

SISMA-PREV: o uso de Banco de Dados como solução para os problemas de manutenção preventiva na SABESP

NORIVAL FREGNANI (1)
SATOSHI EGAWA (2)
SEBASTIÃO DE PAULA COURA (3)
CLAUDIO RUBENS CORREA CLEMENTE (4)
JAMES PAIOTTI (5)
FREDERIC STIEBLER BASTOS MARTINS DO COUTO (6)
EDISON RAUL BARRETTI (7)

PARTE I IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA SABESP

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, até cerca de 10 anos atrás, as atividades relacionadas com Manutenção Preventiva não mereciam atenção especial por parte da maioria das empresas.

Básicamente, os fatores determinantes desse comportamento são os seguintes:

- A própria manutenção era considerada como atividade necessária, mas não essencial;
- Não houve a preocupação de se analisar o custo da manutenção preventiva, em relação ao da manutenção corretiva.

(1) Engenheiro, Chefe do Departamento de Planejamento de Manutenção da Diretoria de Operação da Região Metropolitana de S. Paulo - SABESP.

(2) Engenheiro, Chefe da Divisão de Manutenção Preventiva, Diretoria de Operação da Região Metropolitana - SABESP.

(3) Engenheiro da Divisão de Manutenção Preventiva - SABESP.

(4) Coordenador de Sistemas e Métodos, Diretoria Administrativa - SABESP.

(5) Analista de Organização e Métodos, Diretoria Administrativa - SABESP.

(6) e (7) Técnicos da Cia. de Processamento de Dados do Est. de S. Paulo - PRO-DESP.

Devido a vantagens evidenciadas pela aplicação de programas de Manutenção Preventiva, tem havido uma rápida evolução neste campo. Nas grandes empresas, o processamento eletrônico de dados é, atualmente, a ferramenta mais utilizada para gerenciar.

Constatamos hoje uma conscientização das empresas no sentido de que:

Para que a Produção tenha um nível de confiabilidade razoável, é necessária a existência de um bom programa de manutenção preventiva.

2. AS VANTAGENS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Para a introdução de um programa de manutenção preventiva, devem ser levantados e analisados os parâmetros que definem o campo de atuação do mesmo. Um programa neste sentido traz vantagens, tanto diretas como indiretas.

Podemos considerar com algumas das vantagens diretas, as seguintes:

- Evitar quebra irrecuperável de equipamentos e danos destrutivos de instalações, otimizando a vida útil e maior rentabilidade do investimento;
- Evitar interrupção não prevista na produção;

- Racionalização na compra de materiais;

- Estruturação definida no quadro de pessoal.

Como vantagens indiretas, podem ser consideradas:

- Estabelecer um grau de confiabilidade razoável para instalações e equipamentos;
- Treinamento contínuo e especialização de mão de obra;
- Padronização de custos, pelo fato de que cada serviço de manutenção preventiva já tem definido custos de Mão de Obra e Material;
- Padronização na qualidade dos serviços.

3. A INTRODUÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA SABESP

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo sentiu a necessidade de estudar e implantar uma medida de caráter preventivo, para evitar interrupções na produção e distribuição de água, bem como de coleta de esgoto. A coordenação ficou a cargo de uma unidade central, a Superintendência de Manutenção - SMA, e a execução ficou dividida entre a própria Superintendência de Manutenção e as unidades que operam as diversas instalações.

A Superintendência de Manutenção

é composta das seguintes unidades:

- Departamento de Execução de Manutenção, ao qual estão subordinadas quatro Divisões (Civil, Mecânica, Elétrica e de Instrumentação).
- Departamento de Planejamento de Manutenção, com três Divisões (Engenharia de Manutenção, Manutenção Preventiva e Divisão Administrativa).

Na Grande São Paulo, devido à diversificação e quantidade de equipamentos existentes na SABESP e a descentralização das instalações (ver quadro 1), adotou-se a política de introdução gradativa de manutenção preventiva, a qual seria acompanhada por inspeções técnicas em todo o universo de equipamentos e instalações.

As inspeções acima referidas avaliam a confiabilidade operacional dos equipamentos e instalações, além de fornecerem subsídios técnicos para os programas de manutenção preventiva.

Ficou estabelecido que, dentro da Divisão de Manutenção Preventiva, uma equipe elaboraria os planos de Manutenção e outra equipe executaria as inspeções técnicas, com aparelhagem apropriada.

O Fluxograma do quadro 2 mostra o sistema básico estabelecido.

4. O PRIMEIRO PASSO PARA A INTRODUÇÃO DE PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA SABESP

Para a introdução dos planos e programas de Manutenção Preventiva, houve necessidade de se promover um levantamento e cadastramento de todas as instalações e respectivos equipamentos.

O levantamento inicial constou dos principais grupos moto-bombas, transformadores e medidores de nível e vazão.

Estes equipamentos eram controlados direta e individualmente pelo n.º de série, através de um quadro visual, em fichas "T" (ver quadro n.º 3), onde constava: local, finalidade do equipamento e dados principais de placa.

Os demais equipamentos e somente os que requeriam maiores cuidados de lubrificação, eram controlados indiretamente pelo local e finalidade.

5. O PRIMEIRO PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA IMPLANTADO

Da análise dos dados estatísticos, constatou-se que uma das grandes causas de quebra de equipamentos era a falta de lubrificação.

A introdução da mesma trouxe as seguintes vantagens:

- Redução das quebras de equipamentos.
- Padronização e racionalização na compra de lubrificantes. Para isso, foi feito o que segue:
- Consultas a manuais e fabricantes de equipamentos.
- Elaboração de manuais específicos de lubrificação.
- Elaboração da Ordem de Lubrificação (O.L.) específica para cada tipo de equipamento (ver quadro n.º 4), sendo definido:
 - a) como lubrificar.
 - b) com que periodicidade lubrificar.
 - c) qual o lubrificante a utilizar.
- Elaboração do Programa Mensal de Ordem de Lubrificação (ver quadro n.º 5).

6. AS INSPEÇÕES TÉCNICAS

As inspeções objetivam uma avaliação técnica permanente do estado dos equipamentos e instalações, visando mantê-los em condições satisfatórias de operação.

Devido à grande quantidade de equipamentos e os distantes locais onde se encontram as instalações, foram definidos critérios para elaboração de um programa de inspeções:

- Criação de equipes para inspeções elétrica e mecânica.
 - Definição dos locais mais importantes e mais críticos no sistema.
 - Agrupamento destes locais, dentro de rotas definidas, de modo a permitir que dentro de um período compreendido entre 8:00 e 10:00 horas de trabalho diário, cada equipe conseguisse realizar o trabalho estabelecido.
- O nível de inspeção, inicialmente introduzido, foi referente a:
- a) lubrificação e vibração de equipamentos rotativos.
 - b) nível de isolamento elétrico de equipamentos elétricos e eletrônicos.
 - c) condições de operação.
 - d) conservação das instalações e equipamentos.

PARTE II A EVOLUÇÃO DO SISTEMA E A DECISÃO DO USO DO COMPUTADOR

7. A EVOLUÇÃO DO SISTEMA

Com os conhecimentos e experiência adquiridos, foram sendo introduzidos novos Planos de Manutenção

Preventiva:

- revisão de medidores de nível e vazão;
- revisão de compressores;
- revisão de geradores;
- revisão de motores CI.

Com a introdução dos novos Planos de Manutenção Preventiva, o cadastro passou a ter um crescimento contínuo. O programa de inspeção técnica foi sendo aprimorado.

Nesta fase foi introduzido novo parâmetro, a prioridade do equipamento e/ou instalação, racionalizando assim os serviços das equipes de inspeção técnica.

8. A NECESSIDADE E MUDANÇA PARA UM NOVO SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO E CONTROLE

Os resultados positivos dessa política começaram a ser sentidos a curto prazo.

O cadastro que continha cerca de 1.000, passou para 3.000 equipamentos.

Este crescimento deu origem a problemas de controle. Como consequência surgiu então a idéia da introdução de computador que pudesse controlar:

