

III SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA  
E AMBIENTAL - SILUBESA

TEMA 1

**TÍTULO DO TEMA:** SISTEMA DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

RELATO

**NOME DO RELATOR\*** LINEU RODRIGUES ALONSO

**MAIO/1988**

\* Engenheiro Civil  
Superintendente da Superintendência de Controle do Desenvolvimento Operacional da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP

## ÍNDICE

- 1 - A REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO - RMSP
- 2 - O SISTEMA OPERADO PELA SABESP
  - 2.1 - SISTEMA PRODUTOR
  - 2.2 - SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO
- 3 - CENTRO DE CONTROLE DA OPERAÇÃO - CCO
- 4 - DADOS RELEVANTES COM RELAÇÃO AO ABASTECIMENTO
- 5 - PROGRAMA DE CONTROLE E DESENVOLVIMENTO OPERACIONAL
  - 5.1 - AÇÕES EMPREENDIDAS
  - 5.2 - RESULTADOS ALCANÇADOS
- 6 - PREVISÕES DE EXPANSÃO FUTURA

## 1- A REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO - RMSP

Localiza em uma área física de 8.500 km<sup>2</sup>, que corresponde a 0,1% da área total do País, a Região Metropolitana de São Paulo - RMSP é composta pelo Município de São Paulo, Capital do Estado, e por mais 37 municípios vizinhos conforme Desenho 1.

Nela vivem aproximadamente 15 milhões de cidadãos que representam 12% da população total do Brasil. Concentram-se ainda 40% da produção industrial do País e 25% do seu Produto Interno Bruto.

Situada na Bacia Hidrográfica do Alto do Tietê, a região caracteriza-se por ser cabeceira de mananciais, apresentando, em função desse fato, relativa escassez de recursos hídricos, quando avaliadas as necessidades de uma metrópole desse porte.

## 2- O SISTEMA OPERADO PELA SABESP

A SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, opera na Região Metropolitana os serviços de saneamento de 29 Municípios, sendo que para 06 outros vende água por atacado.

A fim de atender essa demanda o sistema configura-se como segue:

### 2.1 - SISTEMA PRODUTOR

O sistema produtor da SABESP é composto de 15 Represas (Albufeiras) em operação e 13 Estações de Tratamento de Água, integradas por Estações Elevatórias, Adutoras e Subadutoras de água bruta e tratada.

As 15 Represas têm capacidade de armazenamento para  $1,4 \times 10^9$  m<sup>3</sup>, estando parte destes recursos hídricos em outros estados da Federação, à distâncias que chegam até 100km. entre o ponto de captação de água bruta e a mais próxima Estação de Tratamento de Água.

Com relação à qualidade da água bruta, o Quadro nº 1 apresenta resultados médios de alguns parâmetros nos últimos 05 anos.

Nos referidos anos, os valores mais críticos para os parâmetros analisados apresentaram-se conforme segue:

Cor: 264,0; Turbidez: 60,0; pH entre 5,8 e 7,5; Demanda de Cloro: 45,2; Ferro: 4,9; Manganês: 0,16; Hidrobiologia: 9682,9; demonstrando a condição precária em que algumas vezes se encontra a qualidade das Represas operadas.

A SABESP produz em média 47,0m<sup>3</sup>/s. de água tratada. Dos pontos de captação de água bruta até os reservatórios de distribuição de água tratada são operadas 95 Estações Elevatórias com potência instalada de 171.420 HP, e 1000 km.de adutoras e subadutoras com diâmetros que variam entre 125 e 2500mm.

Após tratamento, a característica da água apresenta-se conforme Quadro 2, que mostra os resultados médios de alguns parâmetros, nos últimos 05 anos.

O Quadro nº 3 mostra os parâmetros com valores mais críticos verificados após tratamento que, confrontados com as exigências do órgão governamental de saúde, apresentam-se dentro das especificações estabelecidas.

Igualmente verifica-se no Quadro nº 4, em termos de performance das Estações de

Tratamento, a percentagem de remoção para os parâmetros analisados.

## 2.2- SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

Existem 164 Reservatórios de Distribuição sendo 52 elevados, que totalizam uma capacidade de armazenamento de  $1,3 \times 10^6 \text{ m}^3$  de água.

A rede operada pela SABESP tem extensão de 20.255km., atendendo a 2.046.979 ligações de água, para um total de 2.653.106 economias (dez./87).

As condições operacionais do sistema de distribuição são acompanhadas através de informações geradas pelo Centro de Controle de Operação - CCO que utiliza um sistema computadorizado de comando à distância, detalhado a seguir.

## 3- CENTRO DE CONTROLE DA OPERAÇÃO - CCO

A supervisão e o controle do fornecimento de água para os 29 municípios operados pela SABESP e que compõem o sistema integrado do abastecimento da RMSP são feitos através do CENTRO DE CONTROLE DE OPERAÇÃO - CCO, que dispõe de modernos equipamentos destinados a garantir precisão e agilidade às ações necessárias à operação.

