

Sistema para Planejamento e Controle Operacional das Redes de Distribuição de Água

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO DA SABESP
CONSÓRCIO NACIONAL DE ENGENHEIROS CONSULTORES S/A. – CNEC

Relatores:

EDUARDO RIOMEY YASSUDA (*)
EDUARDO FERREIRA BORBA JUNIOR (**)

1. APRESENTAÇÃO, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Um novo equacionamento técnico, adotado pela SABESP, possibilita aumentar a eficácia e a eficiência dos trabalhos a cargo dos setores tanto de projeto como de operação e manutenção das obras de Distribuição de Água. Para tal fim, foi desenvolvido o chamado Sistema para Planejamento e Controle Operacional das Redes de Distribuição de Água.

Esse Sistema já foi aplicado nos projetos de reforma e ampliação de aproximadamente 2.500 km de redes de água da Capital Paulista, como parte de estudos para distribuição dos 22 m³/s de adução adicional para a Região Metropolitana de São Paulo, correspondente à Etapa Jaguari do Sistema Cantareira, cujas obras se encontram em fase de conclusão.

Os objetivos e bases do Sistema em referência são sintetizados nos três pontos descritos a seguir.

1º) A Tecnologia das Redes de Água deve merecer atenção mais cuidadosa dos administradores, face à grande importância do Sistema de Distribuição no desempenho econômico e sanitário de um abastecimento público de água. De fato, nas redes, as perdas de água, assim como os custos de investimento, operação e manutenção representam dispêndio muito maior

que o das Estações de Tratamento, por exemplo, mas são estas que geralmente tendem a monopolizar as pesquisas e discussões tecnológicas, provavelmente devido à tendência de sofisticação em instalações, reagentes químicos e equipamentos.

2º) Nos métodos tradicionais, adotados no Brasil há dezenas de anos, a concepção e o projeto de redes de água foram tratados como se fossem um problema simplesmente de Hidráulica, uma vez estimadas as demandas dos consumidores e as condições de custo mínimo de construção. Nos últimos 30 anos, associado ao cálculo pelo Método de Hardy Cross, foi introduzido um condicionante a mais no projeto, representado por requisitos de maior confiabilidade de funcionamento do Sistema de Distribuição, mediante a concepção de linhas mestras formando anéis ou circuitos fechados.

3º) Estudo conjunto das Diretorias de Planejamento e de Operação da SABESP, com assessoria da firma de consultoria CNEC, conduziu a uma metodologia pela qual a rede é projetada formando Blocos, Subdistritos e Distritos, de conformação diferente do traçado tradicional, de modo a criar-se um Sistema que, além dos referidos objetivos hidráulicos, leva em conta os seguintes objetivos adicionais, admitidos também como fundamentais:

- criação de facilidades permanentes para os trabalhos regulares de campo, mediante Caixas de Controle Operacional associadas, respectivamente, aos Distritos, Subdistritos

e Blocos, onde são instalados hidrantes, válvulas ou registros de manobra e dispositivos para medir vazão e cota piezométrica, tornando mais rápidas e eficazes as atividades correspondentes de macromedição;

- implantação de um trabalho regular de diagnóstico operacional da rede ("check up" programado), destinado a registrar e controlar eficazmente o comportamento dos Blocos e das Canalizações Primárias que os alimentam;
- implantação de uma norma de projeto que propicie soluções técnicas mais eficazes e econômicas, baseadas não somente no levantamento preliminar de dados topográficos e cadastrais que os projetistas convencionalmente fazem sobre a rede, mas também em diagnósticos de campo que forneçam informações objetivas sobre o plano piezométrico, a situação de envelhecimento e de perdas nas tubulações, assim como as condições de consumo e de distribuição de vazões na rede existente;
- implantação de uma norma técnico-gerencial que proporcione maior economia na programação de execução das sucessivas etapas de reforma e ampliação da rede, mediante adoção de critério objetivo de macromedição, para definição de etapas anuais a serem realizadas, obtendo-se, com isso, sensível abastecimento do nível de investimentos ociosos;
- implantação de um programa eficaz e econômico para controle de

(*) Professor Catedrático da Universidade de São Paulo. Vice-Presidente Técnico do CNEC.

(**) Superintendente de Planejamento de Água e Esgotos da Região Metropolitana de São Paulo da SABESP.

perdas e pesquisas de vazamento, tomando por base a definição, que deverá ter sido já estudada pelos projetistas da rede, de facilidades permanentes para delimitação de Distritos, Subdistritos, Blocos e Trechos, assim como para medição das vazões correspondentes;

- implantação de programas mais eficazes destinados ao fornecimento de água para combate a incêndios, principalmente junto às áreas mais vulneráveis, mediante operação planejada dos registros de manobra e hidrantes existentes nas Caixas de Controle Operacional projetadas.

Esse Método SABESP/CNEC, destinado à implantação do referido Sistema para Planejamento e Controle Operacional das Redes de Distribuição de Água, foi desenvolvido pela Diretoria de Planejamento da SABESP (Diretor Eng. Walter J. Toniolo), na Superintendência de Planejamento de Água e Esgotos da Região Metropolitana de São Paulo (Superintendente Eng. Eduardo Ferreira Borba Jr.), tendo o Eng. Tobias Jerolimski como coordenador técnico. Os trabalhos tiveram a cooperação da Diretoria de Operação da Região Metropolitana de São Paulo (Diretor Eng. José V. Kochen), tendo o Eng. Carlos José B. Berenhauser como assistente executivo. Entre os diversos técnicos da SABESP que participaram diretamente dos estudos, cabe mencionar os engenheiros Mario E. Dib, Osias Mutchnik, José Soares Pimentel e, na fase atual de implantação (junho/1981), o pessoal do Distrito Regional de Vila Mariana (Chefiado pelo Eng. José Luiz Queiroz), subordinado ao Departamento Distrital Sul (Chefe Eng. Affonso José Persicano), da Superintendência de Distribuição e Coleta (Superintendente Eng. Robert Bosselmann Junior).

A equipe do CNEC para esses estudos teve a direção técnica do Prof. Eduardo R. Yassuda e contou com a participação direta principalmente dos seguintes profissionais: Eng. Clovis Silveira (Gerente de Empreendimento), Eng. Thierry Celso de Rezende (Superintendente), Eng. Erialdo Gazola da Costa (Coordenador Técnico), Prof. Carlito F. Pimenta (Consultor), Eng. Paulo A. Napolitano e Eng. Luiz E. S. Lacava.

Na fase de diagnóstico e estudo do "estado da arte", o CNEC promoveu a vinda de técnicos estrangeiros de reconhecida experiência e competência em planejamento e operação de redes de distribuição de água, provenientes respectivamente da Alemanha, Japão, Inglaterra e Estados Unidos.

As seguintes CONCLUSÕES merecem ser destacadas dos estudos em referência:

1º) O Sistema para Planejamento e Controle Operacional das Redes de Distribuição de Água representa mais um estágio do desenvolvimento técnico e institucional que a SABESP vem imprimindo em seus serviços e que incluiu, nos últimos 12 anos, a descentralização administrativa mediante Distritos Regionais adequadamente planejados e aparelhados, a criação dos serviços de Pitometria, a introdução do chamado Projeto SCOA, o treinamento gerencial, a organização empresarial e a consolidação tarifária, ao lado do planejamento, projeto e construção dos gigantes empreendimentos requeridos para se alcançar o atual padrão de trabalho da Companhia;

2º) A implantação desse Sistema pressupõe não somente a substituição de critérios incipientes de projeto, adotados há mais de 30 anos, como também a valorização dos serviços de planejamento e de operação e manutenção de redes de distribuição de água, cujo pessoal técnico terá maior oportunidade de fazer sentir a importância de seu trabalho, graças ao sistema racional de informações que passará a dispor para as suas tomadas de decisão;

3º) O critério de projeto, associado ao Sistema em consideração, com traçado formando Distritos, Subdistritos e Blocos dotados de Caixas de Controle Operacional, não acarreta aumento de custo de investimento na rede, em relação às normas antigas de projeto, embora produza os importantes benefícios técnicos e operacionais representados pelo aumento de eficácia e eficiência dos serviços de operação e manutenção, notadamente nos trabalhos de controle de perdas, sendo a solução que melhor se ajusta às condições de campo, nas redes de cidades onde ainda há relativa desordem no crescimento urbano;

4º) O Sistema descrito, baseado no planejamento e controle operacional de Distritos, Subdistritos e Blocos, é obviamente suscetível de ulteriores aperfeiçoamentos tecnológicos. Desde já, porém, merece ser apontada a possibilidade das ligações domiciliares terem futuramente seu cadastro associado ao Bloco a que pertencem, de modo que as leituras de seus hidrômetros passarão a fornecer o volume total faturado por Bloco, volume esse a ser comparado periodicamente com o volume total fornecido ao Bloco, medido na Caixa de Controle Operacional que o alimenta. Portanto, as leituras de hidrômetros, devidamente processadas em computador, servirão não somente para emissão de contas, como também para um permanente sensoramento da evolução do consumo efetivo e das perdas em cada Bloco, permitindo decidir-se objetivamente sobre as necessidades de reforma da rede ou de pesquisa sobre vazamentos. Resultam, outros-

sim, os dados de vazão e pressão nas canalizações primárias dos Subdistritos e Distritos, calculados mediante programas de computação, cujos valores também poderão ser comparados com os dados fornecidos por medição direta, permitindo decidir-se sobre a necessidade de remanejamento ou de limpeza e recuperação hidráulica de linhas-tronco. Dessa forma, se estaria introduzindo, nas redes de água, o sistema para planejamento e controle operacional que vem sendo adotado nas redes urbanas de distribuição de energia elétrica no Brasil, desde 1971, a partir da experiência piloto feita em Araraquara pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) e que deu origem ao chamado Sistema Prodadis (Processamento de Dados na Distribuição), tomando como unidade de controle operacional o transformador que alimenta a rede secundária.