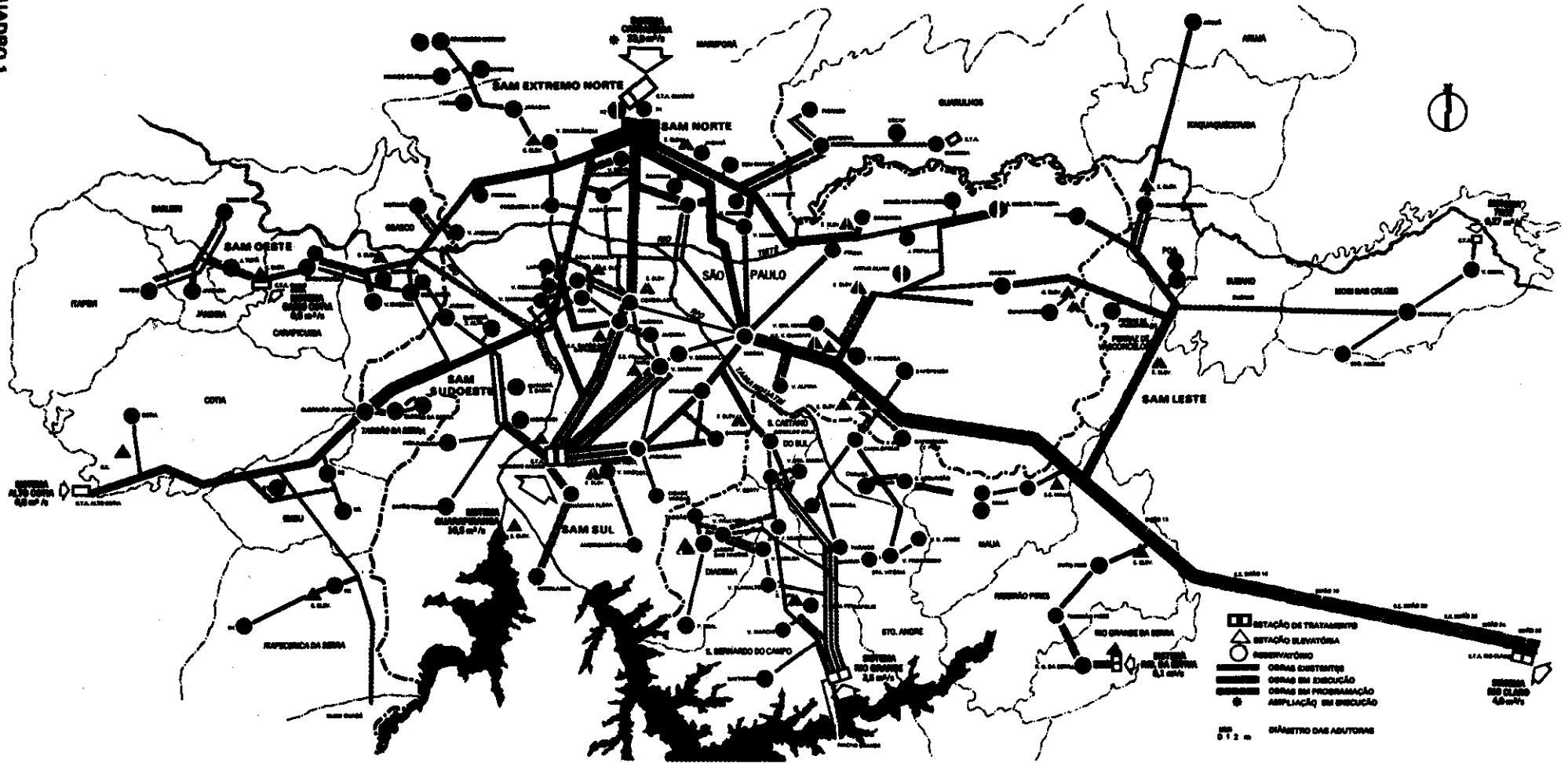
- programas de manutenção preventiva.
- inspeções técnicas.
- cadastro e
- arquivos históricos.

9. A DECISÃO DO USO DO COMPUTADOR

Devido a possibilidade de estrangulamento da política adotada pela SABESP no que se referia à Manutenção Preventiva, a Superintendência de Manutenção solicitou à área de Processamento de Dados, o estudo da viabilidade de aplicação do computador para que fossem atingidos os objetivos seguintes:

- Controle de todos os equipamentos operacionais.
- Racionalização no controle de atendimento de manutenção corretiva, com introdução de parâmetros tais como prioridade do serviço e previsão de execução.
- Previsão de pessoal, material e transporte, de modo racional e em tempo hábil.
- Padronização de termos designativos dentro da SABESP.
- Visualização de bens patrimoniais, serviços, área de atuação de cada unidade, etc.

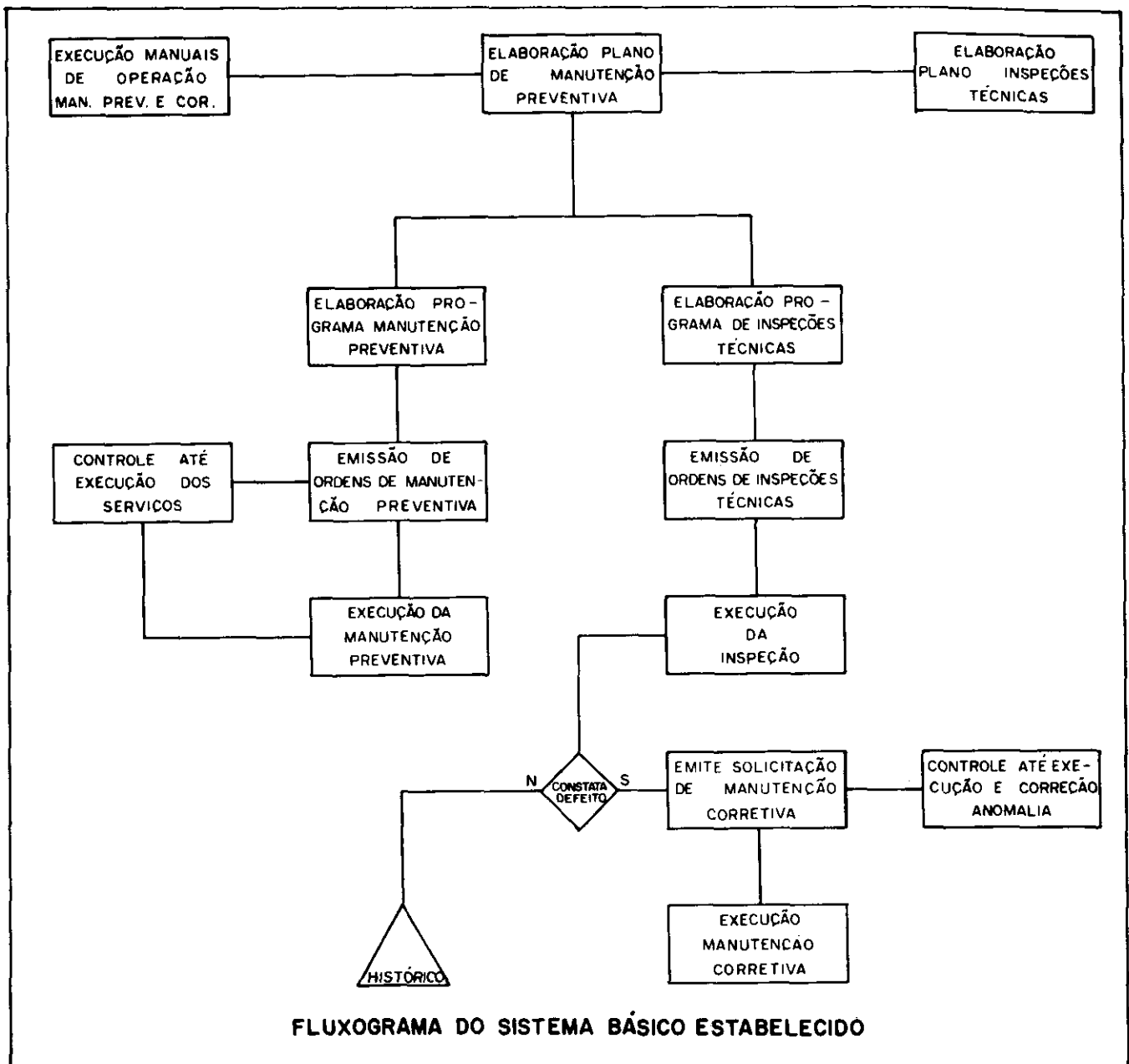
Após vários levantamentos, reuniões e estudos, onde foi constatada a viabilidade e necessidade de



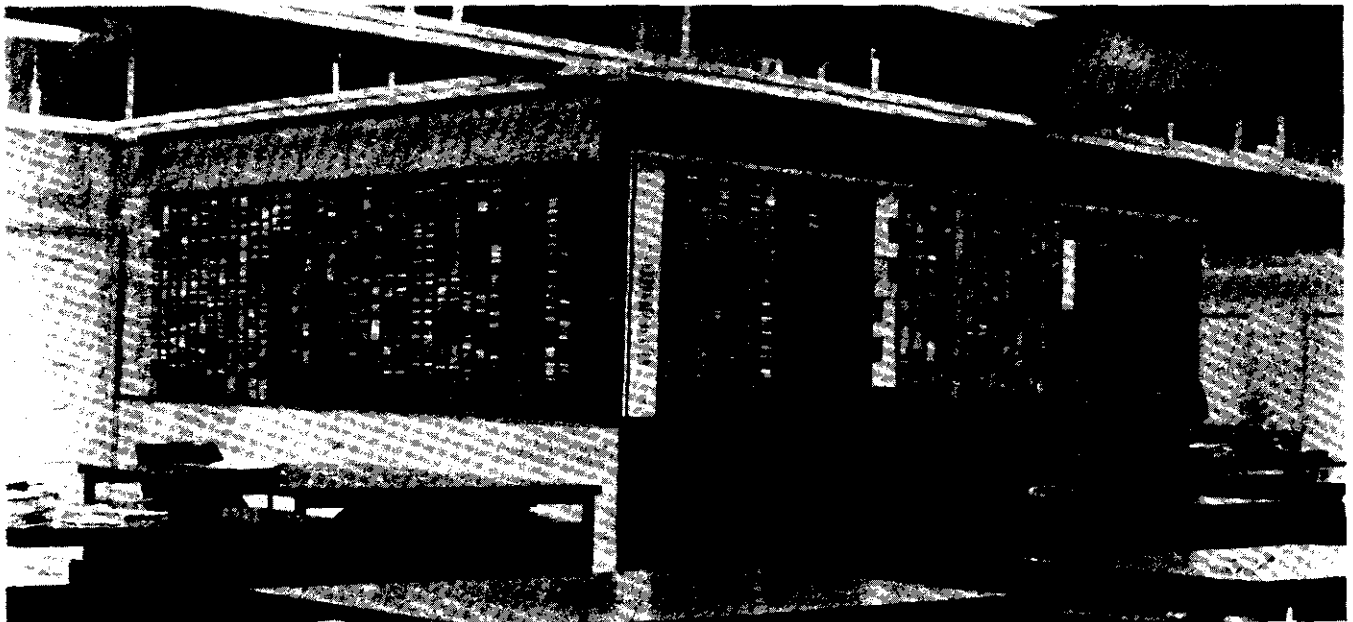
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA - 23 (7.620 HP INSTALADOS)
 CAPACIDADE DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ATUAL: 36 m³/s
 EM AMPLIAÇÃO PARA: 53 m³/s
 RESERVATÓRIOS DE ÁGUA - 111
 CAPACIDADE DE RESERVAÇÃO - 1.375.000.000 litros
 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA - 119 (154.200 HP INSTALADOS)
 CONJUNTOS MOTO-BOMBAS (PRINCIPAIS) - 380