Os equipamentos do SISTEMA DE CONTROLE OPERACIONAL DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA - SCOA - estão distribuídos em 120 Estações Remotas instaladas em elevatórias e reservatórios, com capacidade para comandar 100 bombas e 110 válvulas de controle, e de supervisionar o funcionamento de 280 bombas, a abertura de 110 válvulas de controle, o nível de 130 reservatórios semi-enterrados, a pressão de 60 torres, as pressão e vazão de 130 linhas de abastecimento, as condições operacionais anormais através de 960 alarmes, além de prestar informações quanto às condições de cloro residual em nove pontos do sistema e de temperatura ambiente em 1 ponto.

Em cada Estação Remota existem medidores e equipamentos hidráulicos (bombas e válvulas de controle) comandáveis remotamente.

Através da automatização de estações elevatórias, hoje são controladas nas próprias Estações Remotas, as funções que não dependem da ação direta dos operadores centrais. Assim, o controle das bombas que recalcam a água dos reservatórios para as torres é feito localmente, porém, a sinalização do estado de tais bombas é transmitida ao CCO.

Adicionalmente, cada Estação Remota é provida de dispositivo de segurança que atua em válvulas e bombas para impedir transbordamentos de torres e reservatórios. A condição de funcionamento desses equipamentos é transmitida ao CCO, sendo possível, assim, a pronta intervenção de equipes especializadas de manutenção para restabelecer as condições de funcionamento em caso de eventuais problemas.

As medidas supervisionadas e demais informações operacionais de uma Estação Remota são centralizadas localmente num Armário de Instrumentação e num Equipamento Remoto de Telemetria (ERT) e então transmitidas ao CCO via Linhas Telefônicas Privativas - LP. No CCO, tais medidas e informações chegam às Estações Centrais de Telemetria (ECTs), que têm capacidade total para receber dados de 180 ERTs (cada ECT recebe informações de 4 ERTs).

Face ao grande número de dados que devem ser analisados continuamente pelos Operadores Centrais, o CCO está provido de dois computadores modelo COBRA 700 que processam os dados recebidos das ECTs segundo os padrões estabelecidos para a operação.

Em terminais de vídeo, instalados na Mesa de Operação, os Operadores supervisionam os alarmes e medidas que refletem a situação do abastecimento, detectando os pontos que requeiram ação corretiva ou de controle.

Sobre esses terminais, é possível, para os Operadores Centrais, telecomandar bombas (ligar ou desligar), bem como válvulas (abrir ou fechar), o que eventualmente pode ser feito direto através da Estação Central de Telemetria, no caso de pane nos computadores.

Utilizando os recursos computacionais existentes são emitidos periodicamente, relatórios que sintetizam as condições de abastecimento num certo período.

O sistema de computadores com 08 anos de funcionamento e 10 de fabricação, já está se tornando obsoleto, o que determinou a sua substituição.

O novo sistema informático do CCO, cujo software já está sendo desenvolvido, possibilitará atender ao crescimento do sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo e se compõe de 2 computadores COBRA 1200 com 4 megabytes de capacidade de memória e demais periféricos. Eles permitirão ensaiar os modelos matemáticos de otimização da operação, fornecendo regras básicas que irão orientar os Operadores Centrais em seu trabalho cotidiano.

Além de ampliar as informações hoje processadas, o novo software em desenvolvimento, possibilitará no futuro a operação no sistema em tempo real.

#### 4- DADOS RELEVANTES COM RELAÇÃO AO ABASTECIMENTO

O abastecimento de água da parte da RMSP que é atendida pelo sistema integrado, é feito através de 7 (sete) sistemas produtores, todos eles alimentados por mananciais de superfície com as características apresentadas no Quadro nº 5.

Esses sistemas não são totalmente isolados, existindo 4 (quatro) pontos de transição, isto é, de passagem de água de um sistema para outro e muitos reservatórios que recebem água de dois sistemas, cabendo ao CCO decidir pela melhor forma de operá-los em função da disponibilidade do momento.

Pelos pontos de transição a capacidade de transferência de água de um sistema para outro não é grande, de sorte que um problema mais sério num sistema, ocasiona quase sempre falta d'água nos setores por ele abastecidos, pois os volumes de água armazenados nos reservatórios setoriais não têm condição para manter o setor abastecido por um tempo mais ou menos longo. Na RMSP existem reservatórios que variam de 1.000 a 72.000 m<sup>3</sup> de capacidade e não são dimensionados para atenderem ao consumo do setor, salvo algumas exceções.

Para avaliar as condições operacionais do sistema de distribuição existe o Índice de Regularidade do Abastecimento - IRA. Vide Quadro nº 6.

