programadas.

### Emissão de Etiquetas

Nesta função, são emitidas as etiquetas relacionadas aos equipamentos das ordens de

serviço programadas. Essas etiquetas serão utilizadas na identificação do equipamento.

### Emissão de Recibos

Nesta função, são emitidos os recibos padronizados do Laboratório.

### Listagens

Nesta função, são emitidos relatórios gerais relacionados às ordens de serviço programadas e aos recursos nelas utilizados. Emitem-se também as ordens de serviços que estiverem com atraso de execução, de acordo com o planejamento feito.

### A.5.3.5 - Fechamento

Nesta função, faz-se o fechamento das ordens de serviço encerradas, bem como a recuperação dos arquivos de histórico.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Fechamento das Ordens de Serviço

Data: 14/11/92  
F1-Ajuda

Ambiente	Arquivos	<b>FECHAMENTO</b>	Preventiva
----------	----------	-------------------	------------

Manipulação de Dados  
Recursos e Serviços  
Planejamento de OS  
Programação de OS  
**FECHAMENTO**  
Relatórios/Gráficos

**FECHAMENTO**  
Recuperação do Histórico

---

Mensagem: Home End ←↑↓→ - Move Opção ← - Seleciona Esc - Retorna

Figura A.50 - Tela: Fechamento.

## Fechamento

Depois desta operação, todos os dados relacionados às ordens de serviço encerradas serão perdidos.

Os critérios para execução desta operação serão definidos pelo administrador do banco de dados. Sugere-se que seja executada anualmente.

## Recuperação de Histórico

Nesta função, podem-se recuperar os arquivos de histórico a partir das ordens de serviço encerradas.

### A.5.3.6 - Relatórios/Gráficos

Contém funções para emissão de relatórios dos históricos. Além disso, possibilita a visualização gráfica de alguns dados relacionados às atividades de manutenção.

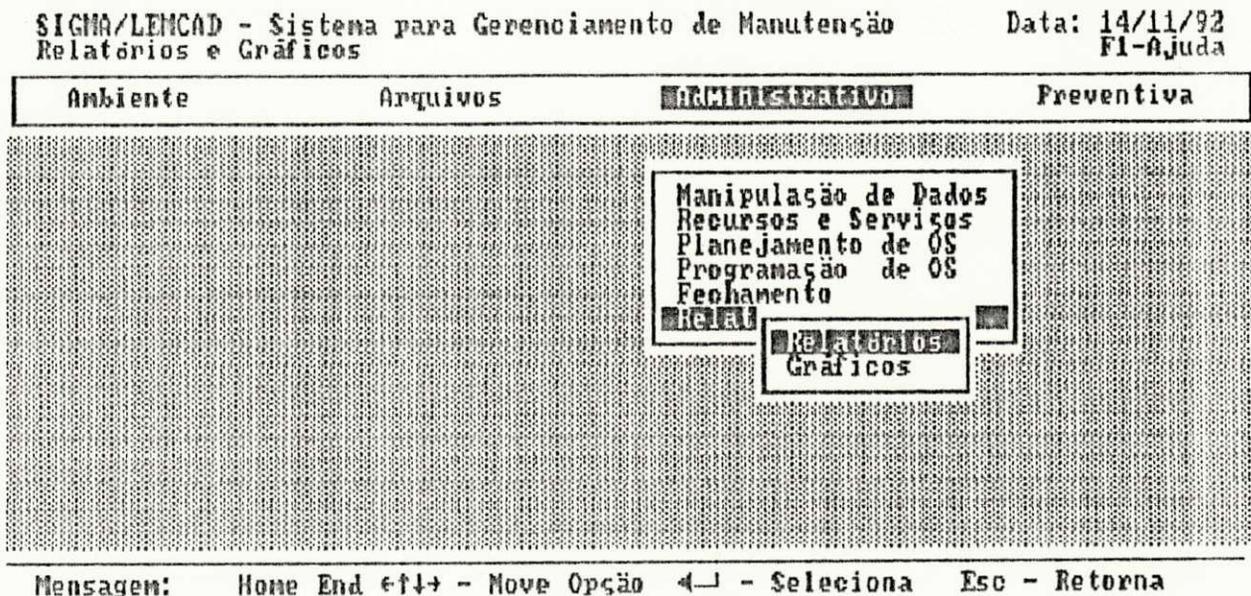


Figura A.51 - Tela: Relatórios/Gráficos.