SUB-ESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA - (AT/MT) - 97
 ADUTORAS - 990 km, EM AMPLIAÇÃO PARA 1.168 km
 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - 13.800 km, COM 65.000 VÁLVULAS
 ESTAÇÕES DE RECUPERAÇÃO DE QUALIDADE DE ÁGUA - 9 (6.500 HP INSTALADOS)
 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO - 12 (1.200 HP INSTALADOS)
 REDE DE ESGOTOS - 5.900 km, COM 105.000 POÇOS DE VISITA
 VEÍCULOS DEDICADOS À MANUTENÇÃO - 450 (APROXIMADAMENTE)

Adução Integrada



QUADRO 2

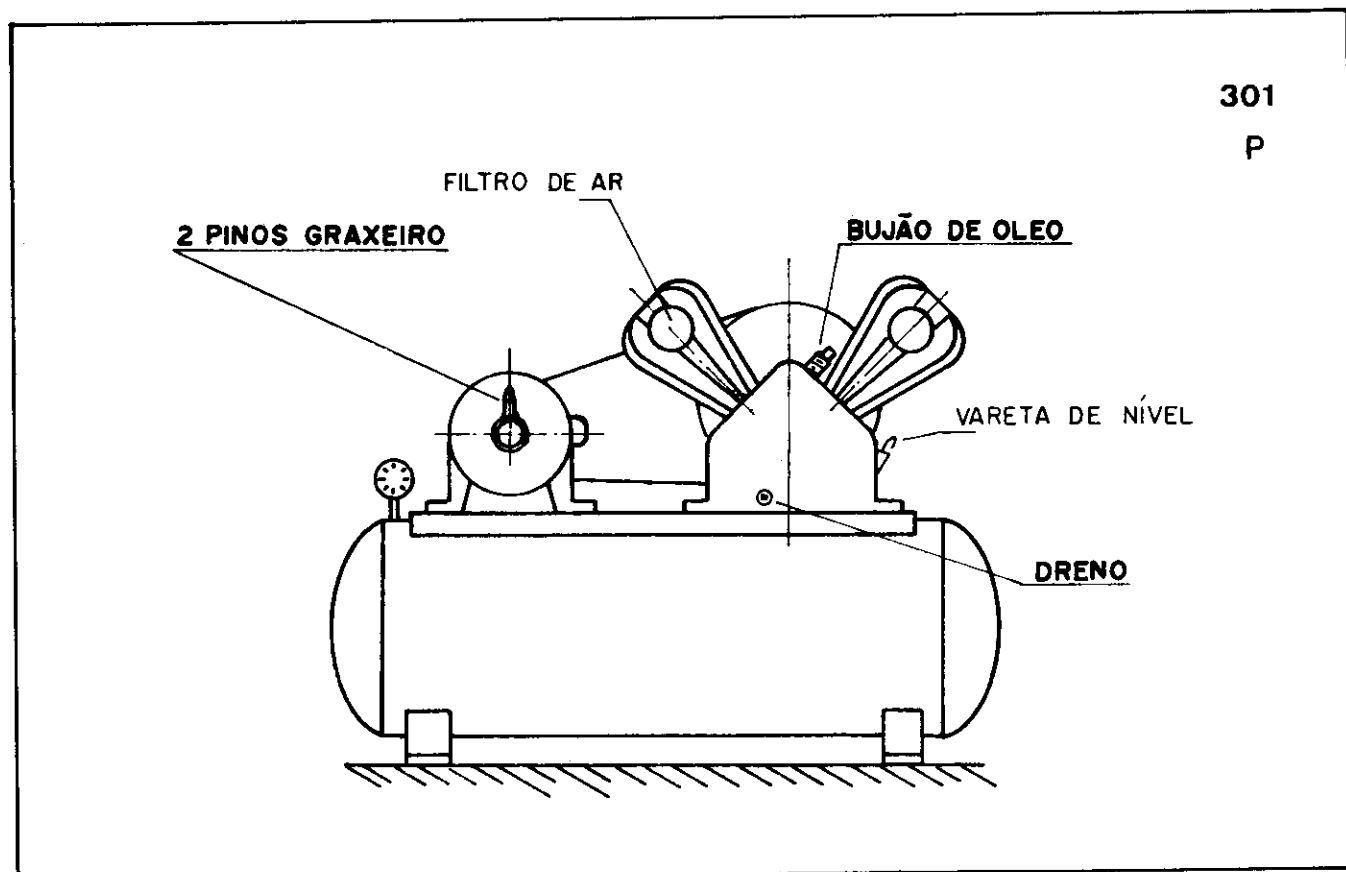


QUADRO 3 – Quadro de controle visual, em fichas "T".

UNIDADE	EQUIPAMENTO	LOCALIZAÇÃO	N°
ETA ABV	2 compressores de ar do hidro nº 1	Galeria das tubulações	4 meses

ÍTEM	PARTES A LUBRIFICAR	MÉTODO DE APLICAÇÃO	LUBRIFICANTE DE REFERÊNCIA (TEXACO)	
			TIPO	CÓDIGO
1	Compressores (1 bujão de óleo cada)	Trocar o óleo.	Regal 011 68	MT5
2	Motores (2 pinos graxeiros cada)	Bombear sem excesso.	Multifak - 2	LT 2
3	Filtros de ar (1 cada)	Lavar com querosene.		

MOD. 313



QUADRO 4



Programação Mensal de Ordem de Lubrificação

UNIDADE ETA Alto da Boa Vista	MÊS setembro	DATA DE EMISSÃO 04.08.80	Nº 030
---	------------------------	------------------------------------	------------------

1ª VIA - BRANCA - DESTINATÁRIO
2ª VIA - ROSA - DEVOLUÇÃO P/DPM-1 (APÓS A EXECUÇÃO)
3ª VIA - VERDE - DPM-1 (CONTROLE)

DIA	ORDENS DE LUBRIFICAÇÃO A SEREM EXECUTADAS								ASSINATURAS (EXECUTANTE)
1	19								<i>[Signature]</i>
2	19								<i>[Signature]</i>
3	19								<i>[Signature]</i>
4	19	4	6	7	18	23			<i>[Signature]</i>
5	19								<i>[Signature]</i>
6	19								<i>[Signature]</i>
7	19	1	2	9	27	29	31	33	<i>[Signature]</i>
8	19								<i>[Signature]</i>
9	19								<i>[Signature]</i>
10	19								<i>[Signature]</i>
11	19	5	18	20	23	42			<i>[Signature]</i>
12	19								<i>[Signature]</i>
13	19								<i>[Signature]</i>
14	19	3	8	29	31	38	45		<i>[Signature]</i>
15	19								<i>[Signature]</i>
16	19								<i>[Signature]</i>
17	19								<i>[Signature]</i>
18	19	5	10	11	18	23			<i>[Signature]</i>
19	19								<i>[Signature]</i>
20	19								<i>[Signature]</i>
21	19	3	9	29	31	33			<i>[Signature]</i>
22	19								<i>[Signature]</i>
23	19								<i>[Signature]</i>
24	19								<i>[Signature]</i>
25	19	5	18	23	42	43			<i>[Signature]</i>
26	19								<i>[Signature]</i>
27	19								<i>[Signature]</i>
28	19	3	9	29	31	45			<i>[Signature]</i>
29	19								<i>[Signature]</i>
30	19								<i>[Signature]</i>
31	19								<i>[Signature]</i>

VISTO DPM-1 <i>[Signature]</i>	VISTO FISCALIZAÇÃO <i>[Signature]</i> 24/8/80	VISTO RESP. UNIDADE <i>[Signature]</i>
-----------------------------------	---	---

COD. 11.822.596-0

MOD. 424-A

QUADRO 5

implantação do computador na Superintendência de Manutenção, foi formada uma comissão constituída por elementos da SMA e de analistas de sistemas da Superintendência de Sistemas e Métodos – SSM, com o objetivo de estudar e montar os programas necessários.

PARTE III UTILIZAÇÃO DE COMPUTADOR NO SISTEMA DE MANUTENÇÃO

10. O SISTEMA DE MANUTENÇÃO

Constatou-se que não seria razoável um estudo que visasse somente a manutenção preventiva. Ficou definido então, que o sistema seria montado utilizando-se a técnica de "Banco de Dados", já que todos os programas necessários tinham um ponto em comum – "O cadastro de informações".

Esta técnica permite que vários programas utilizem um único "Banco de Dados", visualizado no Quadro nº 6.

10.1. OBJETIVOS DA UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA "DATA BASE" (BANCO DE DADOS)

- Gerenciar dados como um recurso.
- Tornar os dados igualmente disponíveis às unidades ou aos sistemas que delas necessitem.
- Baixos custos de desenvolvimento e manutenção do sistema.
- Atender rapidamente as mudanças de necessidades.
- Prover acesso direto pelo usuário final.

10.2. PONTOS IMPORTANTES DO SISTEMA

- Possibilitar um sistema global de manutenção.
- Dispor de um cadastro flexível.
- Efetuar uma programação automática da manutenção preventiva.
- Ter flexibilidade na reprogramação.