Finalmente, parece ser oportuno apresentar as duas RECOMENDAÇÕES seguintes, de interesse geral, decorrentes do estudo relatado no presente trabalho:

1º) Nos planos de desenvolvimento técnico e econômico das companhias de saneamento básico do País é recomendável dar importância prioritária ao aperfeiçoamento de métodos para planejamento e controle operacional das redes de distribuição de água, juntamente com as medidas institucionais para treinamento e valorização dos recursos humanos correspondentes;

2º) Na formulação de programas para controle de perdas na distribuição de água, deve ser levada em conta a sua estreita correlação com um conjunto sistêmico de medidas destinadas à melhoria dos níveis técnicos e gerenciais das atividades de planejamento, projeto, construção, operação e manutenção das redes de água.

O relato do estudo é feito a seguir, compreendendo:

- Antecedentes.
- Diretriz metodológica
- Critérios para projeto e para programação da implantação.
- Critérios para procedimentos operacionais.
- Aspectos comparativos técnicos e econômicos.

2. ANTECEDENTES

Diversos estudos e pesquisas foram realizados no passado, objetivando aperfeiçoar a tecnologia de projeto, operação e manutenção dos Sistemas de Distribuição de Água, na Cidade de São Paulo. Entretanto, houve oportunidade limitada para o efetivo prosseguimento e implantação de novas técnicas, em conseqüências das faltas crônicas de água causadas pelos grandes atrasos em obras de adução. Outrossim, a falta de recursos financeiros

ros e a conseqüente subordinação gerencial aos órgãos fazendários do Estado, tornavam muito difícil às antigas repartições ou departamentos públicos de água e esgotos, fomentar e dar continuidade a programas de aperfeiçoamento técnico e operacional.

Importantes progressos foram alcançados nos últimos anos, notadamente com a consolidação de apoio financeiro, conseguido junto ao BNH em função do PLANASA e da dinamização da SABESP, hoje responsável pelos serviços de saneamento básico da Capital e de centenas de municípios do Interior do Estado. Merecem destaque, na Região Metropolitana de São Paulo, nos últimos 12 anos, a descentralização administrativa dos serviços de operação e manutenção, mediante a implantação de Distritos Regionais adequadamente planejados e aparelhados, a criação dos serviços de Pitometria, a introdução do chamado Projeto SCOA, o treinamento gerencial, a organização empresarial e a consolidação tarifária, ao lado do planejamento, projeto e construção dos gigantescos empreendimentos requeridos para se alcançar o atual padrão de trabalho da companhia.

Nesses esforços para aperfeiçoamento, algumas medidas concretas fizeram-se sentir no campo do planejamento e projeto de redes de distribuição de água, graças ao entrosamento entre as Diretorias de Planejamento e de Operação da SABESP. Merece referência, por exemplo, o trabalho baseado em pesquisa de campo e projeto, intitulado "Melhorias no Sistema de Abastecimento de Água de São José dos Campos com Auxílio da Pitometria" publicada na Revista DAE nº 117/1978.

Com a próxima conclusão prevista para as obras da chamada Estação Jaguari do Sistema Cantareira, que passará a produzir mais 22 m³/s para serem distribuídos à Região Metropolitana de São Paulo, a SABESP julgou oportuno considerar a economia de escala representada pelo montante de recursos necessários à adequação de sua rede de distribuição, investindo no aprofundamento de estudos, objetivando melhorar as técnicas de projeto e procedimentos operacionais dessas redes.

De fato, a Região Metropolitana de São Paulo, contando hoje com mais de 12 milhões de habitantes, distribuídos ao longo de 37 municípios, deverá atingir uma população da ordem de 25 milhões de habitantes até o final deste século. Essa evolução demográfica acarreta um crescimento da demanda média de 3m³/s ao ano, o que conduz à expectativa de se chegar a uma demanda total de água de aproximadamente 100 m³/s, no ano 2.000.

Vultosos recursos serão então necessários para a produção de água e sua

conveniente distribuição, em cujo contexto, relevante importância terá que ser creditada ao sistema para planejamento e controle operacional das redes, devido à escassez de mananciais disponíveis e à necessidade de contínua viabilização econômico-financeira da Companhia.

Em especial, paralelamente ao programa de expansão do sistema de abastecimento de água, a SABESP procurou aumentar sua eficiência, por meio de um programa de redução de perdas. Nesse sentido, conforme o "Programa Especial de Redução de Perdas 1978/83 na Região Metropolitana de São Paulo", divulgado através da Revista DAE 119/1978, a SABESP decidiu desenvolver esforços tendo por objetivo reduzir o volume não faturado de água, estimado em 38% (*) em 1978, para 20% até o final de 1983. Essa meta incluiu-se entre as exigências do Banco Mundial para assinatura do contrato de empréstimo nº 1525/BR, destinado a financiar obras do Plano Sanegran.

A importância econômica da meta de redução de perdas, baixando-a de 38% para 20% no período 1978/1983, pode ser ilustrada, por exemplo, pelas seguintes estimativas:

- a) valor das perdas em 1982: Cr\$ 11 bilhões (equivalentes, em julho/1981, a 118 milhões de dólares e a 10 milhões de UPC, considerando 1 UPC = Cr\$ 1.045,54);
- b) valor acumulado das perdas no triênio 1982/1984, considerando o crescimento da demanda e a persistência do índice de 34% no período: Cr\$ 36 bilhões (equivalentes a 393 milhões de dólares e a 34 milhões de UPC);
- c) receita incremental, em potencial no triênio 1982/1984, na hipótese de ser alcançada a meta do "Programa Especial de Redução de Perdas 1978/83": Cr\$ 15 bilhões (equivalentes a 162 milhões de dólares e a 14 milhões de UPC).

Outra decisão importante da SABESP, decorrente do referido objetivo de aumentar a eficácia e a eficiência de suas obras de distribuição de água, conduziu a estudos e pesquisas que deram origem ao "Sistema para Planejamento e Controle Operacional para Redes de Distribuição de Água", objeto do presente trabalho.

Os critérios de projeto, definidos nesse sistema, já foram aplicados no projeto de ampliação e adequação de 2.500 km de redes da Cidade de São Paulo, abrangendo 7 setores de distribuição, beneficiando diretamente os seguintes bairros: Vila Mariana, Aclimação, Cambuci, Ipiranga, Liberdade, Consolação, Sé, Santa Efigênia, Bom Retiro, Barra Funda, Santa Cecília, Casa Verde, Vila Guilherme, Pari, Brás, Moóca, Belenzinho, Vila Maria, Tatuapé e Penha.

(*) Avaliada atualmente em 30%.

Atualmente, o sistema projetado está sendo implantado no Distrito Regional de Vila Mariana, devendo oportunamente ser estendido a outras redes, inclusive do Interior.

3. DIRETRIZ METODOLÓGICA

A metodologia, destinada à aplicação do Sistema para Planejamento e Controle Operacional das Redes de Distribuição de Água, foi desenvolvida considerando dois aspectos fundamentais: projeto de redes e procedimentos operacionais.

Embora tenha sido elaborado para utilização imediata em redes da Região Metropolitana de São Paulo, o denominado Método SABESP/CNEC foi concebido de modo a permitir sua adequada aplicação a quaisquer outras comunidades.

Considerando o estágio atual dos serviços de projeto, operação e manutenção de redes, e tendo em vista fornecer subsídios para aperfeiçoamento da Norma Técnica Brasileira em vigor (PNB-591), foi considerado oportuno estabelecer os seguintes produtos, a serem fornecidos pelo Sistema para Planejamento e Controle Operacional das Redes de Distribuição de Água, ora proposto:

- a) diagnóstico do sistema de distribuição de água;
- b) programação de etapas de implantação de redes com dados de campo;
- c) levantamento de curvas e parâmetros operacionais;
- d) recuperação de trechos da linha principal, sem prejuízo do abastecimento;
- e) auxílio a combate a incêndios;
- f) controle de perdas;
- g) pesquisa de vazamentos.

4. CRITÉRIOS PARA PROJETO E PARA PROGRAMAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO

4.1. TRAÇADO DA REDE

A adequação de uma rede de distribuição ao traçado em Blocos começa com o fracionamento da área de projeto, considerando sua divisão em Setores, Distritos, Subdistritos e Blocos.