## Relatórios

Nesta função, faz-se a listagem, em impressora, de todo o histórico das manutenções realizadas pelo LEMCAD, no período especificado.

Podem-se obter o histórico das atividades realizadas, o histórico das entradas de um equipamento na manutenção e o histórico de ocorrência de falhas nos equipamentos.



Figura A.52 - Tela: Histórico.

## Gráficos

Esta função permite, através da visualização de diversos gráficos, o acompanhamento das atividades ocorridas na manutenção. Os dados são obtidos a partir dos arquivos de históricos.

Fornecer três tipos de gráficos:

- \* Pizza
- \* Barras
- \* Linha

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Gráfico para Resumo de Atividades

Data: 14/11/92  
F1-Ajuda



Figura A.53 - Tela: Gráficos.

### Pizza

Este gráfico permite a visualização dos seguintes dados dos serviços de manutenção.

- 1) Incidências dos serviços por prioridade
- 2) Tipos de serviços executados

Incidências por Prioridade / Ordens de Serviço  
Período : 01/01/92 a 31/12/92

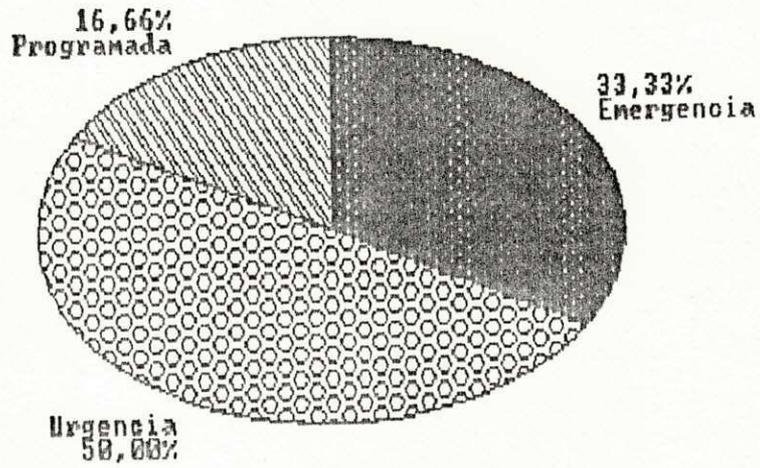


Figura A.54 - Tela: Gráfico - Pizza (incidências por prioridade).

Tipos de Serviços Executados no LEMCAD  
Período : 01/01/92 a 31/12/92

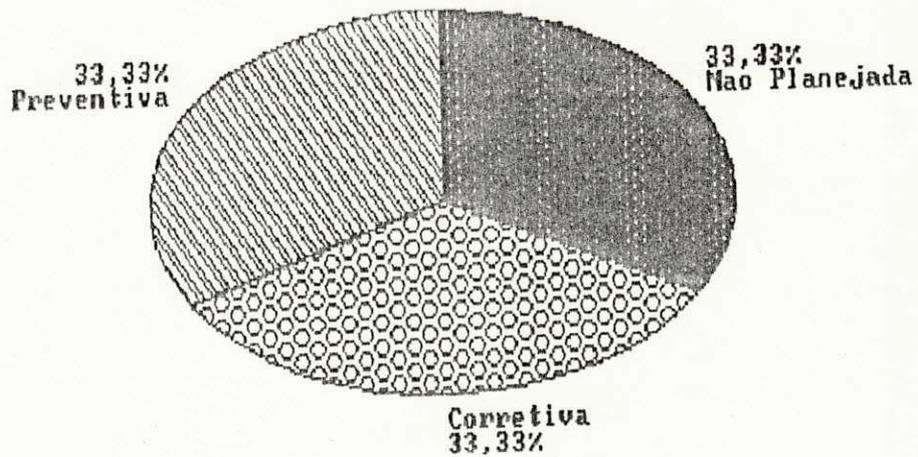


Figura A.55 - Tela: Gráfico - Pizza (tipos de serviços).

Barras

Este gráfico permite a visualização dos seguintes dados dos serviços de manutenção:

- 1) Horas gastas OS / Horas disponíveis
- 2) Custos em serviços planejados e não planejados
- 3) Movimento entrada/saída de equipamentos na Manutenção
- 4) Relação do número de entradas/pendências dos equipamentos

Tem-se, na Figura A.56, um exemplo do gráfico de barras para o item 1), que relaciona as horas trabalhadas nas ordens de serviço por um técnico com as horas que ele tinha disponível, ao longo de cada mês. Os gráficos de barras para os demais casos são semelhantes ao do exemplo.