10.3. INTER-RELACIONAMENTO DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO (VER QUADRO Nº 7)

A montagem do sistema com a tecnologia "Data Base", possibilita atingir os objetivos:

- Liberar recursos humanos.
- Reverter os índices de manutenção corretiva.
- Implantar um sistema global de manutenção.

11. O PRIMEIRO PROGRAMA A SER ESTABELECIDO: SISMA-PREV (SISTEMA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA)

Foi definido que o primeiro programa (módulo) a ser desenvolvido seria o de manutenção preventiva, o que veio facilitar a montagem do Banco de Dados, devido a maior consistência das informações.

O propósito final deste programa seria o de relacionar SERVIÇOS à um determinado EQUIPAMENTO de um determinado LOCAL:

Para tal, a *estrutura básica do programa* foi definida conforme visualizada no quadro nº 8.

Além do programa propriamente de Manutenção Preventiva, que relaciona Serviços x Equipamento x Local, seriam montados os programas suportes que possibilitassem introduzir, alterar ou recuperar informações do Banco de Dados.

O quadro nº 9, mostra as *entradas e saídas para utilização do banco de dados*.

Como as instalações da SABESP na região da Grande São Paulo ficam

situadas em lugares bastante distantes umas das outras, o referido sistema permite rapidamente, através do terminal do computador, consultar todos os dados necessários sem as exaustivas consultas a arquivos manuais.

12. EXPLANAÇÃO BÁSICA DO SISTEMA

O sistema implantado compreende

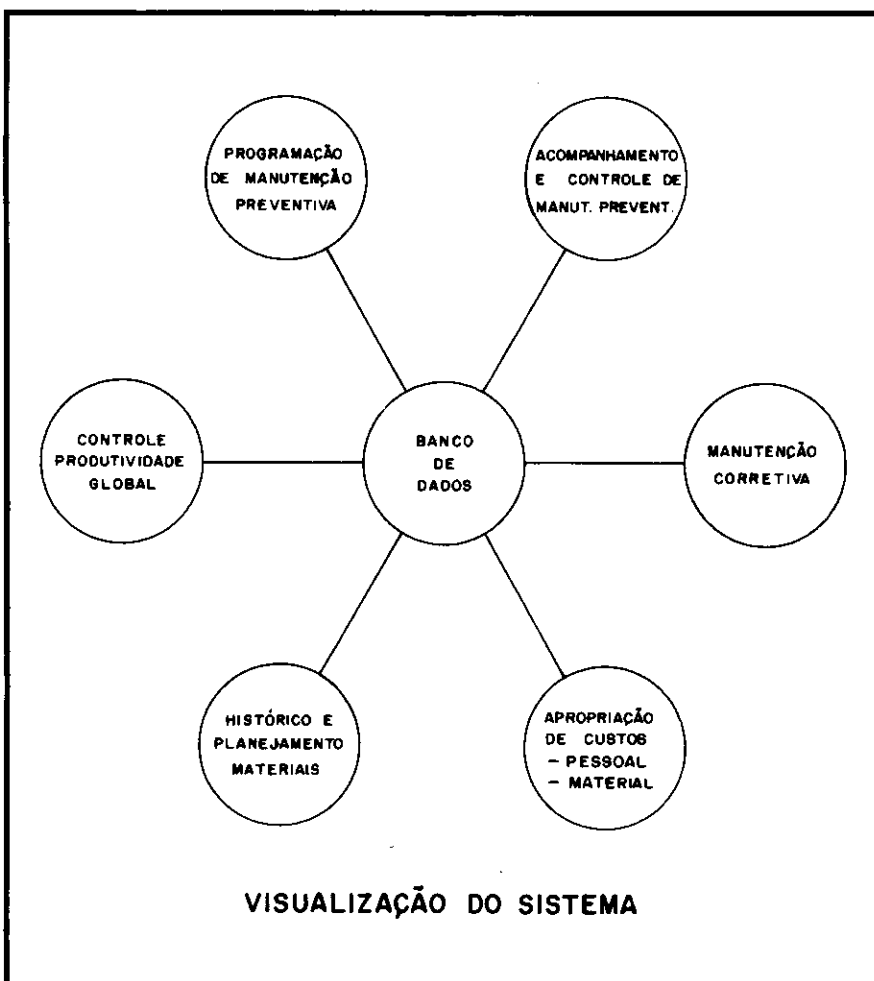
um Banco de Dados, constituído por diversos cadastros, os Programas de Inclusão ou Alteração dos dados contidos nesses cadastros e os Programas de Programação e Controle da Manutenção Preventiva, que se utilizam do Banco de Dados.

No quadro nº 10, apresentamos uma macrovisão do sistema.

12.1. O BANCO DE DADOS

O Banco de Dados é um conjunto de cadastros, inter-relacionados, onde cada dado só é cadastrado uma única vez.

Os cadastros que constituem o Banco são:



QUADRO 6

12.1.1. Cadastro de Equipamentos

O Cadastro de Equipamentos foi definido de modo a atender a forma usual de troca de informações entre as unidades da SABESP, para identificação de um determinado equipamento ou para solicitação de serviços para o mesmo.

O cadastro contém: n.º de Bem Patrimonial, código de Localização, Dados Básicos e Dados Complementares, definindo também a prioridade do equipamento dentro do sistema em que atua.

- N.º do Bem Patrimonial.

Foi escolhido como identificador do equipamento o n.º de Bem Patrimonial, número que já existia no sistema de Controle Patrimonial, integrando assim esses 2 sistemas.

Em alguns casos o n.º Patrimonial não era adequado ao Sistema de Manutenção, tendo sido criada uma série numérica chamada de "N.º B.P. Fictícios".

- Código de Localização.

O Código de Localização define o tipo de equipamento, o endereço onde está fisicamente localizado e sua aplicação naquele lugar.

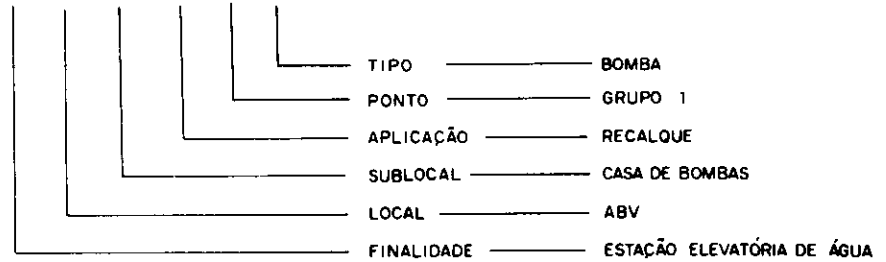
- Dados Básicos

A fim de atender as necessidades de pesquisa e troca de informações,

foram definidos conjuntos de dados, conforme o tipo de equipamento, que permitem o acesso ao cadastro pelos dados de placa.

Podemos, pois, solicitar ao computador informações tais como: os moto-

xx . xxx . xxx . xxx . xx . xx



res com potência de 10 HP, as bombas com vazão de 1000 litros por hora.

- Dados Complementares

São dados que definem outras características do equipamento, tais como: n.º do projeto, tipo de rolamentos, lubrificantes, correias, data de instalação, etc.

Em resumo, o cadastro de equipamento ficou definido como:

- Dados de entrada/saída:

Bem Patrimonial (BP);
Código de Localização;
Dados Básicos.

- Dados para consulta: Dados Complementares.

12.1.2. Cadastro do Código de Localização.

Código de localização é o endereço do equipamento e foi estruturado da seguinte forma:

Para a montagem do código de localização foi cadastrado cada item do mesmo, ou seja:

- Cadastro de finalidade.

- Cadastro de local.

- Cadastro de sublocal.

- Cadastro de aplicação.

- Cadastro de ponto.

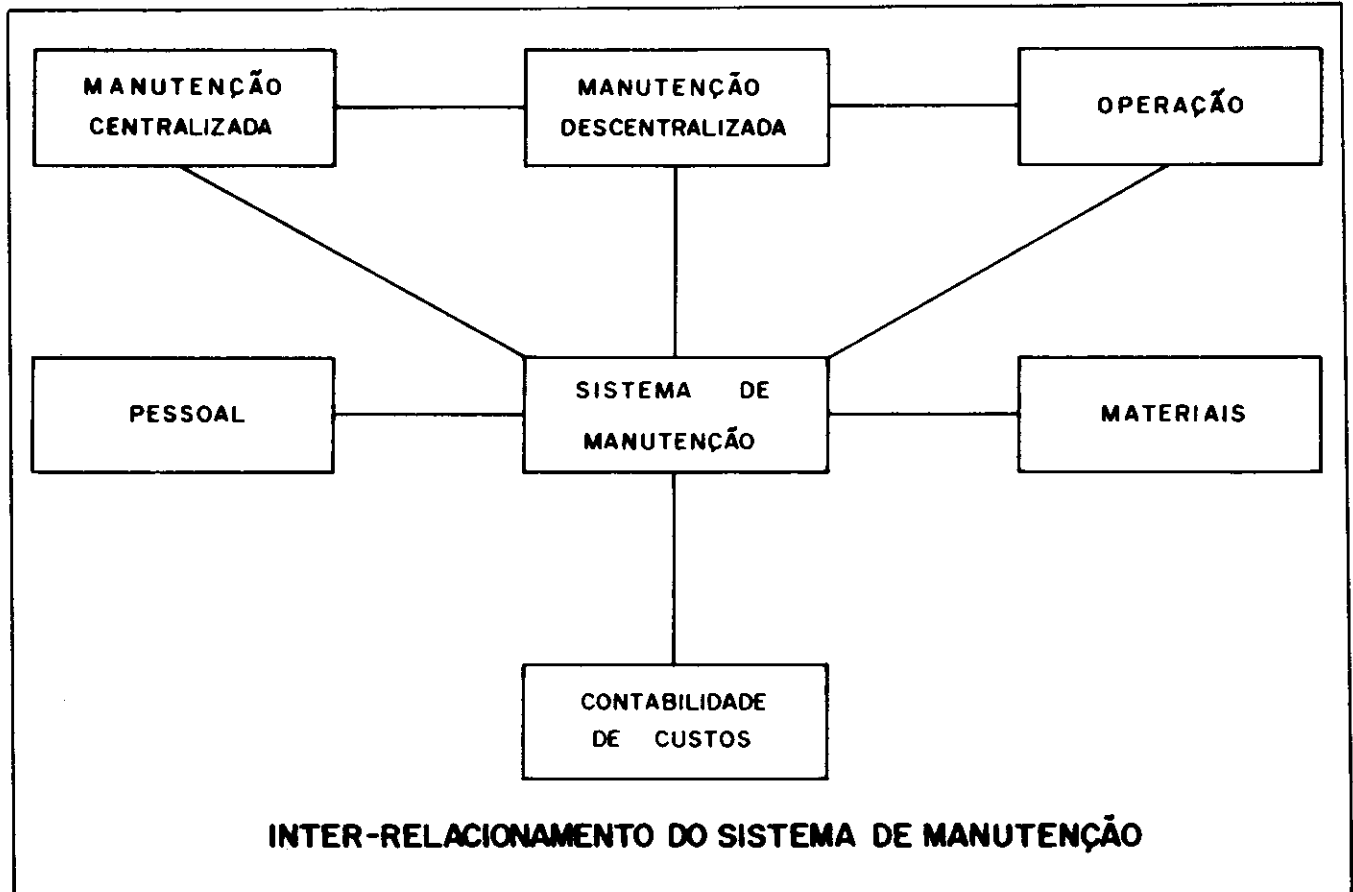
- Cadastro de tipo.