O sistema distribuidor de água da RMSP é composto de 160 setores de abastecimento, alimentados pelos reservatórios setoriais e torres.

Como nem todos estes setores são atendidos com a regularidade desejável, motivada por problemas relacionados com insuficiências na capacidade de algumas represas do sistema produtor; no sistema adutor e de reservação e ainda; nas instalações de recalque para as torres que atendem zonas altas, o grau de satisfatoriedade deste atendimento é expresso pelo referido Índice de Regularidade.

Este Índice é também afetado pelas deficiências decorrentes de manutenções programadas que provoquem interrupção do abastecimento de um determinado setor.

Expresso em porcentagem através da fórmula

$$\text{IRA} = \frac{24 - \text{n}^\circ \text{ de horas de limite baixo}}{24} \times 100$$

ele mede a eficiência do atendimento dos parâmetros de limites mínimos das zonas de pressão nos setores do "Sistema Integrado", onde, o número de horas de limite baixo é igual ao número de horas em que o setor ficou com o atendimento prejudicado, em razão dos baixos, nível de água nos reservatórios e pressão no pé das torres, inferiores aos parâmetros estabelecidos para cada unidade de reservação.

A qualificação do serviço é considerada boa para o Índice superior a 92%, razoável para valores entre 92 e 79% e ruim quando atinge valores inferiores a 79%.

Baseado na análise dos IRAs dos setores do "Sistema Integrado" podemos estabelecer: as estratégias futuras de abastecimento, o comportamento degenerativo das zonas de pressão, e o início dos estudos necessários para recuperar a qualidade de atendimentos das zonas de pressão.

#### 5- PROGRAMA DE CONTROLE E DESENVOLVIMENTO OPERACIONAL

Preocupado com o Índice de Perdas de água no sistema de abastecimento, que em 1977 era de 35,6%, a SABESP iniciou a partir de então um Programa de Controle de Perdas. Nos últimos 4 anos, comportando atividades mais abrangentes no âmbito da operação dos sistemas, o referido Programa foi reestruturado, atendendo prioridades voltadas para o aspecto do controle e do desenvolvimento das atividades da operação.

Dentro deste enfoque o atual Programa de Controle e Desenvolvimento Operacional visa basicamente:

procurar novas técnicas operacionais voltadas a modernizar os sistemas e melhorar o padrão de atendimento junto ao usuário; desenvolver os recursos humanos, com formação específica na área operacional; estabelecer um planejamento global de ações envolvendo as diversas unidades da Empresa, eliminando multiplicidades de ações paralelas, geralmente com enfoque setorial; reduzir o índice de perdas através de ações nas diversas unidades do sistema (ETAS, Reservatórios, Redes, Ramais); determinar parâmetros operacionais que permitam reavaliar projeções e critérios de projetos e otimizar a operação para aumentar a capacidade de atendimento e postergar o início de novas obras; além de criar uma estrutura de gerenciamento voltada exclusivamente ao controle e desenvolvimento operacional, procurando incorporar sua filosofia à cultura da Empresa.

Para o desenvolvimento deste Programa criou-se uma estrutura técnico administrativa própria. Muitas das suas atividades deverão constituir-se no futuro em atividades permanentes da área operacional. As ações permanentes de planejamento e controle operacional continuarão sendo desenvolvidas pela estrutura montada para acompanhamento do Programa, conforme Desenho 2.

Suas atividades são executadas através de Projetos Específicos que conta com equipes multidisciplinares compostas por profissionais das diversas unidades da SABESP.

Os Projetos em andamento são:

MACROMEDIÇÃO E PITOMETRIA; MICROMEDIÇÃO; SISTEMA INTEGRADO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS E ATENDIMENTO AO PÚBLICO; MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DE UNIDADES OPERACIONAIS; CADASTRO TÉCNICO; PLANEJAMENTO E CONTROLE OPERACIONAL; COMERCIALIZAÇÃO; FATURAMENTO E COBRANÇA, E, CADASTRO DE CONSUMIDORES.

#### 5.1 - AÇÕES EMPREENDIDAS

Através da Macromedição foi estabelecida uma programação para adequação dos medidores às faixas ótimas de operação e foram compatibilizados e padronizados os secundários interligados ao sistema de acompanhamento à distância. De forma a melhorar a precisão das medições dos volumes aduzidos, foram efetuadas substituições de medidores que operavam inadequadamente e estabelecida nova sistemática de quantificação do volume macromedido na região, adotando-se medições centralizadas em dois pontos, responsável por 80% do volume produzido.

Encontra-se em andamento programação destinada a instalar macromedidores em todas as Estações de Tratamento de Água que permitirão centralizar o acompanhamento de vazões produzidas.