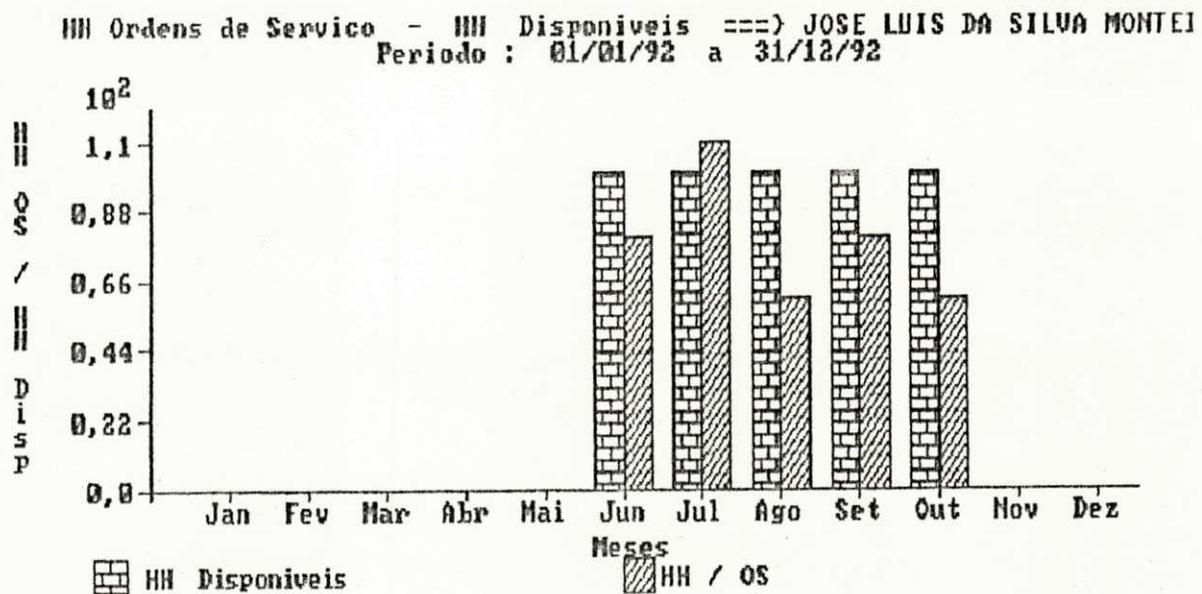


Figura A.56 - Tela: Gráfico de Barras (horas trabalhadas nas OS / horas disponíveis).

Linha

Este gráfico permite a visualização do número de falhas ocorridas nas classes de equipamentos ao longo dos anos.