- Cadastro de finalidade.

Este cadastro relaciona uma finalidade a um respectivo código. Esta finalidade descreve para que serve a instalação, tal como:

EEA – Estação Elevatória de Água.

ERQ – Estação Recuperadora de Qualidade de Água.



INTER-RELACIONAMENTO DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO

QUADRO 7



QUADRO Nº 8 - ESTRUTURA BÁSICA DO PROGRAMA

QUADRO 8

ENTRADAS E SAIDAS PARA UTILIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS	SAIDA	UM OU CONJUNTO DE DADOS BÁSICOS	UM OU CONJUNTO DO CÓDIGO LOCALIZAÇÃO	Nº DO BP	DADOS COMPLEMENTARES	FINALIDADE - LOCAL	CENTRO DE MANUTENÇÃO (EXECUTANTE)	PROGRAMAÇÃO DE INSPEÇÃO E/OU MANUTENÇÃO PREVENTIVA	LISTA DE SERVIÇOS POR EXECUTANTE
FINALIDADE - LOCAL									
Nº DO BP									
UM OU CONJUNTO DADOS BÁSICOS									
UM OU CONJUNTO DO CÓDIGO LOCALIZAÇÃO									

ENTRADAS E SAIDAS PARA UTILIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS

QUADRO 9

ETA - Estação de Tratamento de Água etc. . .

- Cadastro de local.
Este cadastro relaciona um local a um respectivo código. Neste cadastro estão o nome e o endereço do local, sendo incluídos dados desse local (como n.º da entrada de energia, centro de custo, etc.).
- Cadastro de sublocal.
Este cadastro visa relacionar códigos para todos os sublocais necessários para subdividir internamente um determinado local, tal como:
Casa de Química.
Galeria de filtros.
Pátio.

Cabine primária.
etc. . .

- Cadastro de aplicação
Relaciona códigos para todas as aplicações específicas dos equipamentos, como por exemplo:
Recalque.
Recalque de esgoto bruto.
Dosagem de cloro.
Drenagem.
etc. . .
- Cadastro de ponto.
Relaciona códigos para uma posição física do equipamento no layout do sublocal, como por exemplo:
G.1 (grupo moto bomba n.º 1).

TRI (transformador n.º 1)
etc. . .

- Cadastro de tipo.
Relaciona códigos para tipos de equipamentos. Foi estabelecido que seriam caracterizados como tipo, os equipamentos principais, nesta 1ª fase:
 - Bomba.
 - Motor elétrico.
 - Motor Combustão Interna (CI).
 - Disjuntor AT.
 - Compressor.
 - Transformador.
 - Gerador.
 - Medidores de nível, vazão e Med pressão.
 - Ponte rolante.
 - Válvula.
 - Painel.
 - Redutor.

Para a extensa gama de pequenos equipamentos, que demandariam uma infinidade de tipos, foram criados tipos para conjuntos de equipamentos similares, tais como:

- Complemento de laboratório.
- Complemento de subestação.
- Complemento de cabine primária.
- Complemento de telemetria.
- Estação.

Finalidade dos Complementos: Um Complemento é como se fosse um único equipamento, permitindo assim relacionar serviços e cadastrar dados de todos os ítems que compõem este complemento.

Exemplo:

Complementos de Cabine Primária - BP n.º (fictício).

Serviços referidos a ítems deste BP:

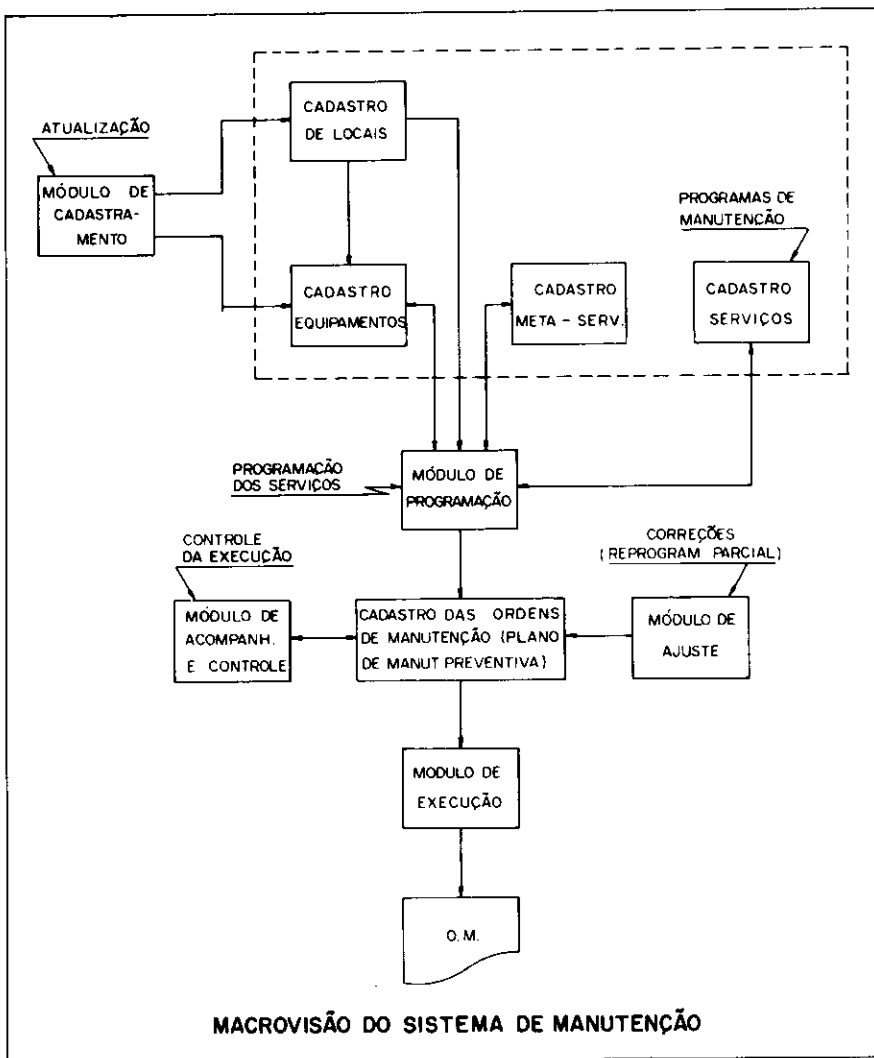
- Revisão no TP para medição.
- Revisão na chave seccionadora de AT, etc.

NOTA: No caso dos complementos e e dos equipamentos que isoladamente no sistema de que fazem parte não são classificados como Bem Patrimonial, foi criada uma série denominada BP fictício.

12.1.3. Cadastro de Serviços

Este cadastro relaciona códigos para todos os serviços de manutenção a serem executados nos equipamentos, contendo:

- Descrição do serviço.
- Periodicidade de execução.
- Unidade executante.
- Especialidade (elétrica, mecânica, etc.)
- Classificação da importância do serviço e emissão de etiquetas para relatório de campo.



QUADRO 10

12.1.4. Resumo da montagem do Banco de Dados

O quadro nº 11 apresenta o resumo do conteúdo do Banco de Dados.

12.1.5. Equipamento Associado

No mesmo caso dos complementos, para não se cadastrar todos os tipos de equipamentos, foi estabelecido o conceito de equipamento associado, ou seja:

- Equipamento associado é o equipamento relacionado a um equipamento que é de cadastro. Exemplo: (ver quadro nº 12)

Para a válvula motorizada, estará associado o redutor, o motor de acionamento e o painel de comando deste motor.

Os serviços de equipamento associado sairão da forma:

BP nº 961.200 Tipo: Válvula
 Local: ABV
 Aplicação: Dosagem de Cloro.