Foram desenvolvidas e implantadas técnicas alternativas de medição de vazão através do residual de flúor para locais onde há impossibilidade de se instalar medidores convencionais. O método aplicado, baseia-se nas condições conservativas do flúor aplicado na água e os resultados alcançados foram satisfatórios, com variações de + 4%, quando confrontados com medições de campo através da pitometria. O método apresenta a vantagem de não demandar custos extras de operação e manutenção além daqueles previstos para o equipamento de fluoretação.

Nas atividades de Pitometria, uma série de ensaios tiveram seus procedimentos de execução revisados, com aplicação de novas tecnologias, a fim de se obter melhor produtividade e resultados adicionais.

Atualmente todos os resultados dos ensaios de campo são introduzidos em computador que processa programas como: cálculos de vazões, velocidades e pressões; calibração e aferição de medidores (primário e secundário); ensaios de bombas entre outros.

No Projeto de Micromedição foram realizados testes de fadiga em hidrômetros, que levaram a redimensionar faixas de utilização dos hidrômetros com o objetivo de aumentar a precisão das leituras e reduzir a troca por adequação de capacidade.

Estão sendo desenvolvidas novas tecnologias, tais como, utilização de carcaça de plástico e hidrômetros digitais, visando reduzir custo dos medidores. Foram implantados critérios seletivos de troca para manutenção de hidrômetros que privilegia as melhores relações custo/benefício, prevendo-se troca imediata nos seguintes problemas: quebrado, violado, embaçado, desaparecido, o que configura um caso de manutenção corretiva. No caso de manutenção preventiva, troca até o limite mensal estabelecido obedecendo: grandes consumidores (6500 m<sup>3</sup>/d, 4000 m<sup>3</sup>/d, até 7 m<sup>3</sup>/h); hidrômetros de 3 m<sup>3</sup>/h; ligações com consumo 50 m<sup>3</sup>/mês; ligações com consumo entre 50 e 20 m<sup>3</sup>/mês; ligações com consumo entre 20 e 10 m<sup>3</sup>/mês e ligações com consumo entre 10 e 0 m<sup>3</sup>/mês.

Está em fase de conclusão, estudos e pesquisas com a finalidade de se rever a política de manutenção de hidrômetros, através das seguintes atividades: pesquisa bibliográfica sobre manutenção de hidrômetros; otimização do fluxo operacional e desenvolvimento de cadastro técnico associado à manutenção de hidrômetros; racio

nalização da operação da oficina de manutenção de hidrômetros; monitoramento em campo de 1.100 hidrômetros de 3m<sup>3</sup>/h; determinação das curvas de erros; modelo de determinação da periodicidade ótima de manutenção preventiva de hidrômetros (custo x benefício).

No Sistema Integrado de Prestação de Serviços e Atendimento ao Público o enfoque maior está sendo dado para redução e controle de vazamentos.

Atualmente estão sendo realizados estudos e trabalhos de campo para estabelecer as condições reais dos 34 setores de abastecimento visando a otimização da capacidade de reserva instalada; segurança através da adequação da faixa de pressão; programações ordenadas para reabilitação e/ou remanejamento de tubulações; adoção de microsetorizações de abastecimento e manobras, garantindo melhor distribuição e racionalização da água fornecida; economia de energia elétrica, evitando-se recalques desnecessários; direcionamento adequado para as pesquisas de vazamentos não visíveis, entre outros.

Ações foram desenvolvidas junto à população incentivando-a quanto à utilização do serviço telefônico de atendimento ao público, no sentido de apontar existência de vazamentos visíveis.

Encontra-se em andamento um programa piloto em Distritos Regionais com a finalidade de definir um conjunto de ações destinadas a melhorar a qualidade dos serviços executados; reduzir o tempo de reparo dos vazamentos; prevenir reincidências. Está sendo avaliado o desempenho desses serviços com a utilização de micro-turmas, otimização de rotas, definição de tempos padrões para os serviços, desenvolvimento de ferramentas e materiais apropriados.

No Projeto de Manutenção e Reabilitação de Unidades Operacionais, foi estabelecida uma atividade permanente de recuperação das perdas de água nas estações de tratamento, através de melhoria das ações operacionais.

Foram executados serviços de limpeza e/ou limpeza e revestimento em 52 km. de tubulações com diâmetros variando de 75mm. a 1000mm. a fim de recuperar a capacidade hidráulica das adutoras e eliminar ocorrências de "águas vermelhas".

Foi executada a limpeza de importantes adutoras do sistema produtor.

No Projeto de Planejamento e Controle Operacional foram levantados e acompanhados os primeiros dados operacionais a serem utilizados no planejamento, projeto e operação dos sistemas, destacando-se como exemplo a reavaliação dos coeficientes utilizados no cálculo de vazões, K1 do dia de maior consumo e K2 da hora de maior consumo.