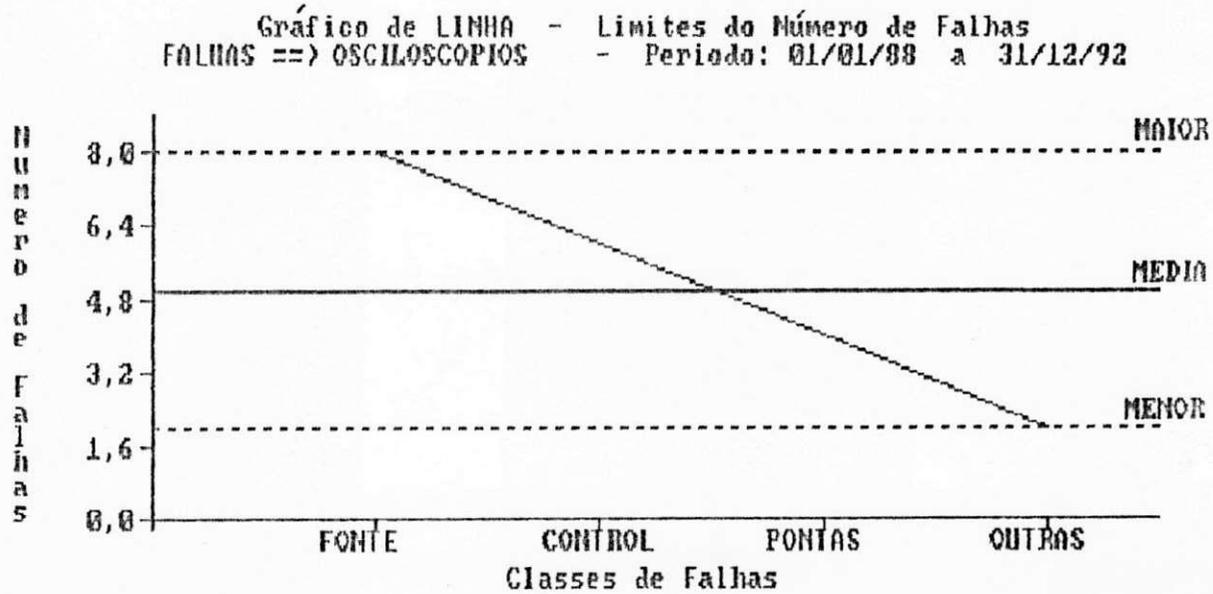


Figura A.57 - Tela: Gráfico de linha (número de falhas).

#### A.5.4 - Preventiva

Nesta função, pode-se fazer o planejamento do período de manutenção preventiva e preditiva dos equipamentos mantidos no LEMCAD.

São oferecidas funções que permitem a análise estatística dos dados de todas as manutenções realizadas nos equipamentos, visando o planejamento da manutenção preditiva.

SIGMA/LEMCAD - Sistema para Gerenciamento de Manutenção  
Planejamento de Manutenção Preventiva

Data: 09/11/92  
FI-AJuda

Ambiente	Arquivos	Administrativo	<b>PREVENTIVA</b>
----------	----------	----------------	-------------------

			<b>PLANEJAMENTO</b> Estatísticas
--	--	--	-------------------------------------

Mensagem: Home End ←→ - Move Opção ← - Selecciona Esc - Retorna

Figura A.58 - Tela: Opções da função Preventiva.

#### A.5.4.1 - Planejamento

Nesta função fazem-se o planejamento e consultas aos períodos de manutenção preventiva ou preditiva.

Para o planejamento, devem-se especificar o código do equipamento e a data de planejamento. Já para as consultas, o período de interesse.

#### A.5.4.2 - Estatísticas

Nesta função, pode-se fazer a análise estatística dos dados de manutenção. Das várias técnicas estatísticas existentes, foram escolhidas, para a análise dos dados do LEMCAD, as seguintes:

- \* Gráfico de Pareto

- \* Gráfico de Controle
- \* Gráfico de Tendências



Figura A.59 - Tela: Estatísticas.

Da análise dos gráficos propostos, espera-se obter subsídios, através dos quais se possa fazer um planejamento da manutenção preditiva dos equipamentos já mantidos no LEMCAD, visando, com isso, aumentar o tempo útil de operação de cada equipamento.

O gráfico de **tendências** será importante na determinação do período, visto que, apresenta o comportamento ao longo dos anos do número de entradas de determinado equipamento.

Já os gráficos de **Pareto e controle** retornarão as ocorrências especiais de falhas nas classes de equipamentos.

Para obtenção dos gráficos de Pareto e de controle deverá ser especificada a classe de equipamentos na qual se fará o estudo. Já a obtenção do gráfico de tendências está condicionada a especificação do código do equipamento de interesse.

Além dessas especificações, deve-se definir o período das ocorrências.

Todos os dados que servirão de base para este estudo estarão contidos nos arquivos de

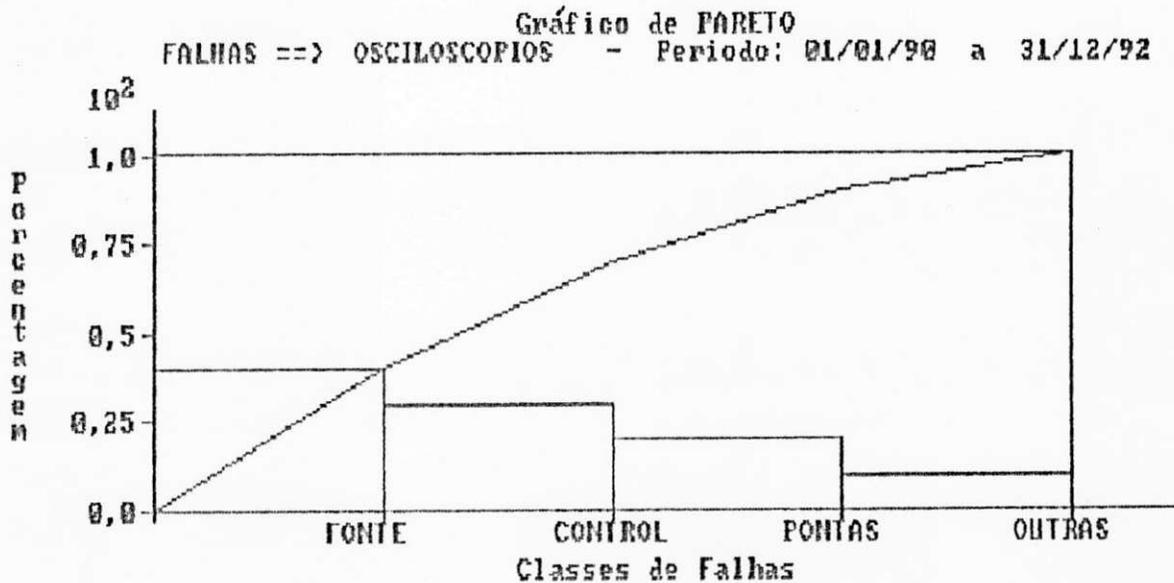
histórico do sistema.

