

Trabalho de Pesquisa e Controle de Perdas Executados na SABESP

Eng.º MÁRIO EDMUNDO MIGUEL DIB (*)

1. INTRODUÇÃO

Qualquer empresa de abastecimento de água se ressentida das diferenças apresentadas entre a vazão produzida e a efetivamente faturada. Evidentemente, é fator imprescindível que todo o consumo seja medido para que se possa pelo menos desejar uma aproximação maior entre ambas. Na SABESP o objetivo a ser atingido até 1983 é de 20% de perdas.

Quantitativamente, a parcela de água não contabilizada é evidenciada através da comparação entre as vazões obtidas com macromedição e os consumos computados na micromedição. Nesse contexto fica entendido que perda consiste na diferença entre o volume de água produzido e o faturado.

A caracterização dos elementos constituintes da parcela de água não contabilizada é objeto de exaustivas pesquisas que vêm sendo levadas a efeito de maneira objetiva, com vistas principalmente a reduzi-la a limites economicamente viáveis.

Iremos abordar, ao longo deste trabalho, cada uma das formas de subfaturamento, sua importância e as alternativas para sua minimização, atualmente em desenvolvimento no Sistema de Distribuição de água da Capital de São Paulo.

2. QUANTIFICAÇÃO DE PERDA

Para estabelecer os níveis de perda, deverão ser conhecidos os volumes produzidos e faturados. Desta

forma, cada um deles é analisado separadamente.

2.1 MACROMEDIDORES.

O primeiro passo é a definição dos pontos de medição da água produzida, que devem estar situados a jusante das ETAs, e a vazão de água utilizada no tratamento, ao contrário de ser estimada, deverá ser medida, propiciando um controle adequado dessa parcela significativa de perda.

Esse critério de medição ainda não ocorre totalmente nos Sistemas Produtores da Grande São Paulo, contudo, na filosofia adotada na empresa para a realização de macromedição, são considerados distintamente dois pontos:

□ adução de água bruta e água tratada destinada à distribuição, ambos dotados de medidores: poderá ocorrer, entretanto, que a vazão tratada seja medida em vários pontos, normalmente nas chegadas de reservatórios de distribuição, ainda que referentes a um mesmo Sistema de Produção.

2.1.1 Consumo de Água para Tratamento

Como são conhecidas as vazões de água bruta e água tratada, poderá haver um controle contínuo sobre a perda no tratamento e fixados os seus limites aceitáveis.

2.1.2 Consumo dos Setores de Abastecimento

Conhecendo-se a demanda por setor e estando o mesmo já saturado em termos de expansão de rede, os dados estatísticos poderão, ao longo do tempo, definir os níveis de consumo, caracterizando as áreas onde

deverão ser concentradas as pesquisas de vazamento.

Contudo, a simples existência dos medidores não assegura registros precisos, e nesse sentido, dois programas básicos foram implantados:

a) Aferição Quadrimestral de Macromedidores.

A cada quatro meses são aferidos os macromedidores dos Sistemas, sejam eles do tipo diferencial, magnéticos ou hidrômetros. No caso dos medidores diferenciais (obedecem à equação $Q = K \sqrt{\Delta P}$) é feita paralelamente a determinação da constante "K" de calibração. Eventualmente a aferição poderá ser antecipada desde que o comportamento do medidor a justifique.

b) Determinação Anual da Curva de Calibração dos Medidores Diferenciais.

Anualmente são levantadas as curvas de calibração dos medidores diferenciais de modo a permitir, quando necessário, o uso de um fator de correção atual e confiável.

Ambos os programas são cumpridos graças ao uso de tubos Pitot.

2.2 MICROMEDIDORES

É importante dizer que a distribuição de água deve ser plenamente medida. A experiência tem mostrado que em locais onde não existe micromedição, a simples colocação de hidrômetros provoca reduções sensíveis de consumo. Em São Paulo a configuração do Sistema de Micromedição é mostrado no quadro I.

Da mesma forma que os macromedidores exigem um acompanhamento contínuo e eficiente, também os micromedidores precisam ser conhecidos, tanto em seu comportamento como em seus limites de exatidão.

(*) Chefe da Divisão de Planejamento da Operação Diretoria de Operação da SABESP.