Serviços:

- Trocar óleo do redutor.
- Lubrificar motor de acionamento redutor.
- Revisar painel comando motor redutor.
- etc. . .

Nos dados complementares desta válvula, constarão as características do redutor, do motor e do painel.

NOTA: Em geral, o conceito de equipamento associado se aplica a equipamentos para os quais se quer programar serviços, mas não há interesse em cadastrá-los como tipo.

EXEMPLOS:

- Bateria – associada a painel.
- TC e TP – associada a painel ou complementação de cabine primária.
- etc. . .

12.2. UTILIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Com as informações disponíveis no Banco de Dados, foram criados

Programas para a Programação de Manutenção Preventiva e o seu Controle.

12.2.1. Programação da Manutenção

Para se fazer a programação da manutenção, ou seja, associar equipamento/serviços (arranjos) e localizar essa associação no tempo, foi criada uma ferramenta a que chamamos "Meta-Serviço". Como o número de equipamentos era muito grande, a associação foi feita a nível de tipo e aplicação, por local, e posteriormente foram feitos pequenos ajustes (transação) a nível de nº de Bem Patrimonial.

Exemplo:

Meta-Serviço

Data de início – Local – Tipo – Aplicação – Serviços
 01/06/79 – ABV – Bomba – Recalque

- Trocar o óleo do mancal.
- Reapertar gaxetas.
- Medir vibração.

Ajuste

Nesse local, dentre as 10 bombas cadastradas, uma trabalha com graxa em vez de óleo:

Nº de Bem Patrimonial – "Transação".

015.287.

- Excluir "trocar óleo do mancal".
- Incluir "completar graxa".

Como o Meta Serviço determina a carga de serviço em uma jornada de trabalho normal e devido a impossibilidade de se levantar parâmetros como distância e tempo gasto em transporte e tempo necessário para execução do conjunto de serviços previstos, a alternativa foi aplicar a experiência adquirida pela sistemática até então utilizada.

Ou seja: Agrupar estações e/ou equipamentos de modo a permitir que os serviços solicitados sejam executáveis em uma jornada de trabalho, sendo estes agrupamentos definidos como ARRANJOS.

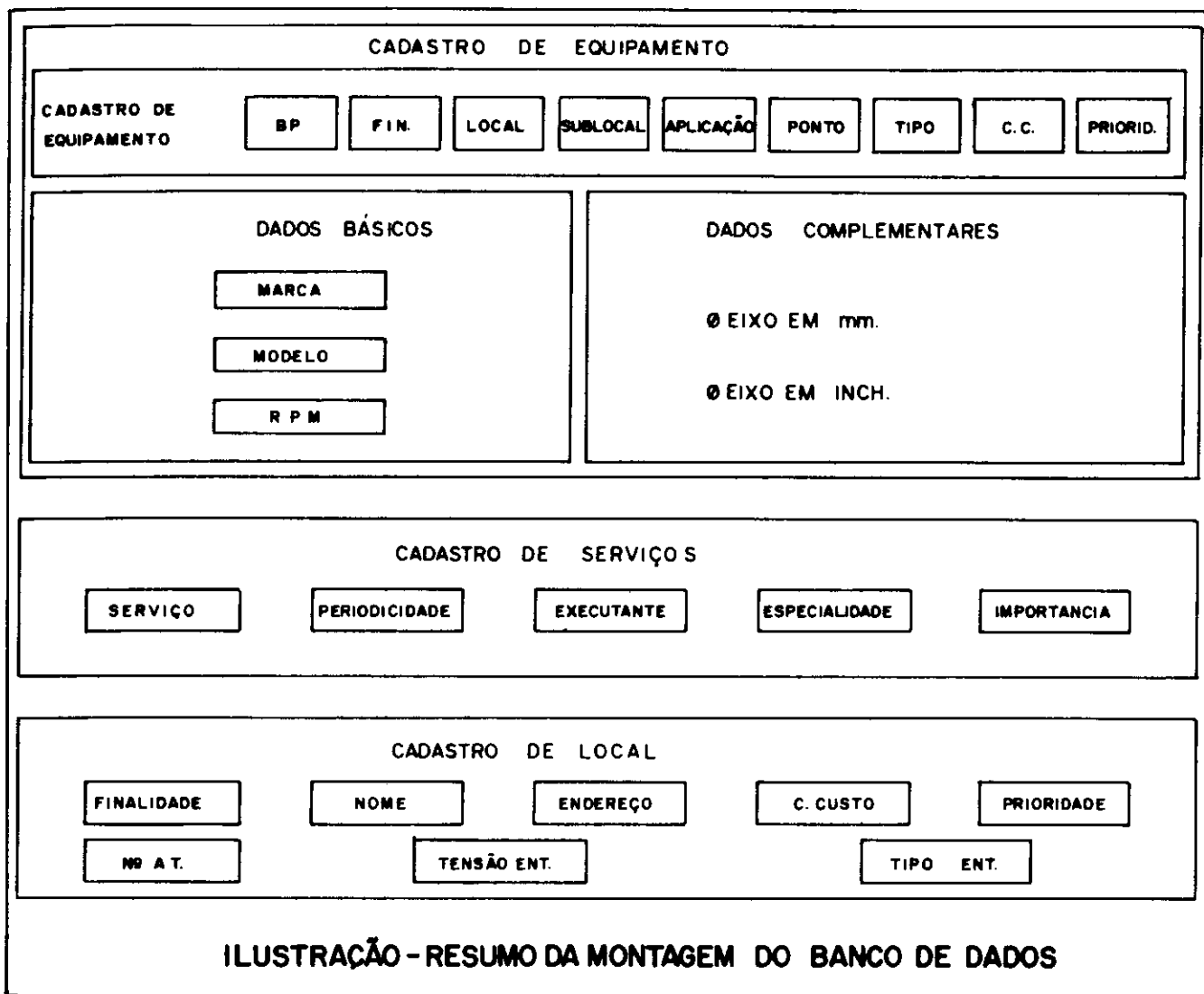
Características dos Arranjos:

Como os recursos necessários para execução dos serviços, pelas diferentes unidades executantes, não são os mesmos, estabeleceu-se que um determinado local constaria em mais de um arranjo, conforme os serviços solicitados para uma jornada de trabalho.

- Arranjo para jornada de serviços de manutenção preventiva em CCM.

12.2.2. Geração do Programa de Manutenção

A partir dos cadastros de Equipa-



QUADRO 11

mentos e de Serviços, gerenciado pelo Cadastro de Meta-Serviços, foi criado pelo computador o Programa de Manutenção. Assim, a partir da data de início do Meta-Serviço, e considerando a periodicidade de repetição de cada serviço, o computador foi associando equipamento/serviço/data de execução.

Cada associação dessas recebe um número, chamado "número de ordem de manutenção".

Com essas associações foi criado o cadastro do Programa de Manutenção.

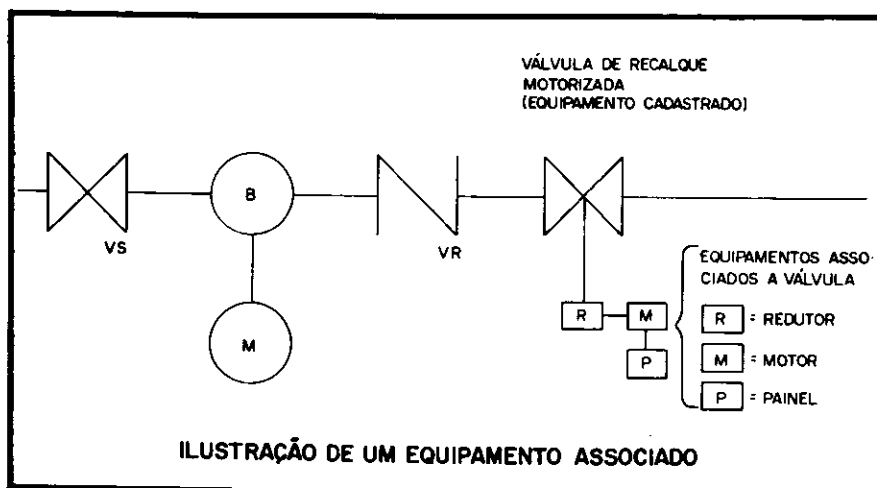
12.2.3. Emissão das "Ordens de Manutenção"

O cadastro do Programa de Manutenção, depois de receber ajustes (mensalmente) é utilizado para emissão das "Etiquetas para Relatório de Campo" (ver quadro nº 13), das "Ordens de Manutenção" (ver quadro nº 14), do "Relatório Gerencial de Manutenção" (ver quadro nº 15) e para geração do "Cadastro de Ordens Controladas".