### Gráfico de Pareto

O gráfico de **Pareto** consiste em um gráfico de blocos ou barras, que mostra as causas principais de falhas, ordenadas da maior à menor importância.

O gráfico de Pareto mostra a porcentagem acumulada das falhas, indicando as que mais ocorreram até as que tiveram pouca frequência. Assim, é facilitada a detecção das principais falhas ocorridas.

Pode-se ver na ilustração abaixo um exemplo de gráfico de Pareto do SIGMA.



**Figura A.60 - Tela: Gráfico de Pareto.**

Para o exemplo mostrado, verifica-se que as falhas nas fontes e controles foram responsáveis por quase 65% das falhas nos osciloscópios.

Esse dado é bastante importante, visto que serve de orientação para as ações a serem

tomadas pelos técnicos quando de uma manutenção em equipamentos dessa classe, como também, a partir de uma investigação minuciosa dessas falhas, se pode conseguir uma minimização de ocorrências. Obtém-se, com isso, juntamente com um planejamento do período de manutenção, um aumento no tempo de operação dessa classe de equipamentos.

### Gráfico de Controle

O gráfico de controle permite detetar a existência de uma causa especial para um evento ou informa que a variação observada deve ser atribuída a causas comuns.

Os movimentos de subida e descida dos pontos não devem ser levados em consideração pelo operador, a não ser que mostrem uma tendência ou, então, indiquem que um ponto saiu dos limites de controle estatístico. Uma seqüência de pontos consecutivos, tendendo para cima ou para baixo, ou uma série de pontos abaixo ou acima da média, normalmente indicarão a existência de uma causa especial.

O tipo mais comum de gráfico de controle é aquele que indica a variação dos valores da média e amplitude no decorrer do tempo. Esse tipo é denominado gráfico de controle X-R.

Verifica-se, nos gráficos de controle X-R, mostrados nas Figuras A.61 e A.62, que o comportamento dos pontos não indica nenhuma tendência de valores. Além disso, estão sempre dentro dos limites de controle estatístico.

Pode-se concluir, daí, que não há nenhuma causa especial, ou seja, o movimento de subida e descida dos pontos do gráfico mostrado não caracteriza nenhuma ocorrência especial de falha que deva ser levada em consideração na análise.

Gráfico de CONTROLE - X  
 FALHAS ==> OSCILOSCOPIOS - Período: 01/01/90 a 31/12/92