Encontra-se em fase de implantação um modelo previsional e de otimização da operação que permitirá: minimizar mais o número de solicitações de produção às estações de tratamento; melhorar a segurança operacional dos sistemas reduzindo a probabilidade de riscos de acidentes através de ação operacional preventiva e estabelecer critérios estatísticos destinados à manutenção preventiva.

O novo "software" em relação ao já existente, apresenta as seguintes melhorias: controle em tempo real do Sistema Integrado de Abastecimento de Água da Grande São Paulo, através de um Plano Otimizado de Operação; planejamento, análise e processamento de esquemas hidráulicos da rede de distribuição de água, através de modelos matemáticos em regime permanente e de transientes; aumento da capacidade do sistema informático, permitindo a ampliação dos recursos de "software"; criação de mecanismos para possibilitar um melhor gerenciamento do Sistema de Controle do Abastecimento de Água.

Acompanha-se mês a mês a redução do índice de perdas de água da Região Metropolitana de São Paulo.

Atualmente existem dois índices relativos às perdas. O primeiro chamado IP1 reflete a perda de volume medido, o segundo IP2 reflete a perda de volume faturado.

O Gráfico 1 apresenta a evolução desses valores, sendo que o IP2 foi criado em 1983 época da mudança da política tarifária.

## 5.2- RESULTADOS ALCANÇADOS

- . Redução de perdas de água no sistema, de 35,6% para 28,6%, no período de 1977/1987. Com base na produção atual, deixa-se de perder aproximadamente 3,3 m<sup>3</sup>/s. de água.
- . Substituição de macromedidores que operavam inadequadamente, acarretando acréscimo de volumes registrados da ordem de 500 l/s (1% do volume medido na RMSP).
- . Reaproveitamento de 18 macromedidores desativados, resultando em economia para a Cia da ordem de U\$ 46.370.
- . Redimensionamento das faixas de utilização de hidrômetros reduzindo a troca por adequação de capacidade e garantindo maior precisão de leituras.
- . Eliminação de hidrômetros com capacidades de 5; 7 e 20 m<sup>3</sup>/h, reduzindo-se gastos com estoques de manutenção.
- . Estabelecimento de novos critérios seletivos para manutenção de hidrômetros. Estudos realizados demonstram a possibilidade de execução de manutenção preventiva a cada 10 anos, ao invés de 05 anos como era anteriormente determinado. Este fato acarreta em economia anual para a Cia de aproximadamente U\$ 4.334.690.
- . Implantação de 34 setores de abastecimento com informações de pressões, idade de rede e tipos de tubulações, garantindo eficácia nos serviços de detecção de vazamentos não visíveis.
- . Incentivar a população para utilização de serviços telefônicos nas informações de comunicação de vazamentos. A comunicação desta ocorrência via telefone cresceu 20% nos últimos 04 anos.
- . Recuperação de perda de água com lavagem de filtros nas Estações de Tratamento, resultando no reaproveitamento de 440 l/s, volume suficiente para atender .... 190.000 pessoas e custo médio de faturamento da ordem de U\$ 204210.
- . Melhoria nas condições hidráulicas do sistema, através de limpeza e revestimento de tubulações, permitindo melhoria no coeficiente de rugosidade "C" da fórmula Hazen-Willians. A recuperação deste coeficiente tem sido em média de 64 para 129, atingindo assim, condições próximas às de tubulações novas.
- . Desenvolvimento de materiais e equipamentos destinados às atividades do programa; tais como:
  - manômetro digital em substituição ao tubo U com líquidos manômetros, garantindo precisão de leituras e segurança no manuseio do equipamento pelos operadores da equipe de pitometria.

- hidrômetros com carcaça plástica e hidrômetros digitais, visando reduzir custos dos medidores.
- cavalete de PVC e de Polipropileno para uso em ramais prediais.
- . Encontra-se em fase de desenvolvimento registros broca em polipropileno para substituição de registros de latão e registros de pressão em PVC para cavaletes.

#### 6- PREVISÕES DE EXPANSÃO FUTURA

A RMSP deverá alcançar em 2.005 uma população de 21 milhões de habitantes. Estudos de consumo mostraram valores per capita variáveis de 120 l/hab/dia a 400 ... l/hab/dia, de acordo com os padrões de renda e de vida das populações metropolitanas. Na previsão do consumo até 2.005, admitiu-se um per capita médio de 258 l/hab/dia.

Os valores de vazão total previstos para o fim de plano, em termos de demanda, é de 80m<sup>3</sup>/s.

O estudo das demandas mostra a necessidade de entrada de um novo sistema produtor já a partir de 1.990.

Para atender a estas necessidades encontra-se em fase de construção o Sistema Alto Tietê, construído em módulos, que permitirá até 1.990 uma produção adicional de 5 m<sup>3</sup>/s (1º módulo), obra orçada em U\$ 113.000.000.