QUADRO I

Capacidade do Hidrômetro	Consumo Total	
	m ³	%
3 m ³ /h	48.439.847	58,10
5 m ³ /h	3.536.876	4,24
7 m ³ /h	1.469.164	1,76
10 m ³ /h	1.779.855	2,14
20 m ³ /h	4.106.853	4,93
30 m ³ /h	6.792.793	4,15
300 m ³ /d	12.520.215	15,02
1.100 m ³ /d	2.103.911	2,52
1.800 m ³ /d	753.824	0,90
4.000 m ³ /d	1.129.131	1,15
6.500 m ³ /d	739.074	0,89
T O T A L	83.371.543	100,00

Nota: Volumes medidos no 3.º bimestre de 1978 pelos diversos tipos de hidrômetros de velocidade e seu percentual em relação ao volume total.

Assim é que foram retirados de ligações diversos hidrômetros de várias capacidades (Quadro II) e encaminhados ao laboratório da Empresa que cuida especificamente da manutenção dos mesmos, onde foram submetidos a testes de aferição, individualmente, com 13 vazões diferentes e em bancadas especiais para esse fim.

Como podemos notar, no Quadro I, os hidrômetros de 3 m³/h são res-

ponsáveis por 58,10% do volume faturado na Capital, o que nos levou a especificar melhor os hidrômetros a serem testados, classificando-os em função da idade em termos de consumo registrado (Quadro III).

A partir dos testes realizados podemos traçar a curva vazão-erro (Anexos-I.A a I.F), tendo sido calculado o erro médio para os hidrômetros de mesma capacidade, definindo assim, o limite inferior de exatidão real (Quadro IV).

Observa-se que o limite inferior de exatidão em todos os casos está bem acima do previsto teoricamente.

Outro estudo vem sendo desenvolvido para determinação da curva de consumo domiciliar, tendo sido levantados 42 casos cujas ligações são dotadas de hidrômetros de 3 m³/h e constatou-se que apenas 80% do volume consumido era integralizado.

Apesar dos primeiros resultados, ainda não podemos concluir definitivamente da responsabilidade dos micromedidores sobre uma parcela da diferença entre o volume produzido e o faturado, pois o número de hidrômetros testados ainda não representa estatisticamente um percentual aceitável. Novos testes serão realizados aumentando esse número até que seja representativo. Da mesma forma será feito com os levantamentos de curvas de demanda de consumidores.

QUADRO II

Capacidade do Hidrômetro	Quantidades
3 m ³ /h	166
5 m ³ /h	18
7 m ³ /h	6
10 m ³ /h	8
20 m ³ /h	18
30 m ³ /h	27
300 m ³ /d	42
1.100 m ³ /d	7

Nota: Quantidade de hidrômetros submetidos a testes, por capacidade.

QUADRO III

Hidrômetro de 3 m ³ /h	
Consumo Acumulado m ³	Quantidades
0 — 300	16
300 — 600	17
600 — 900	16
900 — 1.200	17
1.200 — 1.500	16
1.500 — 1.800	17
1.800 — 2.100	16
2.100 — 2.400	17
2.400 — 2.700	17
2.700 — acima	17
TOTAL	166

Nota: Hidrômetros de 3 m³/h selecionados para testes em função da sua idade, medida em consumo registrado.

3. EXTRAVASÃO E ARREBENTAMENTOS

Neste sentido as providências já começaram a apresentar bons resultados. A instalação de medidores de nível mais sensíveis e adequados têm servido para evitar as perdas por extravasamento, e os sistemas de telemetria e telecomando completarão o ciclo.

Para uma Central de Controle são enviadas as informações de nível de reservatório, vazão fornecida ao mesmo ou a pressão na adutora ou subadutora. Desta forma, poderão ser acionadas as válvulas de controle de fluxo, cessando a entrada de água no reservatório, será ainda detectada rapidamente a ocorrência de um arrebatamento ou vazamento nas linhas abastecedoras, acionando-se imediatamente as equipes de manobra para o fechamento das mesmas.

4. VAZAMENTOS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Procuraremos, tanto quanto possível, expor sucintamente o programa desenvolvido pela SABESP para que o mesmo possa ser aproveitado em outros locais já com potencial para implantação do modelo.

O processo de pesquisa consiste na formação de Distritos Pitométricos, que nada mais são do que Setores de Abastecimento ou parte deles com limites bem delineados, seguros, com fontes de alimentação conhecidas e mensuráveis através de processos pitométricos.