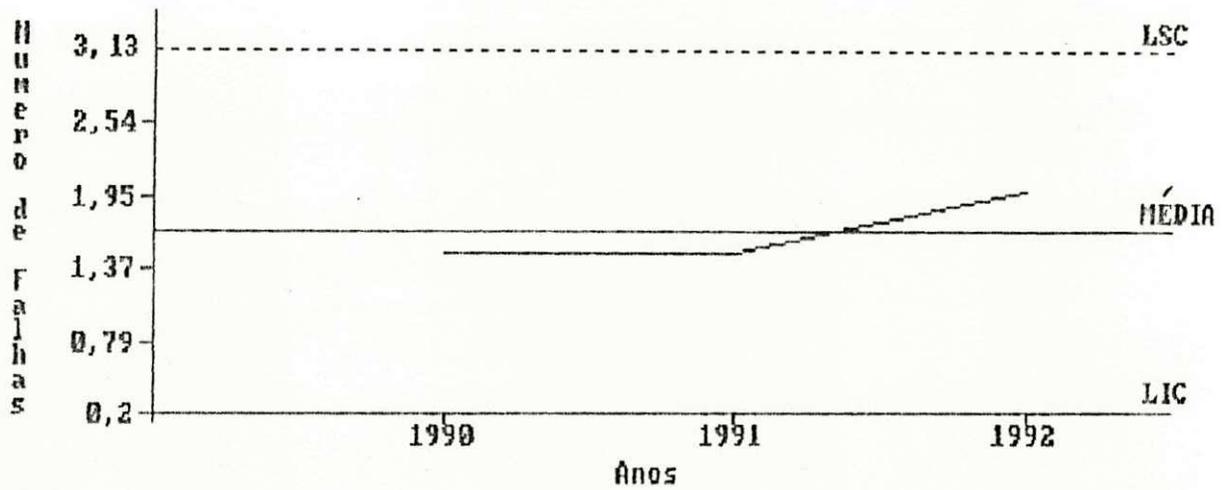


Figura A.61 - Tela: Gráfico de controle - X.

Gráfico de CONTROLE - R  
 FALHAS ==> OSCILOSCOPIOS - Período: 01/01/90 a 31/12/92

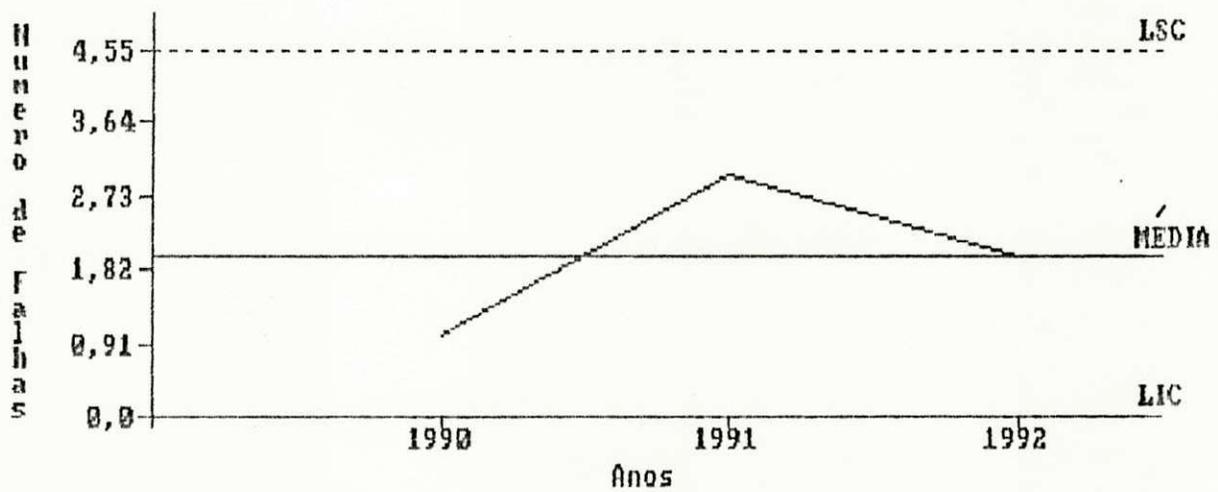


Figura A.62 - Tela: Gráfico de controle - R.

### Gráfico de Tendências

Através do gráfico de **tendências**, pode-se observar o comportamento de uma determinada variável em um período de tempo.

Se a variável de interesse apresentar, seguidamente, pontos acima ou abaixo da média, isso pode caracterizar uma situação especial que deve ser considerada pelo analista. Se houver seguidos pontos para cima ou para baixo, pode-se dizer que há uma tendência de essa variável assumir um determinado valor ao longo do tempo.

Estes dados podem ser bastante úteis no planejamento da manutenção preditiva, pois, a partir deles, pode-se conseguir uma normalização do comportamento da variável, garantindo um tempo de operação maior para o equipamento.

No caso do SIGMA, a variável é o número de entradas de um equipamento no setor de manutenção, observado ao longo dos anos.

Pode-se ver na Figura A.63 um exemplo de gráfico de tendências disponível no SIGMA.