Igualmente será necessário a expansão do sistema de distribuição (anéis e redes) para atender à população do ano 2.005. Para tanto preve-se um acréscimo de 8.200 km. de rede.

QUADROS E DESENHOS



QUADRO 1 - CARACTERÍSTICA QUALITATIVA DA ÁGUA BRUTA DA RMSP

PARÂMETRO \ ANO	UN.	1.983	1.984	1.985	1.986	1.987
COR	UC	62,47	66,23	41,03	63,79	95,42
TURBIDEZ	NTU	26,00	21,25	19,27	21,01	28,78
PH		6,33	6,45	6,37	6,37	6,32
DEMANDA CLORO	PPM	3,32	15,29	12,34	3,10	2,14
FERRO	PPM	0,26	-	-	1,08	1,46
MANGANÊS	PPM	-	-	-	-	0,051
HIDROBIOLÓGICO	UPA	1031,79	1568,71	1888,21	3924,9	1858,1

QUADRO 2 - CARACTERÍSTICA QUALITATIVA DA ÁGUA TRATADA

PARÂMETRO \ ANO	UN.	1983	1984	1985	1986	1987	EXIGÊNCIAS (*)	
							VMD	VPM
COR	UC	2,63	2,53	2,51	2,53	2,53	5,0	20
TURBIDEZ	NTU	0,37	0,34	0,37	0,33	0,32	1,0	5,0
PH		9,00	9,00	8,88	8,82	8,88	-	-
CRL	PPM	1,39	1,21	1,39	1,39	1,60	-	-
FLUOR	PPM	0,69	0,81	0,68	0,70	0,72	-	0,6 - 1,7
ALUMÍNIO	PPM	0,10	0,07	0,09	0,08	0,07	0,05	0,10
FERRO	PPM	0,06	0,08	0,12	0,09	0,05	0,3	1,0
MANGANÊS	PPM	-	-	-	0,03	0,02	0,05	0,5

(\*) PORTARIA Nº 56/BSB - MINISTÉRIO DA SAÚDE

VMD = VALOR MÁXIMO DESEJADO

VMP = VALOR MÁXIMO PERMISSÍVEL

QUADRO 3 - VALORES MAIS CRÍTICOS VERIFICADOS EM ANÁLISES DA ÁGUA TRATADA E AS EXIGÊNCIAS LEGAIS DE POTABILIDADE

PARÂMETROS	UN.	EXIGÊNCIAS (*)		ÁGUA TRATADA
		VMD	VMP	
AL	PPM	0,05	0,10	0,10
FE	PPM	0,3	1,0	0,30
F	PPM	-	0,6 A 1,7	0,6 A 0,8
MN	PPM	0,05	0,5	0,05
CRL	PPM	-	-	0,7 E 1,7
PH		-	-	8,5 E 9,7
COR	UC	5,0	20	5,0
TUB	NTC	1,0	5,0	0,50

(\*) PORTARIA Nº 56/BSB - MINISTÉRIO DA SAÚDE

VMD = VALOR MÁXIMO DESEJADO

VMP = VALOR MÁXIMO PERMISSÍVEL

QUADRO 4 - PERFORMANCE DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

PARÂMETROS \ FASE	ÁGUA BRUTA (VAL.MÉDIOS)	ÁGUA TRATADA (VAL.MÉDIOS)	EFICIÊNCIA REMOÇÃO (%)
COR	65,79	2,55	96,1
TURBIDEZ	23,26	0,35	98,5
FERRO	0,93	0,08	91,4
MANGANÊS	0,05	0,025	50,0

QUADRO 5 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA PRODUTOR DA RMSP

SISTEMA	VAZÃO MÁXIMA (M <sup>3</sup> /S)	VAZÃO MÁXIMA ATUAL (M <sup>3</sup> /S)	CONTRIBUIÇÃO EM RELAÇÃO À VAZÃO MÁXIMA ATUAL
CANTAREIRA	33,00	30,00	58,57
GUARAPIRANGA	12,00	12,00	23,43
RIO GRANDE	3,80	3,80	7,42
RIO CLARO	4,00	3,80	7,42
ALTO COTIA	1,00	0,80	1,56
BAIXO COTIA	0,70	0,70	1,37
RIBEIRÃO DA ESTIVA	0,19	0,12	0,23
TOTAIS	54,69	51,22	100%

QUADRO 6 - RELATÓRIO DIÁRIO DO ABASTECIMENTO  
SISTEMA INTEGRADO DA GRANDE S.PAULO

SISTEMA	DADOS DO DIA								DADOS DE RECORRÊNCIA		
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧			
S. CANTAREIRA/A.LESTE	0	0	0	0	100,0	99,2	98,9	98,3			
S. CANTAREIRA/A.GUARAÚ-MOÓCA	13	13	2	0	95,8	93,4	93,8	92,2			
S. CANTAREIRA/A.GUARAÚ-CONSOL.	0	0	0	0	100,0	98,6	97,7	97,6			
S. CANTAREIRA/A.OESTE	6	0	0	0	98,7	90,9	83,8	85,7			
S. CANTAREIRA/GUARAP./V.AMÉRICA	0	0	0	0	100,0	97,8	99,3	97,4			
S. CANTAREIRA/GUARAP./BELA VISTA	0	0	0	0	100,0	99,9	98,6	96,5			