4.1 CRITÉRIOS PARA O PROJETO DO DISTRITO PITOMÉTRICO

4.1.1 Zonas de Pressão

Todo Sistema de Distribuição de Água tem sua rede dividida em zonas de pressão, denominadas setores de abastecimento, cuja separação segue as normas relativas às pressões máxima estática e mínima dinâmica ou a restrições de operação que prevalecem em casos de incompatibilidade com as anteriores.

A efetivação do setor de abastecimento é obtida através do fechamento de registros, caps ou naturalmen-

QUADRO IV

Capacidade do Hidrômetro	Limite Inferior Exatidão 1/h		Quantidades Testadas
	Teórico	Real	
3 m ³ /h	40	130	166
5 m ³ /h	60	120	18
7 m ³ /h	80	155	6
20 m ³ /h	170	3.200	18
300 m ³ /d	350	3.000	42
1.100 m ³ /d	650	1.760	7

Nota: Limite inferior de exatidão de alguns hidrômetros, segundo sua capacidade.

te por córregos, acidentes geográficos, rodovias, ferrovias, etc.

O Distrito Pitométrico deverá, desde que a extensão de rede o permita, coincidir com o setor de abastecimento ou em caso contrário, ser apenas parte do mesmo.

4.1.2 Extensão de Rede

Depende basicamente do bom senso do projetista, contudo deverão ser analisados alguns itens.

a) Tipo e quantidade de consumo (residencial, industrial, comercial, etc.), em função das dimensões das linhas abastecedoras, que deverão, além de garantir um abastecimento normal, possibilitar medições precisas nos instrumentos usados para esse fim.

b) Pontos de Medição. Serão localizados nas linhas (ou linha) abastecedoras e caso haja uma área fora dos limites do Distrito Pitométrico cujo abastecimento seja feito por uma das redes que passam através dele, esse será outro ponto de medição. Desta forma, poderá ser conhecido o volume que entra no Distrito Pitométrico e o que eventualmente possa sair dele.

Não se pode fixar uma extensão ideal, o que a define são as características de cada sistema ou de cada empresa, dentro de seus critérios de programação, pessoal, equipamentos, etc. Na SABESP têm sido adotadas extensões entre 60 e 80 km na maioria dos casos.

4.2. IMPLANTAÇÃO DO DISTRITO PITOMÉTRICO

Concluído o projeto de delimitação, parte-se para a sua implantação no campo, devendo ser tomados os cuidados necessários para obtenção de resultados positivos.

4.2.1 Abastecimento

Não deverá haver deficiência no abastecimento interno ou no externo ao Distrito Pitométrico, condição fundamental para o processo de pesquisa.

4.2.2 Delimitação

O Distrito Pitométrico deverá estar totalmente isolado das outras áreas a menos das linhas mensuráveis já previstas. Para verificação dessa imposição recomendam-se certas providências:

a) Obtenção do cadastro real da rede de distribuição.

b) Verificar com aquafone ou geofone se os registros de limite do setor permitem a passagem de água.

c) Se ainda assim houver suspeita de que o Distrito Pitométrico não está bem delimitado, consultar o cadastro de obras para saber da existência de redes novas e verificar se algum reservatório no interior do Distrito Pitométrico ou fora dele está provocando retorno de água.

Na fase de implantação são manobrados todos os registros e os que



Ilustração 1 — Localizando um conduto de água por meio de um aparelho indutor receptor.

não estiverem em perfeitas condições de operação deverão sofrer uma manutenção corretiva ou mesmo serem trocados. Nesta fase já deverão ter sido colocados os possíveis registros previstos para isolamento da área.

d) Como é fundamental que o abastecimento seja normal, ao fazer a setorização, deverão ser medidas as pressões instantâneas dentro e fora do Distrito Pitométrico, antes e após o fechamento dos registros limites, bem como anotado o horário de fechamento dos mesmos. É recomendável, também, que se mantenham registradores de pressão instalados nos pontos considerados críticos em termos de suprimento de água, dentro e fora do Distrito Pitométrico, antes, durante e após a fase de delimitação no campo.

4.4 PROJETO DE NOVAS OBRAS — ADEQUAÇÃO

Visa a melhor circulação da água na rede, através de eliminação dos pontos mortos, além da instalação de registros que permitam a subdivisão do Distrito Pitométrico em trechos de rede com extensão de 600 a 1000 metros cujos consumos serão conhecidos através das Estações Pitométricas previstas paralelamente. Como artifício para maior precisão de medidas, ao lado desses pontos de medição poderão ser projetadas válvulas de incêndio que servirão para simular vazões auxiliares.