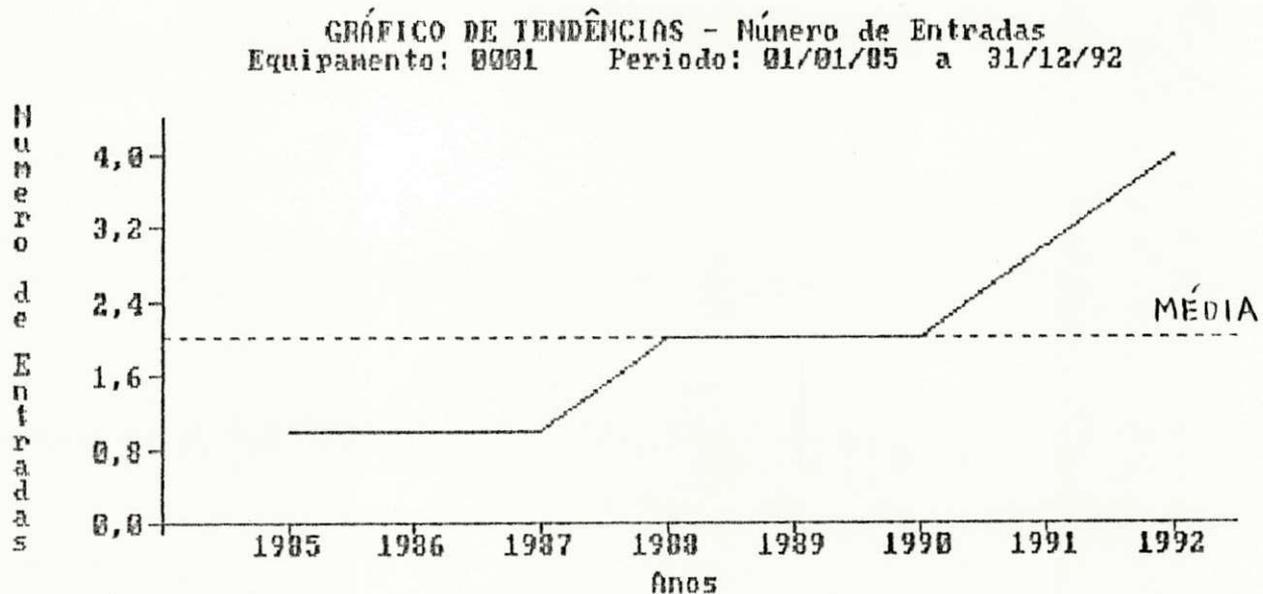


Figura A.63 - Tela: Gráfico de tendências.

O gráfico de tendências apresentado, mostra uma tendência de aumento no valor das amostras, ao longo do tempo. Isto pode indicar uma ocorrência de falha especial no equipamento em questão, que deve ser investigada. A partir desses dados, pode-se, também, fazer um melhor

planejamento do período de manutenção preditiva, de modo a reduzir ou estabilizar o número de entradas deste equipamento no setor de manutenção, aumentando o seu tempo de operação.

## Clipper 5.01

### B.1 - Introdução

O *Clipper* é um sistema gerenciador de banco de dados multitabela. Foi totalmente escrito em linguagem "C" e teve, como objetivo inicial, tornar as aplicações (programadas) desenvolvidas em *Dbase III*, depois de compiladas, mais rápidas, eficientes e sofisticadas.

Entretanto, o *Clipper*, apesar de manter as mesmas características que o originou, evoluiu sobremaneira nas suas últimas versões, transformando-se numa ferramenta destinada realmente à construção de sistemas profissionais [16][17].

### B.2 - Integração com outras linguagens

O *Clipper* permite a integração direta de um número ilimitado de rotinas escritas em "C" ou Assembler, com o seu código-fonte em *Clipper* [22]. Para isto, são fornecidas funções auxiliares escritas em "C", que fazem toda a conversão de parâmetros necessária para o intercâmbio adequado de dados entre o programa em *Clipper* e rotinas em "C". É possível escrever uma função qualquer, utilizando o Microsoft "C" e "link-editá-la", diretamente com as bibliotecas e módulos-objetos do *Clipper*. Daí, pode-se criar uma biblioteca de funções em "C", para serem utilizadas com o *Clipper*.