Os Setores de Distribuição, ou zonas de pressão, são estabelecidos em função de parâmetros de projeto, e se caracterizam por possuir limites bem definidos, com uma única alimentação. Sua extensão de rede, em regiões metropolitanas, deve estar situada em torno de 200 km. Os Distritos são subdivisões do Setor, devendo abranger cerca de 80 km de rede. Os Subdistritos são formados dentro dos Distritos, tendo em média cerca de 10 km de rede. Os Blocos, unidades operacionais nos quais se baseia a aplicação do Sistema para Planejamento e Controle Operacional, têm sua dimensão determinada em função do máximo

aproveitamento da capacidade hidráulica das canalizações secundárias, resultando em cerca de 3 a 5 km de extensão de rede, conforme as densidades demográficas e em função do diâmetro mínimo existente (75 mm, na Região Metropolitana de São Paulo).

Os Blocos formam, assim, redes malhadas constituídas de canalizações secundárias, que são as únicas a receberem ligações domiciliares. A rede principal, formada por linhas primárias, não deve receber ligação domiciliar. A interligação dos blocos com a rede principal deve ser feita por apenas dois pontos, convenientemente distanciados entre si e, sempre que possível, localizados em ramos diferentes de um anel.

4.2. CAIXA DE CONTROLE OPERACIONAL E UNIDADE MÓVEL DE MEDIÇÃO

O macrocontrole da rede, a nível de Setor e Distrito, é feito em Caixas de Controle equipadas convenientemente, situadas nos pontos de entrada definidos pelo projeto.

O Controle Operacional e a Pesquisa de Vazamentos baseiam-se na utilização de uma Unidade Móvel de Medição (UMM) a ser posicionada próxima às Caixas de Controle, pro-

jetadas nas entradas dos Subdistritos e em ambas as entradas dos Blocos.

A Caixa de Controle consta de um "poço de visita" com tampa metálica removível, construída sobre a tubulação que se quer controlar, nos pontos definidos no projeto. No interior da mesma, convenientemente adaptados à tubulação, ficam os dispositivos destinados a auxiliar o controle e medição.

As Caixas de Controle Operacional (Ilust. 4.1) devem permitir a instalação temporária de equipamentos de medição e/ou registro de vazões e abrigar dois hidrantes e uma válvula, a ser instalada entre estes. Essa válvula, além de sua utilização normal como de parada ou bloqueio para operação de manutenção, é também utilizada em duas outras funções, indicadas no item 5.3.

A UMM constitui-se de um veículo adequadamente adaptado às condições de trabalho de medição, contendo basicamente um elemento primário para medida da vazão e elementos secundários para transmissão e registro da medição efetuada, além de manômetros para tomada de pressão da rede. Essa unidade conta ainda com mangotes de engate rápido, para interligação aos hidrantes da caixa de controle, ocasião em que a UMM fun-

ciona como "by-pass" da válvula, permitindo assim o conhecimento e o registro de parâmetros pesquisados (Ilust. 4.2 e 4.3).

4.3. DIMENSIONAMENTO E TRAÇADO DOS CONDUTOS

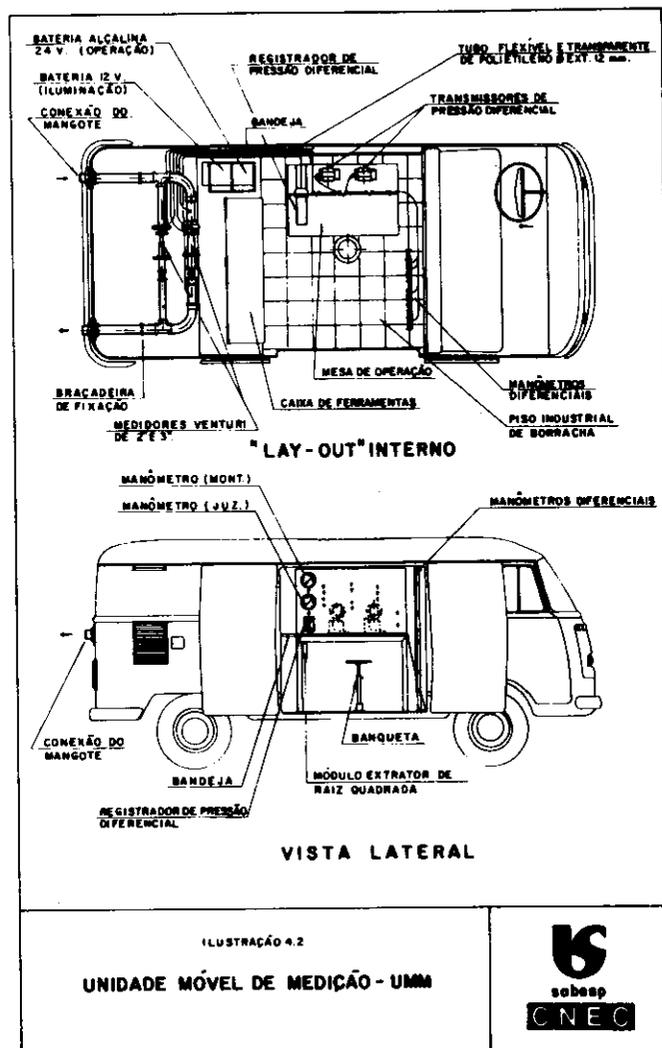
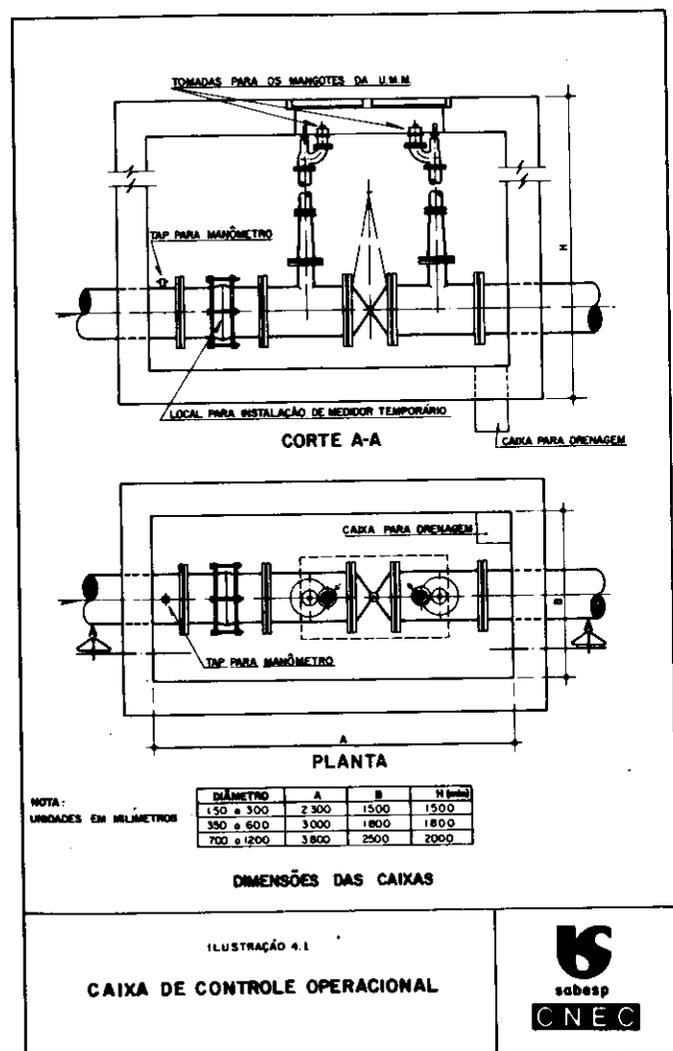
A rede de distribuição de água potável, em termos de condutos, é constituída de ligações domiciliares, redes secundárias e redes primárias.

a) Ligações domiciliares

No traçado de Blocos, as ligações domiciliares são executadas unicamente nas redes secundárias, devendo o diâmetro dessas ligações estar de acordo com as normas vigentes na SABESP, que atualmente as dimensiona em função da demanda e da classe de consumidor.

b) Redes Primárias

O dimensionamento da rede primária é feito pelos critérios já consagrados da engenharia sanitária, com uma única ressalva, a de que não recebendo ligações domiciliares, a rede principal não distribui em marcha. Para tanto, o seu cálculo deve levar em conta as demandas concentradas nos pontos



definidos pelas entradas dos blocos. Assim sendo, no caso de anéis, as vazões fictícias dos nós, utilizadas como artifício para o dimensionamento, devem ser substituídas pelas demandas reais, coincidentes com as entradas dos blocos.

O espaçamento máximo entre os lados de um anel não fica então limitado aos critérios da formulação tradicional, mas sim definido em função da modulação dos Blocos de redes secundárias e de suas entradas, pois pelo fato de as mesmas terem que ser interligadas à rede principal, fica como consequência definido o seu traçado (Ilust. 4.4.)

c) Redes Secundárias

As redes secundárias, como já foi mencionado, são formadas por Blocos de redes malhadas, com cerca de 3 a 5 km de extensão em cada bloco, interligadas à rede principal por 2 (dois) únicos pontos, onde está prevista a construção de caixas de controle operacional (Ilust. 4.1).