① BN - BAIXO NÍVEL

② MP - MANUTENÇÃO PROGRAMADA

③ MN - MANUTENÇÃO NÃO PROGRAMADA

④ FO - FALHA OPERAÇÃO

⑤

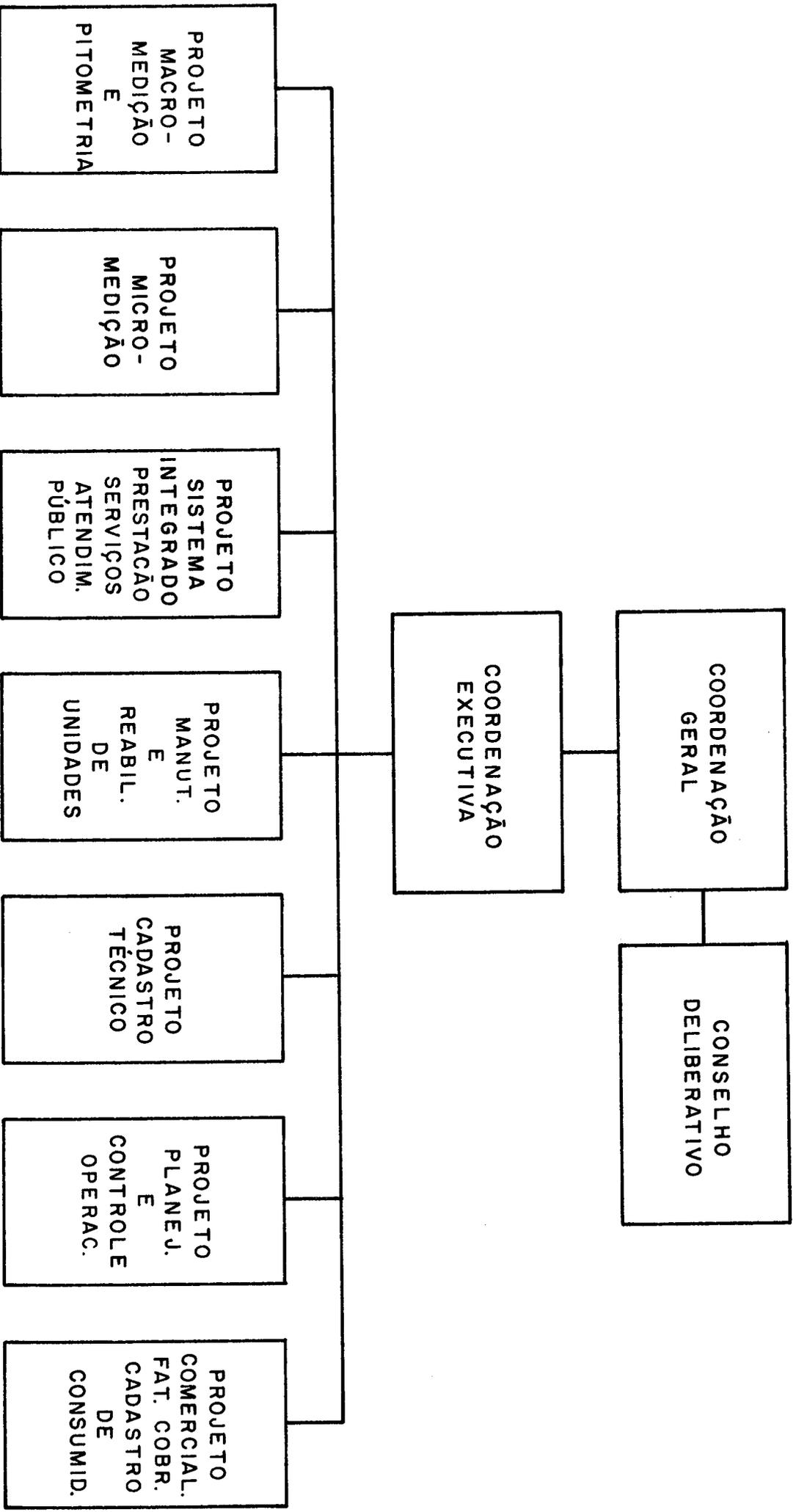
MÉDIA IRA - MÉDIA ÍNDICE REGULARIDADE ABASTECIMENTO

⑥ MÉDIA TEND - MÉDIA TENDÊNCIA DA ESTAÇÃO

⑦ MÉDIA IMA - MÉDIA ÍNDICE MÉDIO MÊS ANTERIOR

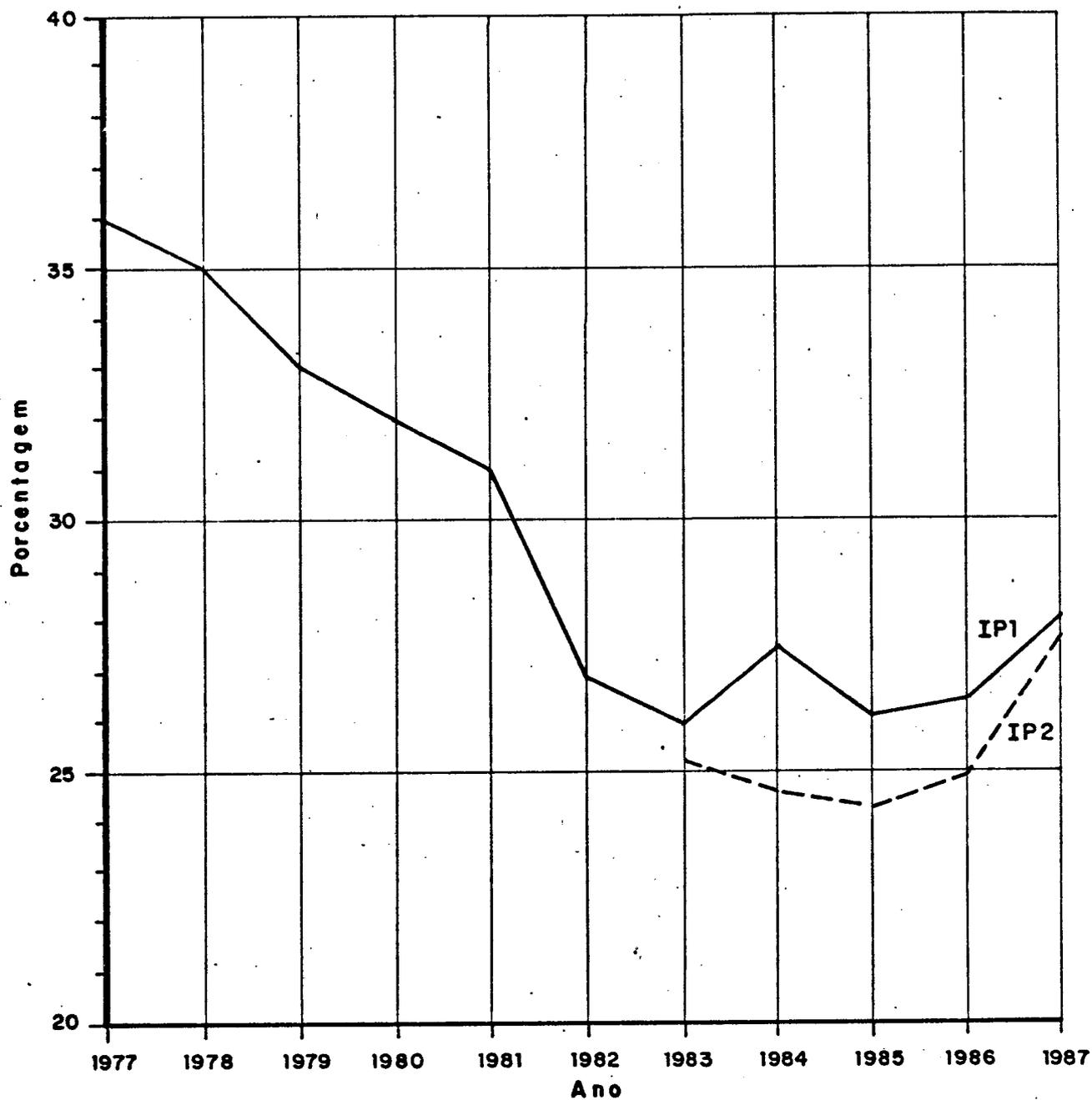
⑧ MÉDIA IMH - MÉDIA ÍNDICE MÉDIO HISTÓRICO

ORGANIZAÇÃO FUNCIONAL DO PROGRAMA  
NA RMSP



DESENHO 2

GRÁFICO 1



$$IP1 = \left( 1 - \frac{\text{Vol. Micromedido}}{\text{Vol. Macromedido}} \right) \times 100$$

$$IP2 = \left( 1 - \frac{\text{Vol. Faturado}}{\text{Vol. Macromedido}} \right) \times 100$$

Média Anual da Região Metropolitana de São Paulo

ANO	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
IP1	35,6	35,0	33,0	32,0	31,0	27,0	26,0	27,5	26,1	26,4	28,6
IP2	-	-	-	-	-	-	25,2	24,6	24,3	24,9	27,7