12.2.4. Geração do Cadastro de Ordens Controladas.

Definiu-se que as Ordens de Manutenção, segundo a prioridade do equipamento e importância do serviço, seriam controladas em 2 níveis:

- 1) As unidades executantes controlam todas as Ordens de Manutenção.
- 2) Por computador são controladas as consideradas Prioritárias, ou seja, aquelas que pela prioridade do equipamento ou importân-



QUADRO 12



Inspeção em Transformadores

LOCAL EEA SANTA INES	SUBLOCAL PORTAO PRINCIPAL	DATA 250581
APLICAÇÃO FORÇA	PONTO ESTACAO	ORDEM 11778041
TIPO TRANSFORMADOR	BP 976231-5	MARCA
MODELO		
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO MEDIR RELACAO DE TRANSFORMACAO, RESISTENCIA OHMICA E DE ISOLACAO		

GRUPO DE LIGAÇÃO	P ₁	P ₂	S ₁	S ₂	CURTO	TAP 1	TAP 2	TAP 3	TAP 4	TAP 5	FORMULÁRIO
Dy1 — 30° Dy7 — 210°	H1	H2	X1	X2	H2-H3						REL. TEÓRICA: $NT = \frac{VAL}{VBL/\sqrt{3}}$ REL. REAL: $NR = 2 \times \text{LEIT. "TTR"}$ DESVIO PORC.: $\Delta\% = \left[1 - \frac{NR}{NT}\right] \times 100$
	H1	H2	X3	X2	H1-H3						
	H2	H3	X2	X3	H1-H3						
	H2	H3	X1	X3	H1-H2						
	H3	H1	X3	X1	H1-H2						
	H3	H1	X2	X1	H2-H3						
Dy5 — 150° Dy11 — 330°	H1	H2	X1	X2	H1-H3						REL. TEÓRICA: $NT = \frac{VAL}{VBL}$ REL. REAL: $NR = \text{LEIT. "TTR"}$ DESVIO PORC.: $\Delta\% = \left[1 - \frac{NR}{NT}\right] \times 100$
	H1	H2	X1	X3	H2-H3						
	H2	H3	X2	X3	H1-H2						
	H2	H3	X2	X1	H1-H3						
	H3	H1	X3	X1	H2-H3						
	H3	H1	X3	X2	H1-H2						
DD — 0° YY — 0°	H1	H2	X1	X2	-						REL. TEÓRICA: $NT = \frac{VAL}{VBL}$ REL. REAL: $NR = \text{LEIT. "TTR"}$ DESVIO PORC.: $\Delta\% = \left[1 - \frac{NR}{NT}\right] \times 100$
	H1	H3	X1	X3	-						
	H2	H3	X2	X3	-						
	H2	H1	X2	X1	-						
	H3	H1	X3	X1	-						
	H3	H2	X3	X2	-						
Yz1 — 30° Yz7 — 210°	H1	H2	X1	X2	X0-X1						REL. TEÓRICA: $NT = \sqrt{3} \cdot \frac{VAL}{VBL}$ REL. REAL: $NR = \frac{3}{2} \times \text{LEIT. "TTR"}$ DESVIO PORC.: $\Delta\% = \left[1 - \frac{NR}{NT}\right] \times 100$
	H1	H2	X1	X3	X0-X3						
	H2	H3	X2	X3	X0-X2						
	H2	H1	X2	X1	X0-X1						
	H3	H1	X3	X1	X0-X3						
	H3	H2	X3	X2	X0-X2						
Yz5 — 150° Yz11 — 330°	H1	H2	X1	X2	X0-X2						REL. TEÓRICA: $NT = \frac{VAL}{VBL}$ REL. REAL: $NR = \text{LEIT. "TTR"}$ DESVIO PORC.: $\Delta\% = \left[1 - \frac{NR}{NT}\right] \times 100$
	H1	H2	X1	X3	X0-X1						
	H2	H3	X2	X3	X0-X3						
	H2	H1	X2	X1	X0-X2						
	H3	H1	X3	X1	X0-X1						
	H3	H2	X3	X2	X0-X3						
Yd1 — 30° Yd7 — 210°	H1	H2	X1	X2	X1-X3						REL. TEÓRICA: $NT = \frac{VAL/\sqrt{3}}{VBL}$ REL. REAL: $NR = \frac{\text{LEIT. "TTR"}}{2}$ DESVIO PORC.: $\Delta\% = \left[1 - \frac{NR}{NT}\right] \times 100$
	H1	H3	X1	X2	X2-X3						
	H2	H3	X2	X3	X1-X2						
	H2	H1	X2	X3	X1-X3						
	H3	H1	X3	X1	X2-X3						
	H3	H2	X3	X1	X1-X2						
Yd5 — 150° Yd11 — 330°	H1	H2	X1	X2	X2-X3						REL. TEÓRICA: $NT = \frac{VAL/\sqrt{3}}{VBL}$ REL. REAL: $NR = \frac{\text{LEIT. "TTR"}}{2}$ DESVIO PORC.: $\Delta\% = \left[1 - \frac{NR}{NT}\right] \times 100$
	H1	H3	X2	X3	X2-X1						
	H2	H3	X2	X3	X1-X3						
	H2	H1	X3	X1	X2-X3						
	H3	H1	X3	X1	X1-X2						
	H3	H2	X1	X2	X1-X3						
VALORES OBTIDOS	RELAÇÃO TEÓRICA = NT										
	RELAÇÃO REAL = NR										
	MAIOR DESVIO = Δ%										

CONVENÇÃO : P1 = PRIMÁRIO VERMELHO ; P2 = PRIMÁRIO VERMELHO ; S1 = SECUNDÁRIO VERMELHO ; S2 = SECUNDÁRIO PRETO

COD. II.665.400-4

QUADRO 13

ORDEN DE MANUTENÇÃO — PREVENTIVA

NUMERO DE REFERENCIA 0015547-190381	EXECUTANTE DEM.4	ESPECIALIDADE INSTRUMENTACAO	CENTRO DE CUSTO 5025010000	PERIODO PARA EXECUCAO DE 27/04/81 ATE 01/05/81	PROGRAMADO PARA EXECUTADO EM VISTO 28/04/81 28/04/81
LOCAL EEA CONSOLACAO		SUBLOCAL ESTACAO		APLICACAO TELEMEDICAO	PONTO ESTACAO

TIPO	BP	DESCRICO DO SERVICO	*	N° ORDEM
COMP-TELEMETRIA	903299-7	LUBRIFICAR MANCAIS DO MOTORES DOS VENTILADORES DO SECADOR COMPLETAR O NIVEL DE OLEO DO CILINDRO DE ACIONAMENTO DA VALVULA VERIFICAR O PONTO DE TRABALHO DOS RELES DE DIFERENCIAL CONSTANTE DRENAR OS SEDIMENTOS DOS REGULADORES DE PRESSAO LIMPAR INTERNAMENTE O PURGADOR CALIBRAR REGULADOR DE PRESSAO DO PAINEL CALIBRAR REGULADOR DE PRESSAO DA LINHA INSPECIONAR AS TUBULACOES E CONEXOES DE AR COMPRIMIDO LIMPAR OS FILTROS E COPOS DE SEDIMENTACAO DOS REGULADORES DE PRESSAO DRENAR AGUA CONDENSADA NO PULMAO MEDIR CORRENTE DE PARTIDA E OPERACAO DO SECADOR LIMPAR OS RELES DE PRESSAO DIFERENCIAL ARRIR DRENO/VERIF VOL CONDENSADO PURGADOR/SECADOR:CORRIGIR SE NECES. VERIFICAR PRESSOES DE ASPIRACAO E DESCARGA DO SECADOR VERIFICAR OPERACAO DOS RELES DO CIRCUITO ELETRICO DO SECADOR VERIFICAR VAZAMENTO DE GAS FREON VERIFICAR APERTOS DOS CONTATOS DO SECADOR	*	06953352 06952992 06953093 06953522 06953280 06954235 06954278 06952976 06954316 06952790 06954715 06954685 06952534 06954421 06954618 06952348 06954651

ASTERISCO (*) INDICA SERVIÇO PRIORITÁRIO, QUE DEVE SER EXECUTADO EM QUALQUER CASO, E COMUNICADO À DPM 1

QUADRO 14

* S A B E S P * SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENCAO PREVENTIVA 59
RELACAO DAS ORDENS DE MANUTENCAO A SEREM EXECUTADAS PELO DPO.1 ESPECIALIDADE MECANICA FOLHA 43
LOCAL: 1-306 ETA ALTO COITA PERIODO PARA EXECUCAO: DE 27/04/81 A 24/04/81