O comprimento médio de rede, para os referidos Blocos, foi estabelecido levando-se em consideração as dimensões ideais para aplicação do Sistema para Planejamento e Controle Operacional, Método SABESP/CNEC.

A cada uma das entradas dos Blocos, está associada uma área de influência, diretamente proporcional aos diâmetros existentes. Assim sendo, a escolha dos pontos de interligação dos blocos com a rede principal deve levar em conta a capacidade de veiculação da tubulação existente e a localização de grandes consumidores no interior dos Blocos.

4.4. ETAPAS DE PROJETO

Com a implantação do Sistema para Planejamento e Controle Operacional, as obras podem ser programadas para atender a um horizonte mais imediato, evitando-se as tradicionais etapas com duração de 10 anos. Esse fato torna-se viável por ser possível, logo após a conclusão das obras, a obtenção de dados para elaboração de diagnósticos precisos, permitindo ao planejamento em seguida etapalizar, ano a ano, os novos reforços e ampliações, nos exatos locais onde os mesmos serão realmente necessários e onde virão a gerar os maiores benefícios.

Essa facilidade introduzida facilita ao planejamento estipular, por exemplo, para a 1ª etapa, um horizonte de projeto de 5 anos (adotado para

os projetos já desenvolvidos segundo o traçado de Blocos), dentro de um alcance total de 20 anos, sabendo-se que, durante os 15 anos restantes, serão necessários remanejamentos ano a ano possíveis de serem realizados, na maioria dos casos, pelas próprias equipes da SABESP. Para que isso seja exequível, tem-se adotado a seguinte sistemática para definição da 1ª etapa de obras:

- As redes principais devem ser projetadas para atender a um horizonte de 20 anos.
- As redes secundárias devem ser verificadas para atender, dentro do horizonte de projeto, a demanda dos primeiros 5 anos.

As vantagens da adoção desses critérios para o projeto e implantação das redes poderão ser melhor entendidas nos gráficos anexos, onde são comparados os dois processos de divisão em etapas. (Ilust. 4.5 e 4.6).

5. CRITÉRIOS PARA PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

5.1. ISOLAMENTO DE ÁREAS ABASTECÍVEIS

Uma vez implantado o Sistema de

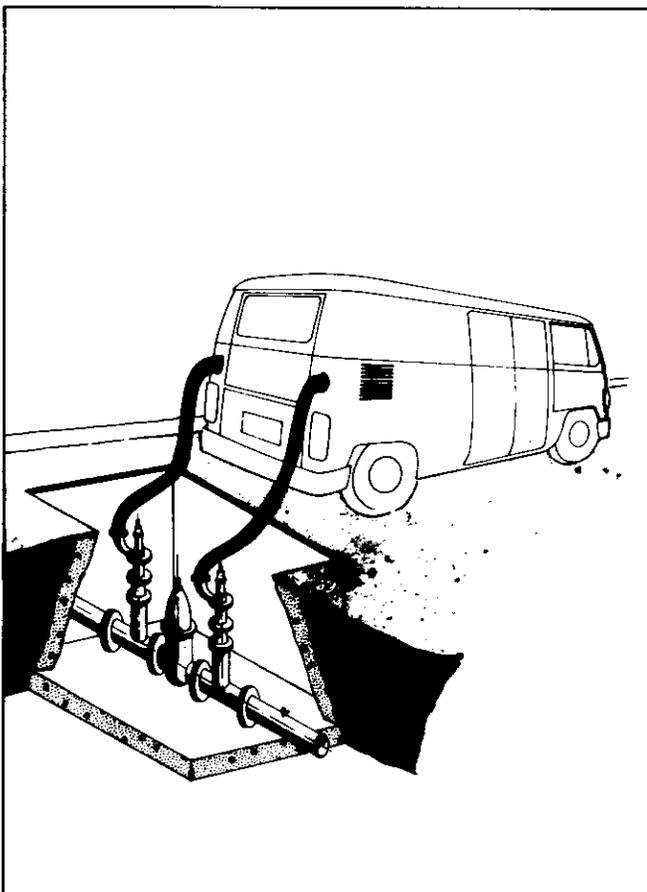


ILUSTRAÇÃO 4.3
UNIDADE MÓVEL DE MEDIÇÃO
EM OPERAÇÃO

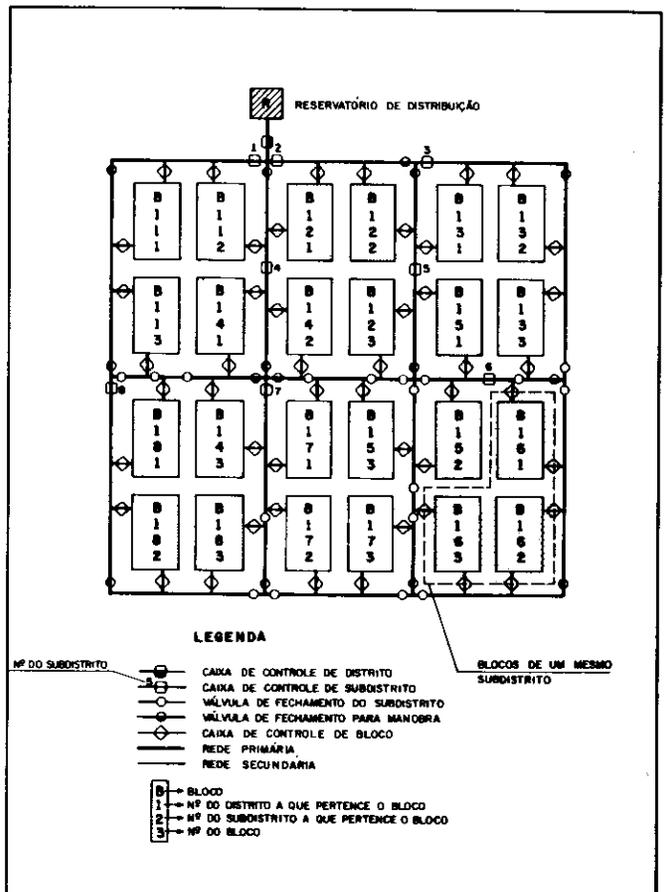


ILUSTRAÇÃO 4.4
IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO
E CONTROLE OPERACIONAL
ESQUEMA DA REDE COM TRAÇADO EM BLOCOS



Blocos, ficam definidos naturalmente os Setores, os Distritos, os Subdistritos e os Blocos. Todas essas divisões e subdivisões tornam-se passíveis de serem mantidas isoladas através de manobras de válvulas, bastando para isso a operação de um pequeno número delas, ou seja, duas apenas para isolamento de um Bloco e menos que uma dezena, para isolamento de um Distrito ou Subdistrito. Vale dizer, ainda, que essas válvulas devem preferencialmente localizar-se em Caixas de Controle, visitáveis, portanto de fácil localização, identificação e realização de manobras.

O isolamento de áreas abastecíveis pode ser indicado adequadamente em uma planta em escala 1: 5.000, contendo as linhas principais, o posicionamento das caixas de controle e a formação dos Distritos, Subdistritos e Blocos. Resulta, assim, uma planta-guia do sistema operacional, a qual permite orientar de forma prática os trabalhos de campo.

5.2. LEVANTAMENTO DE PARÂMETROS DA REDE

Curvas de consumo podem ser levantadas a nível de Setor, Distrito, Subdistrito e Blocos. Para o levanta-

mento das curvas de consumo, devem ser instalados, temporariamente, equipamentos registradores de vazão nas Caixas de Controle Operacional de acesso a essas áreas, objeto dos estudos. Esses equipamentos devem se manter instalados durante o tempo necessário à pesquisa, podendo no seu término, serem removidos para permitir a continuação do trabalho em outras áreas. Todavia, a nível de bloco e, em alguns casos, até a nível de Subdistritos, podem esses levantamentos ser realizados por uma Unidade Móvel de Medição (item 4 Ilust. 4.2 e 4.3), capaz de realizar os trabalhos de pesquisa sem estabelecer vínculos permanentes com a rede.

O plano piezométrico é avaliado considerando-se as pressões da rede tomadas nas diversas Caixas de Controle e as respectivas cotas topográficas. Outros dados podem ainda ser obtidos dessa mesma configuração, tais como os coeficientes de dia e hora de maior consumo, dependendo tal fato tão-somente da duração da pesquisa e dos objetivos pretendidos.