### B.3 - Gerenciamento de bancos de dados

Como já foi dito, o *Clipper* é um completo gerenciador de banco de dados. De uma forma geral, utilizando-se o *Clipper* é possível:

- \* Criar, organizar, classificar, copiar, selecionar e relacionar conjuntos de arquivos que formam a base de dados;

- \* Adicionar, alterar, eliminar, exibir e listar, global ou seletivamente, as informações contidas nos arquivos de dados;
- \* Gerar relatórios padronizados, efetuar automaticamente somas, agregações, contagens e operações aritméticas sobre os valores dos dados armazenados nos arquivos;
- \* Formatar telas de entrada de dados no vídeo e gerar relatórios, tabelas e listagens complexas na impressora, de acordo com as necessidades do usuário.

#### B.4 - Recursos da linguagem

Algumas das mais interessantes implementações do Clipper são os recursos de desenhos de molduras na tela, de criação de menus e de salvamento e recuperação de telas formatadas para a criação de janelas. O Clipper escreve diretamente no "buffer" da tela, o que faz com que todas as operações de "desenho na tela" sejam simplesmente instantâneas. Outro recurso bastante útil é a facilidade de criação de um "help on-line" ao usuário. Pressionando-se a tecla [F1], a partir de qualquer estado de espera do programa, o Clipper invoca automaticamente o programa de HELP, se existir um.

O Clipper também oferece recursos gráficos para os seus programadores. Foi desenvolvida para o Clipper uma **Biblioteca Compugráfica - CLBC** [23], que contém, além de funções gráficas básicas, funções que permitem a implementação dos mais diversos tipos de gráficos.

Enfim, utilizando-se o Clipper, é plenamente possível produzir *Sistemas de Informação* completos e integrados, com recursos e sofisticações encontrados apenas nos mais poderosos "softwares" que hoje disputam o fabuloso mercado da microinformática.

### FERRAMENTAS UTILIZADAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO SIGMA

#### C.1 - Introdução

O *Clipper 5.01* é uma linguagem que se caracteriza pela elevada eficiência e facilidade de programação. Entretanto, apresenta algumas dificuldades para o programador.

A primeira é a não existência de um ambiente de programação, como, por exemplo, o Turbo Pascal e o Turbo C. Isso implica na necessidade da utilização de um processador de texto para edição dos programas-fonte.

A segunda dificuldade, quando da implementação de algum aplicativo em linguagem Clipper 5.01, é a morosidade para se fazerem testes nos arquivos de dados, exigindo a compilação constante de programas.

Para resolver esses problemas, foram utilizados, na fase de desenvolvimento do sistema SIGMA, duas ferramentas: o processador de textos *Sidekick* e o gerenciador de banco de dados *Dbase III Plus*.

#### C.2 - Sidekick

O *Sidekick* é um editor de textos, cujas principais características são o seu modo de processamento residente em memória e a transferência de dados de telas para o editor [16][17]. Estas características colocam o Sidekick como um dos mais indicados para edição dos programas-fonte do Clipper, pois torna as operações de saída de edição para compilação, e vice-versa, bastante ágeis e rápidas.

### C.3 - Dbase III Plus

Embora nunca formalmente definido como uma linguagem de programação, o *Dbase III Plus* possui praticamente todos os requisitos para sê-lo. Em termos de popularidade, é mais bem sucedido que muitas linguagens mais sofisticadas. Por isso, não é surpreendente que o Dbase tenha dado origem a vários *compiladores*, característica típica de uma verdadeira linguagem [16][17][24].

São três os principais compiladores da "*linguagem Dbase*": o *Clipper*, da Nantucket Software (\*), o mais tradicional e popular de todos, o *Foxbase+*, da Fox Software (\*), e o *Quicksilver*, da WordTech Systems (\*).

O principal atrativo de um compilador é principalmente a alta velocidade de execução dos programas, que não pode ser alcançada por um *interpretador*, como é o caso do Dbase III Plus.

Entretanto, o *Dbase III Plus* pode ser utilizado como uma ferramenta de consulta ao conteúdo dos bancos de dados do sistema e demais pequenas operações, que evitam a compilação constante dos programas, pois opera também no modo interativo.

---

(\*) - Empresas norte-americanas.

## APÊNDICE D

---

### TABELA DOS FATORES MULTIPLICATIVOS UTILIZADOS NOS GRÁFICOS DE CONTROLE X-R

Número de Subgrupos	Fatores Multiplicativos para os Limites Estatísticos		
	A2	D3	D4
n			
2	1,880	0	3,267
3	1,023	0	2,574
4	0,729	0	2,282
5	0,577	0	2,114
6	0,483	0	2,004
7	0,419	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,223	1,777

Tabela D.1 - Fatores Multiplicativos utilizados nos gráficos de controle X-R