PONTO	TIPO	NO.BP	* ORDEM	SERVICO	COD	PER
----- SJBLOCAL: 003 - CASA DE BOMBAS ----- APLICACAO: 125 HIDRO-PNEUMATICO -----						
01-GRUPO 01	01-3043A	054076-1	35415659	VERIFICAR VAZAMENTO DE OLEO OU GRAXA	-1546	0007
-	-	-	35415175	VERIFICAR ESTADO DOS PINOS GRAXEIROS E TROCAR SE NECESSARIO	-1543	0007
-	-	-	35414482	EXAMINAR ACOPLAMENTO	-1545	0007
-	-	-	35413931	VERIFICAR AS GAXETAS E REAPERTA-LAS SE NECESSARIO	-1542	0007
-	-	-	35415403	BOMBEAR GRAXA SEM EXCESSO	-1506	0028
-	-	-	35414920	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
02-MOTOR ELETRICO	116093-7	35479215	35479215	VERIFICAR ESTADO DOS PINOS GRAXEIROS E TROCAR SE NECESSARIO	-1543	0007
-	-	-	35479752	VERIFICAR VAZAMENTO DE OLEO OU GRAXA	-1546	0007
-	-	-	35480205	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
02-GRUPO 02	02-MOTOR ELETRICO	354070-5	35482356	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
-	-	-	35481911	VERIFICAR VAZAMENTO DE OLEO OU GRAXA	-1546	0007
-	-	-	35481358	VERIFICAR ESTADO DOS PINOS GRAXEIROS E TROCAR SE NECESSARIO	-1543	0007
----- SJBLOCAL: 003 - CASA DE BOMBAS ----- APLICACAO: 138 LAVAGEM CONTRA CORRENTE -----						
01-GRUPO 01	01-3043A	103940-6	35425735	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
-	-	-	35423708	VERIFICAR AS GAXETAS E REAPERTA-LAS SE NECESSARIO	-1542	0007
-	-	-	35424224	VERIFICAR ESTADO DOS PINOS GRAXEIROS E TROCAR SE NECESSARIO	-1543	0007
-	-	-	35424771	EXAMINAR ACOPLAMENTO	-1545	0007
-	-	-	35425298	VERIFICAR VAZAMENTO DE OLEO OU GRAXA	-1546	0007
02-MOTOR ELETRICO	103938-7	35486190	35486190	VERIFICAR VAZAMENTO DE OLEO OU GRAXA	-1546	0007
-	-	-	35486637	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
-	-	-	35485649	VERIFICAR ESTADO DOS PINOS GRAXEIROS E TROCAR SE NECESSARIO	-1543	0007
02-GRUPO 02	01-3043A	103939-5	35422116	VERIFICAR VAZAMENTO DE OLEO OU GRAXA	-1546	0007
-	-	-	35422558	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
-	-	-	35421047	VERIFICAR ESTADO DOS PINOS GRAXEIROS E TROCAR SE NECESSARIO	-1543	0007
-	-	-	35421594	EXAMINAR ACOPLAMENTO	-1545	0007
-	-	-	35420521	VERIFICAR AS GAXETAS E REAPERTA-LAS SE NECESSARIO	-1542	0007
02-MOTOR ELETRICO	103937-2	35488499	35488499	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
-	-	-	35483506	VERIFICAR ESTADO DOS PINOS GRAXEIROS E TROCAR SE NECESSARIO	-1543	0007
-	-	-	35484057	VERIFICAR VAZAMENTO DE OLEO OU GRAXA	-1546	0007
----- SJBLOCAL: 003 - CASA DE BOMBAS ----- APLICACAO: 139 LAVAGEM SUPERFICIAL -----						
01-GRUPO 01	01-3043A	103931-7	35428912	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
-	-	-	35427401	VERIFICAR ESTADO DOS PINOS GRAXEIROS E TROCAR SE NECESSARIO	-1543	0007
-	-	-	35427959	EXAMINAR ACOPLAMENTO	-1545	0007
-	-	-	35428475	VERIFICAR VAZAMENTO DE OLEO OU GRAXA	-1546	0007
-	-	-	35426880	VERIFICAR AS GAXETAS E REAPERTA-LAS SE NECESSARIO	-1542	0007
02-MOTOR ELETRICO	103928-3	35487705	35487705	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
02-GRUPO 02	01-3043A	103932-5	35432090	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
-	-	-	35431131	EXAMINAR ACOPLAMENTO	-1545	0007
-	-	-	35431654	VERIFICAR VAZAMENTO DE OLEO OU GRAXA	-1546	0007
-	-	-	35430062	VERIFICAR AS GAXETAS E REAPERTA-LAS SE NECESSARIO	-1542	0007
-	-	-	35430585	VERIFICAR ESTADO DOS PINOS GRAXEIROS E TROCAR SE NECESSARIO	-1543	0007
02-MOTOR ELETRICO	103927-5	35488773	35488773	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
----- SJBLOCAL: 003 - CASA DE BOMBAS ----- APLICACAO: 185 RECALQUE AGUA TRATADA -----						
01-GRUPO 01	01-3043A	103947-6	35438471	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
-	-	-	35437512	EXAMINAR ACOPLAMENTO	-1545	0007
-	-	-	35438039	VERIFICAR VAZAMENTO DE OLEO OU GRAXA	-1546	0007
-	-	-	35436965	VERIFICAR ESTADO DOS PINOS GRAXEIROS E TROCAR SE NECESSARIO	-1543	0007
-	-	-	35436443	VERIFICAR AS GAXETAS E REAPERTA-LAS SE NECESSARIO	-1542	0007
02-MOTOR ELETRICO	103950-3	35493579	35493579	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
-	-	-	35492581	VERIFICAR NIVEL E ESTADO DO OLEO E COMPLETAR SE NECESSARIO	-1435	0007
-	-	-	35493137	VERIFICAR VAZAMENTO DE OLEO OU GRAXA	-1546	0007
02-GRUPO 02	01-3043A	103941-4	35434840	VERIFICAR VAZAMENTO DE OLEO OU GRAXA	-1546	0007
-	-	-	35433254	VERIFICAR AS GAXETAS E REAPERTA-LAS SE NECESSARIO	-1542	0007
-	-	-	35434327	EXAMINAR ACOPLAMENTO	-1545	0007
-	-	-	35435285	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014
-	-	-	35433771	VERIFICAR ESTADO DOS PINOS GRAXEIROS E TROCAR SE NECESSARIO	-1543	0007
02-MOTOR ELETRICO	103936-4	35495251	35495251	VERIFICAR VAZAMENTO DE OLEO OU GRAXA	-1546	0007
-	-	-	35495709	LIMPAR A CARCACA	-1553	0014

QUADRO 15

cia do serviço são consideradas de "execução prioritária".

O próprio computador, a partir do código de prioridade do equipamento e do código de importância do serviço decide quais ordens vai controlar, e informa, na "Ordem de Manutenção", que aguarda uma informação da execução daquela Ordem.

12.2.5. Emissão do Relatório de Ordens Prioritárias Não Executadas.

Semanalmente são informadas ao computador as Ordens de Manutenção Executadas, as quais são baixadas do Cadastro de Ordens Controladas.

As remanescentes, não executadas, são relacionadas em um Relatório para investigação da razão da não execução e providências.

PARTE IV – RESULTADOS

13. A IMPLANTAÇÃO EFETIVA DO SISMA-PREV

Após testes, geração das listas de serviços BP a BP, correções e alterações, o SISMA-PREV foi efetivamente aplicado na SABESP (Grande São Paulo), a partir de janeiro/81.

A partir desta data, estão sendo geradas cerca de 1300 Listas de Serviços, num total de cerca de 15000 ordens de manutenção, para as respectivas unidades executantes da manutenção preventiva.

As OM determinam:

Local, executante, serviços, especialidade do executante, Equipamento (BP, tipo, aplicação, ponto).

O período proposto para execução, se o serviço é importante é controlado quanto à data de execução, pelo próprio computador. Até então, o SISMA-PREV tem apresentado ótimos resultados, com 100% de execução nos serviços sem programação de parada de equipamentos e 80% a 90% nos serviços que necessitam programação de parada.

14. OS BONS RESULTADOS IMEDIATOS DO SISMA-PREV

Devido a grande maleabilidade do programa implantado, a receptividade pelas unidades executantes da manutenção foi imediata, acarretando com

isto ótimos resultados a curto prazo e despertando também interesse de outras áreas da SABESP.

Alguns resultados, que já justificaram plenamente o SISMA-PREV:

- Aumento da confiabilidade nos equipamentos e instalações pela aplicação consciente de serviços preventivos.
- Tendência de padronização e melhoria na qualidade de serviços de manutenção, por um processo contínuo de treinamento.
- Definição concreta das áreas de atuação das respectivas unidades executantes de manutenção.
- Racionalização no uso de viaturas e pessoal.
- Regularização. (em tempo real) do Cadastro de Bens Patrimoniais da SABESP.
- Aumento de um cadastro (de manutenção) de equipamentos de cerca de 5.000, sendo apenas 1.000 efetivamente controlados, para cerca de 10.000 equipamentos individualmente cadastrados, controlados e abrangidos pelo SISMA-PREV.
- Liberação da mão de obra técnica de serviços administrativos e burocráticos.
- Visualização dos recursos reais das unidades executantes da manutenção.
- Permitir nível global de programação, correlacionando automaticamente todos os serviços e unidades executantes para uma mesma data em um mesmo local.

15. OS PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

15.1. PLANOS ATUAIS APLICADOS PELO SISMA-PREV

- Lubrificação.
- Revisão em cabines primárias.
- Revisão em subestações.
- Revisão em painéis.
- Revisão em bombas centrífugas.
- Revisão em sistemas de motorização de válvulas.
- Revisão em medidores de nível, vazão e pressão.
- Revisão em baterias.
- Revisão em motores CI.
- Revisão em geradores.
- Revisão em sistemas de telemetria.
- Manutenção em transformadores – filtragem a vácuo do óleo isolante. Além destes planos, o SISMA-PREV, estabeleceu:

- Um programa completo de manutenção preventivo civil, único no gênero, que prevê serviços a níveis de inspeção e de execução o qual está dando ótimos resultados.
- Um programa de inspeções técnicas em todos os equipamentos e instalações da SABESP, a nível de detalhamento por item do equipamento e/ou instalação.

NOTA: O SISMA-PREV pode ser considerado quase que como um manual para o executante, visto que o mesmo permitiu que fossem detalhados serviços a nível de itens e sub-itens de um equipamento.

Exemplo: Com o auxílio do SISMA-PREV, um serviço como: "Revisão no Pannel de Comando", pode ser detalhado nos seguintes níveis:

- Remover pontos de ferrugem da chaparia.
- Desoxidar, ajustar e alinhar contatos do contator de regime.
- Desoxidar, ajustar e alinhar contatos do contator de partida.
- Desoxidar, ajustar e alinhar contatos do contator estrela.
- Desoxidar e reapertar terminais do auto-trafo.
- Desoxidar e ajustar contatos dos relés.
- Desoxidar e reapertar terminais das base de fusíveis, TC, TP, amperímetros e voltímetros, etc . . .

15.2. OS PLANOS À IMPLANTAR NO SISMA-PREV

- Revisão de equipamentos móveis: compressores, geradores, máquinas de desobstrução de esgoto.
- Adutoras e respectivos equipamentos.
- Revisão de válvulas anti-golpe.
- Lavagem e desinfecção de reservatórios.
- Revisão de comportas.
- Proteção catódica de adutores, todos também detalhados a nível de itens e sub itens do equipamento.

CONCLUSÃO

O SISMA-PREV justifica plenamente os investimentos efetuados, dando um valioso aval para a montagem do programa de Manutenção Corretiva.