5.3. CONTROLE DE PERDAS

A facilidade de ter-se em mãos as vazões afluentes a um determinado

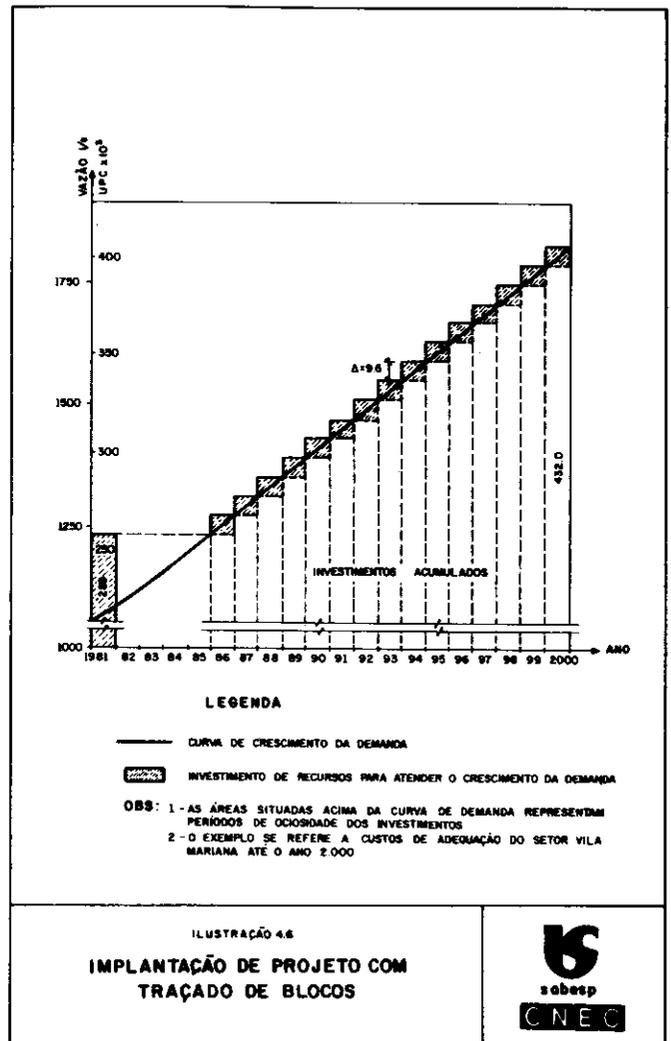
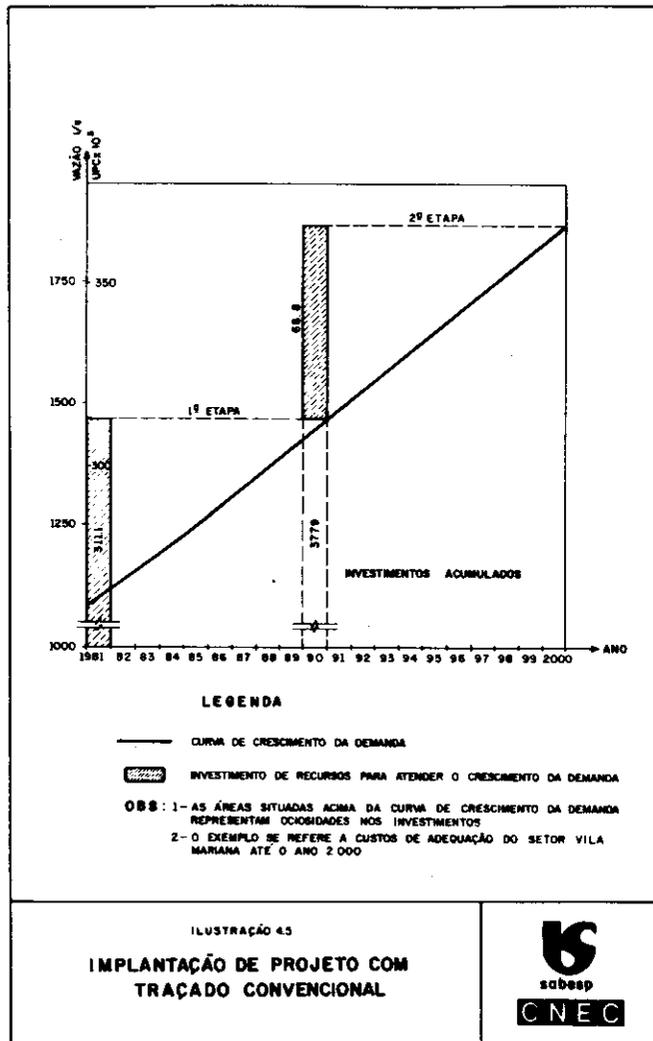
trecho de rede possibilita ao técnico compará-la com o consumo domiciliar, registrado pela micromedição no mesmo trecho. A diferença entre os dois valores encontrados representa o valor das perdas. Essas perdas são caracterizadas por três parcelas: as perdas por medição a menos, as perdas por vazamentos e as ligações clandestinas.

a) Perdas por medição a menos

Os volumes não faturados, por imprecisão dos hidrômetros domiciliares, representam parcela significativa das perdas do Sistema de Distribuição de Água e, embora esse fato seja reconhecido, sua avaliação é difícil. Com a implantação do Sistema, tal avaliação será facilitada.

b) Perdas por vazamentos

As perdas por vazamentos nas redes primárias, secundárias e nas ligações domiciliares, a montante dos hidrômetros, são detectadas através da aplicação de um processo de medição de vazão, que utiliza a Unidade Móvel de Medição. O processo mais indicado será confirmado através da aplicação de um plano piloto, podendo ser o do chamado "Consumo Zero",



ou o da "Mínima Vazão Noturna", ou ainda ambos, nos casos em que possa cada um deles ser o mais indicado.

Nas operações de controle de perdas e pesquisa de vazamentos, a UMM funciona como "by-pass" das ligações "rede-subdistrito" ou "rede-bloco", através do fechamento da válvula, instalada entre os hidrantes existentes na Caixa de Controle Operacional, e também da interligação de mangotes de engate rápido, tipo Corpo de Bombeiros da UMM, aos hidrantes, situados a montante e a jusante dessa válvula.

5.4. DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (C)

O coeficiente de rugosidade das linhas primárias pode ser facilmente determinado, operando-se equipamentos medidores de vazão e pressão entre duas Caixas de Controle existentes nessa rede (entradas dos Subdistritos), ao mesmo tempo em que as derivações desse trecho pesquisado são fechadas. A importância dessa determinação está diretamente ligada à obtenção de dados reais de campo, que possibilitem o planejamento de futuras ampliações ou mesmo de recuperação de tubulações por processos de limpeza e revestimento interno, quando essa atividade for técnica e economicamente viável.

A operação é realizada manobrando-se as válvulas introduzidas na rede primária, permitindo assim a separação das entradas de um mesmo Bloco, de modo a manter-se sempre uma delas ligada à rede em carga.

São essas válvulas (Ilust. 4.4) que, planejadas estrategicamente no Sistema, permitem o isolamento temporário de trechos da rede primária sem que o abastecimento seja prejudicado.

5.5. AUXÍLIO A COMBATE A INCÊNDIOS

O sistema de Blocos permite, nas operações de combate a incêndios, manobrar a válvula de uma das Caixas de Controle Operacional de tal forma que resulte no hidrante de montante, ligado à rede principal, uma vazão suficiente para o enchimento de carros-pipas do Corpo de Bombeiros em intervalos de tempo reduzidos. Possibilita, ainda, quando do fechamento de uma série dessas válvulas, existentes em uma mesma rede principal, direcionar toda vazão resultante para locais mais próximos dos sinistros.

6. ASPECTOS COMPARATIVOS

6.1. ASPECTOS TÉCNICOS

Para efeito de análise técnico-comparativa de critérios, foram confronta-

dos o traçado de Blocos com o traçado convencional.

a) Características do Traçado Convencional:

- elevado número de válvulas, requeridas para a operação de manobras de isolamento;
- dificuldade para diagnóstico e levantamento de dados e parâmetros para elaboração de novos projetos;
- dificuldade para a preparação de programas e rotinas de controle de perdas e pesquisa de vazamentos na rede;
- elevado número de manobras para estabelecimento de Distritos e Subdistritos de Controle.

b) Características do Traçado de Blocos:

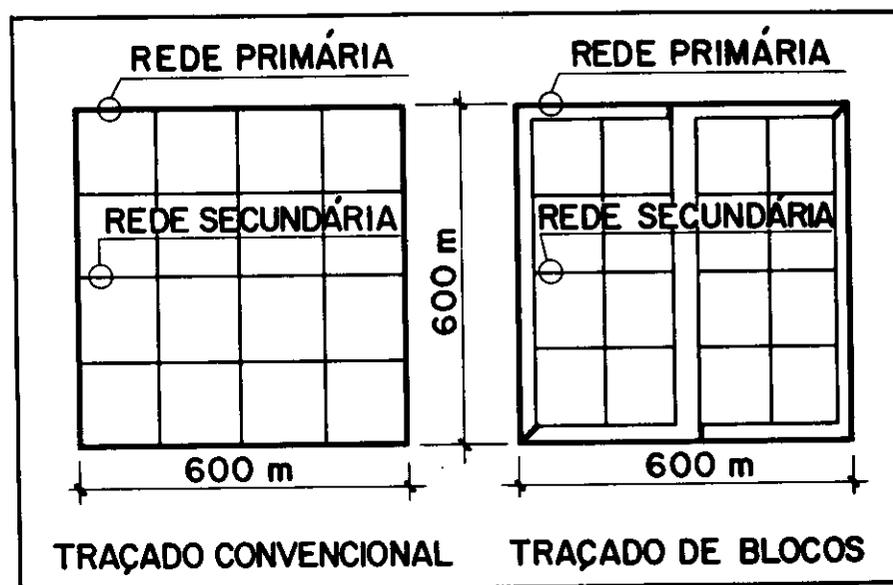
- natural estabelecimento de Distritos e Subdistritos de Controle;
- facilidades para diagnóstico e levantamento de dados e parâmetros para elaboração de projetos;
- facilidades para determinação no campo, do coeficiente de envelhe-

- cimento das tubulações primárias;
- facilidades para preparação de programas de controle de perdas e de pesquisa de vazamentos na rede;
- facilidades para execução de obras na rede;
- pequeno número de válvulas para operação de isolamento;
- facilidades para combate a incêndio;
- possibilidade de remanejamento ou recuperação de trechos do conduto principal sem prejuízo do abastecimento.

O esquemas de formação dos Distritos e Subdistritos de Controle são apresentados na Ilustração 4.4.

c) Simulação Hidráulica

Para avaliação técnica das características dos traçados foi realizada uma simulação no Centro de Processamento de Dados do CNEC, a fim de verificar o desempenho hidráulico comparativo dos mesmos, conforme modelos teóricos dos esquemas apresentados a seguir.



O modelo utilizado corresponde a uma área de 36 ha (valor equivalente a uma área interna a uma malha primária de um traçado convencional, 600m x 600m).

Para efeito de dimensionamento dos traçados, foram utilizados os seguintes parâmetros:

- densidade populacional média: 180 hab/ha
- quota per capita: 500 l/hab x dia
- coeficiente do dia de maior consumo: $k1 = 1,25$
- coeficiente da hora de maior consumo: $k2 = 1,50$

Os traçados foram analisados em função de vazões concentradas, que propositalmente excederam à demanda máxima prevista no dimensionamento dos esquemas teóricos, tendo-se considerado duas hipóteses de carregamento: a primeira, concentrando vazões em dois pontos distintos e, a segunda, em apenas um ponto. Na Ilustração de n.º 6.1 estão esquematizados o arruamento teórico, os dados topográficos e a pressão disponível de entrada na rede primária. Nas Ilustrações n.ºs 6.2 e 6.3 estão representados os resultados dos dimensionamentos das redes para as condições normais de projeto, em função dos parâmetros estabelecidos para fim de plano. As Ilustrações de n.ºs 6.4 a 6.9 indicam os resultados dos processamentos.

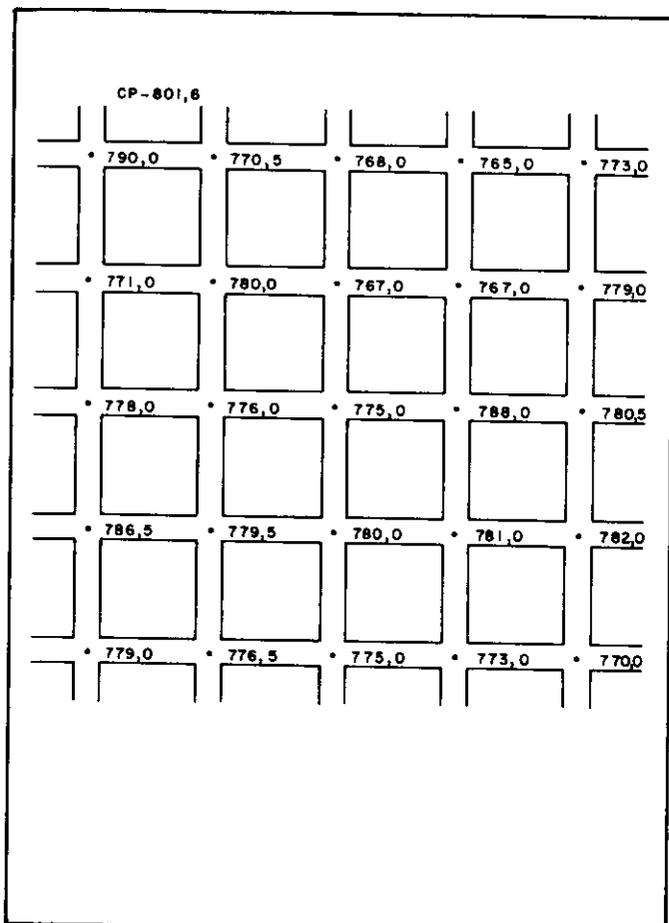
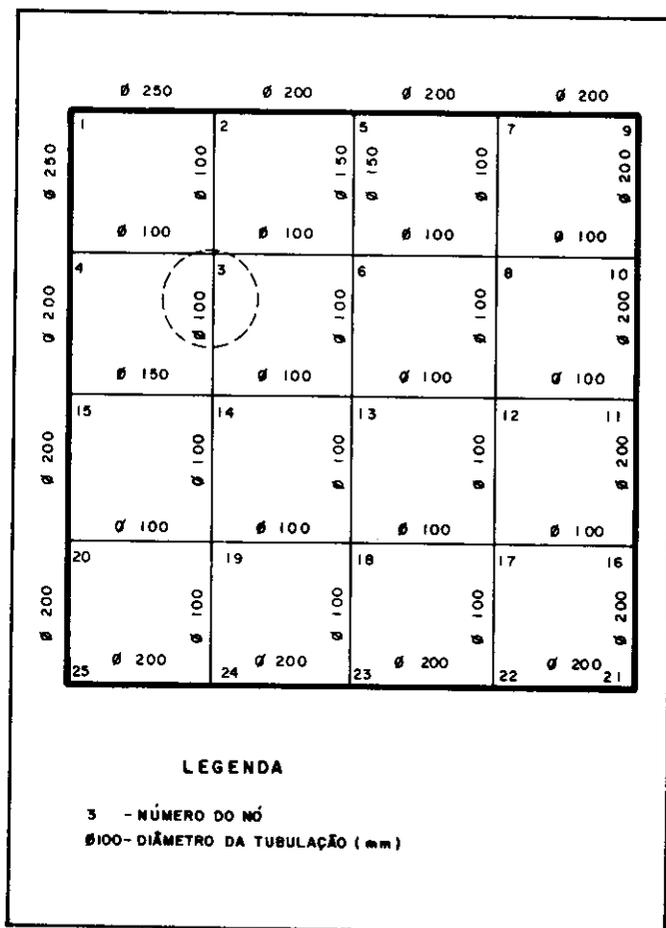


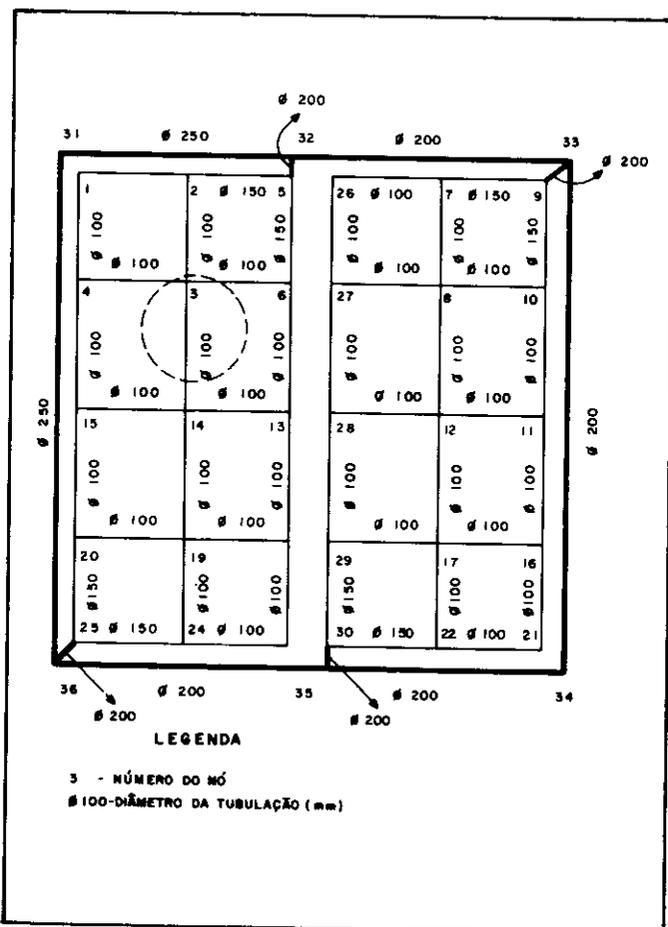
Ilustração 6.1 - Arruamento da Área com Cotas Topográficas nos Cruzamentos e Cota Piezométrica na Entrada do Anel.



LEGENDA

3 - NÚMERO DO NÓ
 Ø100- DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm)

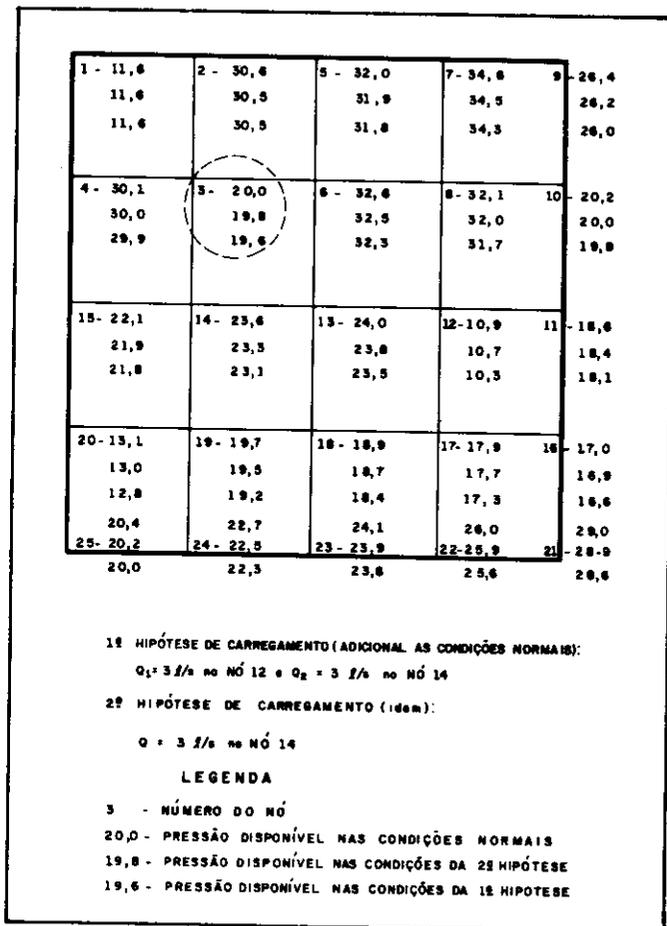
Ilustração 6.2 - Resultado do Dimensionamento da Rede Malhada segundo o Traçado Convencional



LEGENDA

3 - NÚMERO DO NÓ
 Ø100- DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm)

Ilustração 6.3 - Resultado do Dimensionamento da Rede Malhada de Distribuição segundo o Traçado de Blocos



1ª HIPÓTESE DE CARREGAMENTO (ADICIONAL AS CONDIÇÕES NORMAIS):

$$Q_1 = 3 \text{ l/s no NÓ 12 e } Q_2 = 3 \text{ l/s no NÓ 14}$$

2ª HIPÓTESE DE CARREGAMENTO (idem):

$$Q = 3 \text{ l/s no NÓ 14}$$

LEGENDA

3 - NÚMERO DO NÓ
 20,0 - PRESSÃO DISPONÍVEL NAS CONDIÇÕES NORMAIS
 19,8 - PRESSÃO DISPONÍVEL NAS CONDIÇÕES DA 2ª HIPÓTESE
 19,6 - PRESSÃO DISPONÍVEL NAS CONDIÇÕES DA 1ª HIPÓTESE

Ilustração 6.4 - Pressões Disponíveis nos Nós - Traçado Convencional

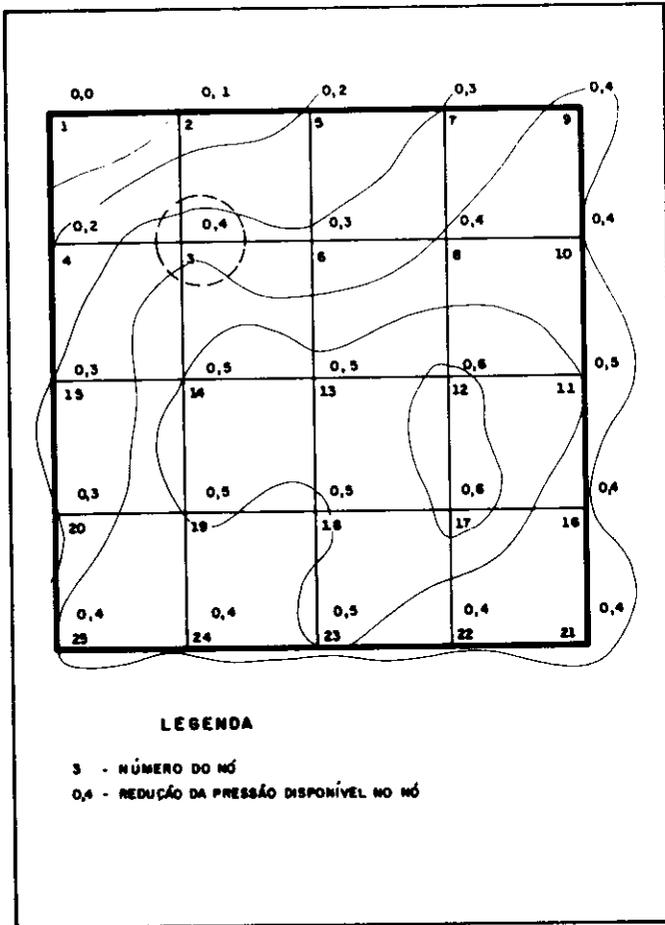


Ilustração 6.5 – Mapa da Redução Piezométrica para o Traçado Convencional – 1ª hipótese

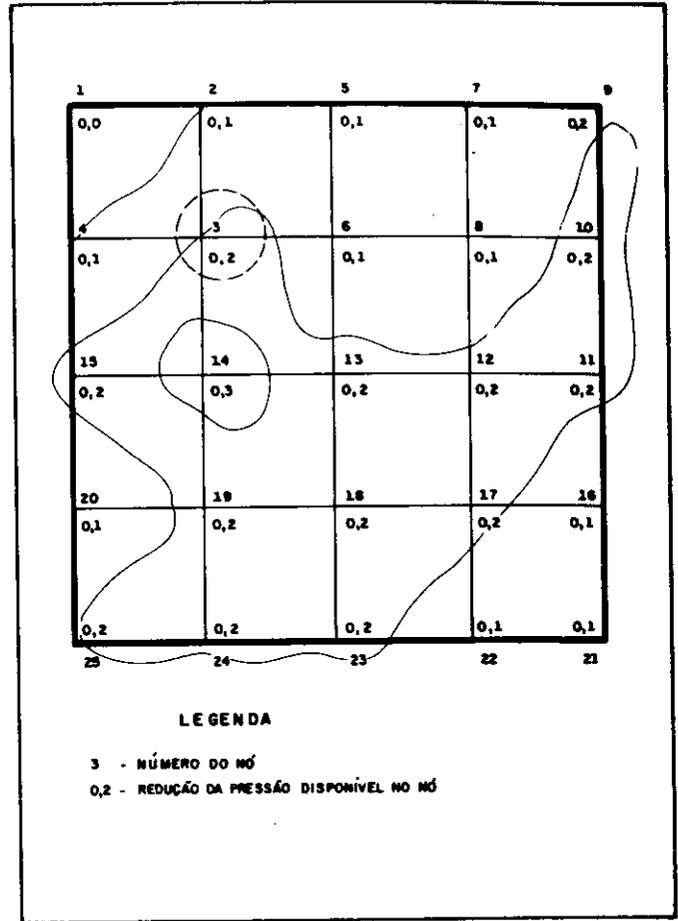


Ilustração 6.6 – Mapa da Redução Piezométrica para o Traçado Convencional – 2ª hipótese

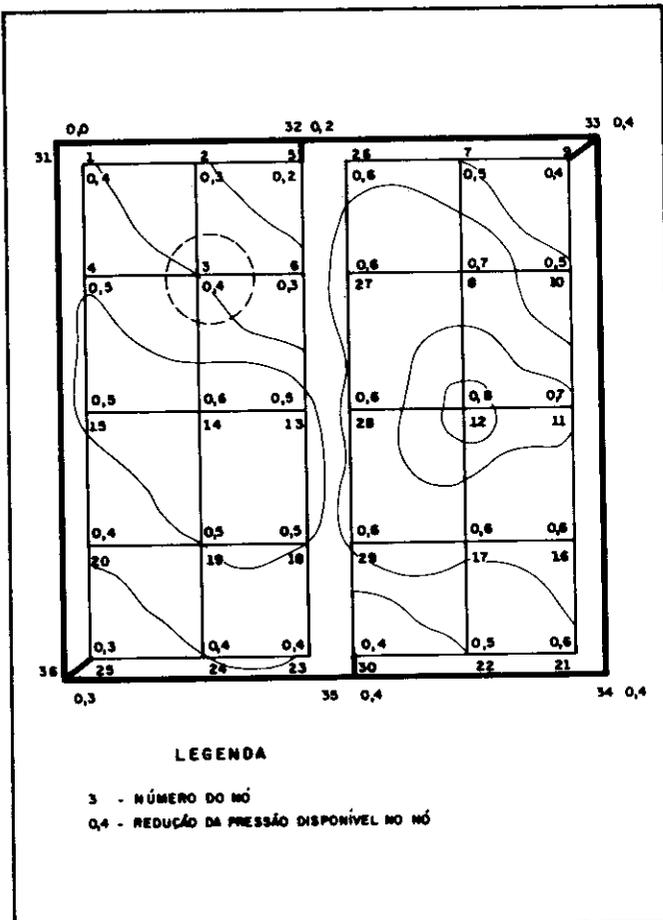


Ilustração 6.8 – Mapa da Redução Piezométrica para o Traçado de Blocos – 1ª hipótese

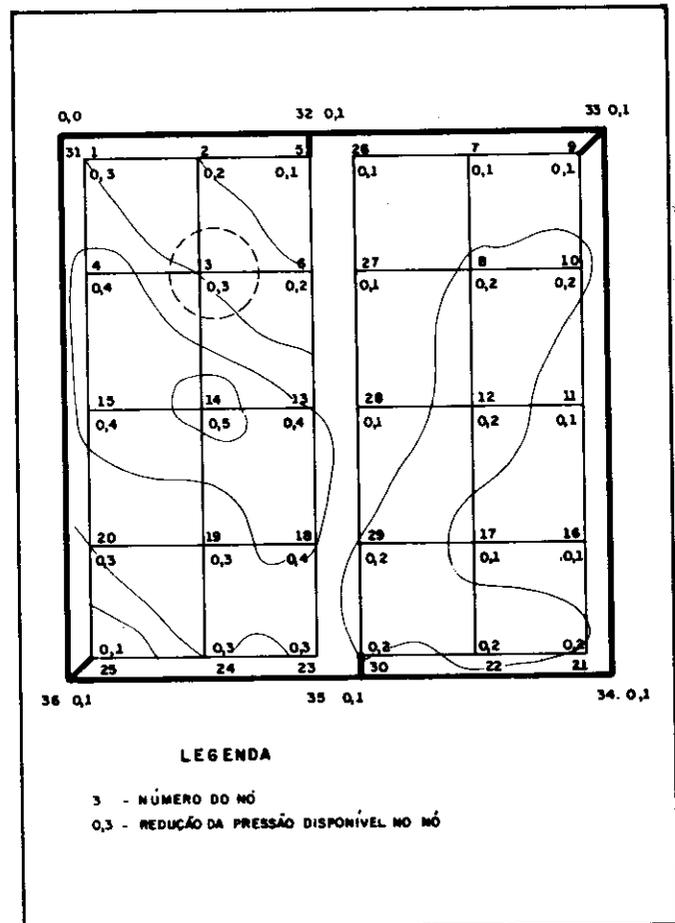


Ilustração 6.9 – Mapa da Redução Piezométrica para o Traçado de Blocos – 2ª hipótese

A simulação está baseada em traçados onde foi adotado o diâmetro mínimo de 100mm. Todavia, foram realizados processamentos com diâmetros mínimos de 75mm, tendo-se chegado a resultados semelhantes.

A análise do resultado das simulações, para ambos os traçados de rede, mostra uma gradual redução de pressão no entorno dos Nós, onde foram concentrados os carregamentos. A diminuição de pressão verificada (Ilust. 6.5; 6.6; 6.8 e 6.9) pode ser considerada desprezível, face as pressões de Norma exigidas.

Conclui-se portanto que, quando dimensionados corretamente, ambos os traçados apresentam condições semelhantes para atender situações diversas daquelas previstas no projeto original.

6.2. ASPECTOS ECONÔMICO-FINANCEIROS

A análise econômico-financeira foi elaborada para um caso particular (Setor Vila Mariana), tomando-se por base o custo de adequação e ampliação de projetos convencionais, comparados com o custo do traçado em Blocos, visando o mesmo objetivo. Chegou-se à conclusão que o traçado em Blocos acresceria em cerca de 14% o custo de implantação das obras, se estas fossem realizadas em uma única etapa. Todavia, considerou-se que o traçado convencional é normalmente dividido em duas etapas de 10 anos e apresenta muita ociosidade dos investimentos (Ilust. 4.5). O traçado em Blocos, por sua vez, por permitir um diagnóstico constante de seu funcionamento, pode ser etapalizado ano a ano, sabendo-se que qualquer necessidade de ampliação e reforço será constatada pelo Sistema (Ilust. 4.6).

De fato, se os reforços das redes puderem ser realizados somente quando o diagnóstico constatar a queda de sua eficiência, serão reduzidos ou eliminados os períodos de ociosidades das tubulações, passando as obras a serem realizadas durante o ano de vigência dessa necessidade, gerando, esse fato, menores custos financeiros.

A avaliação econômica dessa premissa foi realizada através da utilização do método do valor atual dos investimentos, tendo-se considerado etapalizações de 10 em 10 anos para o traçado convencional e etapalizações ano a ano no caso do traçado de Blo-

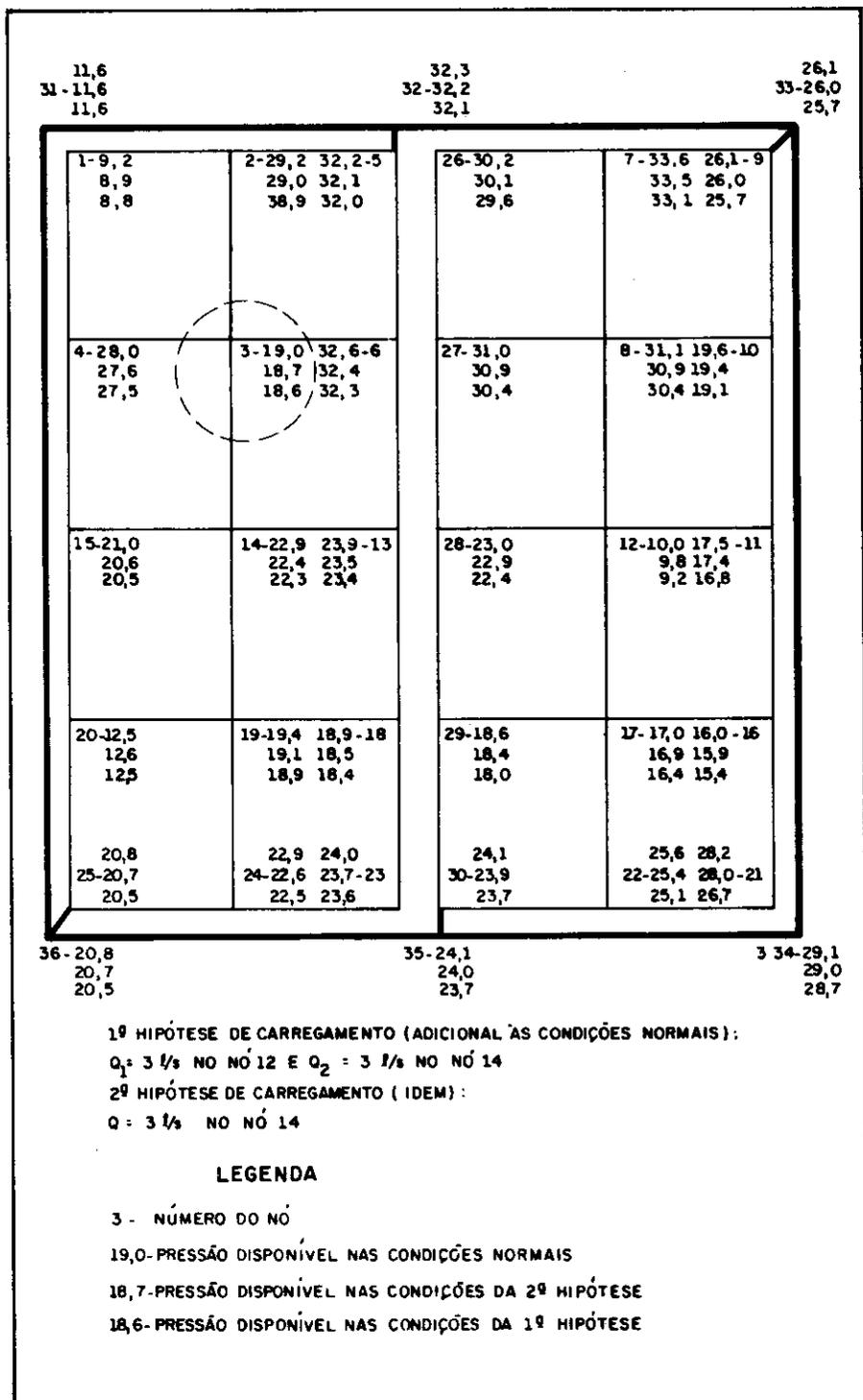


Ilustração 6.7 - Pressões Disponíveis nos Nós Traçado de Blocos

cos. Da análise, resultou que a desvantagem inicial de custo de capital, orçada em 14% para o traçado de Blocos, desaparece, ficando os custos finais praticamente equiparados, sem se considerar nessa avaliação a relação benefício/custo, propiciada pelo Método

SABESP/CNEC, com relação às facilidades operacionais introduzidas.

A comparação de custos, considerando a implantação de redes novas, oferece nítida vantagem ao traçado de Blocos, face as possibilidades mencionadas.