Enquanto são executados esses projetos, faz-se a verificação dos registros que serão operados quando das medições das subdivisões previstas, devendo ser feitos os reparos necessários e trocados aqueles cuja manutenção não seja viável, ficando todos em perfeitas condições de manobra.

4.5 MEDIÇÃO GLOBAL

Consiste em medir a vazão de consumo do Distrito Pitométrico durante pelo menos 24 horas, obtendo valores para comparação com outros após o conserto dos vazamentos. Caso não seja constatado um patamar mínimo noturno, conforme mostram os Anexos II e III, isto poderá indicar deficiência no abastecimento da área, devendo ser corrigido imediatamente, pois dessa forma os parâmetros obtidos nas medições não terão validade para comparação.

4.6 SUBDIVISÃO NOTURNA

Após a execução dos serviços relativos a consertos, trocas, descobrimento de registros e obras novas, poderão ser medidas as subdivisões do Distrito Pitométrico. Essas subdivisões são compostas de trechos de 600 a 1000 metros de rede previstos na fase de adequação (item 4.4). Aqui se justifica a importância de um abastecimento normal, pois como se sabe, à noite as pressões da rede são mais altas, o que propiciará melhores condições às zonas deficientes, ocorrendo então um consumo maior, falseando os dados que permitirão concluir da necessidade ou não da pesquisa direta de vazamentos na rede.

4.6.1 Processo de Medição

As medições serão feitas diretamente com o tubo "U" contendo líquido manométrico, com registrador de pressão diferencial ou registrador fotográfico, devendo ser escolhido o adequado para cada caso, porém sempre no período noturno e durante a faixa de prevalência do patamar de consumo mínimo.

A válvula de incêndio recomendada é usada nessa fase de trabalho, para conseguir-se um diferencial de pressão maior no tubo Pitot.

4.7 AREAS A SEREM GEOFONADAS

Calculadas as vazões para cada subdivisão, poderá ser estabelecido, através da média das mesmas e da análise desse valor em relação ao tipo de consumo da área, uma vazão máxima aceitável para cada trecho.

As subdivisões cujo consumo estiver acima do valor estabelecido serão geofonadas, pois provavelmente apresentarão vazamentos invisíveis.

Como esse valor varia com o tipo de consumo, localização do Distrito Pitométrico e hábitos, entre outros, cada caso será estudado isoladamente até que se possa, estatisticamente, fixar um parâmetro genérico. Há ainda que se levar em conta, na análise, os casos de subáreas que contiverem indústrias ou grandes consumidores noturnos, que provocarão vazões maiores que o máximo admissível, sem que haja vazamentos.

4.8 CONCLUSÃO

Reparados os vazamentos, faz-se nova verificação de registros limites e internos e repetem-se a medição global e das subdivisões, cujos resultados servirão de comparação com os obtidos na primeira etapa e auxiliarão na definição do máximo consumo noturno aceitável por km de rede, expresso em m³/dia.

O processo tem possibilitado a eliminação de 60 a 70% da extensão total da rede na fase de pesquisa direta com geofone.

5. APLICAÇÃO DE DISTRITOS PITOMÉTRICOS

Visando ilustrar a teoria exposta, vamos nos valer de casos reais que poderão facilitar o completo entendimento da técnica utilizada.

5.1 PROJETO DE DELIMITAÇÃO

Analisando a planta de Vila Zelina (Anexo IV), faremos o projeto de delimitação do Distrito Pitométrico. Pelos lados Norte, Sul e Oeste, há uma setorização quase que natural devido ao Rio Tamanduateí e ao Córrego da Moóca, restando o setor Leste, onde o isolamento será possível com o fechamento de registros. A delimitação poderá ser observada no Anexo VI.

5.2 ESCOLHA DO PONTO DE MEDIÇÃO GLOBAL

Poderá ser na linha de \varnothing 600 mm na Av. Zelina x Rua Dr. Antonio M. de Lima.

Ver Anexo V.

5.3 ADEQUAÇÃO

São projetadas as obras necessárias à execução dos serviços de implantação do Distrito Pitométrico, que permitirão efetivar as subdivisões da rede em trechos de 600 a 1000 metros.

5.3.1 Fechamento de Malha

Trará uma melhor veiculação de água na rede de distribuição, bene-

ficiando o abastecimento, além de permitir que durante a fase de medição das subdivisões, não haja falta de água ao serem isolados sucessivamente os trechos de 600 a 1000 metros de rede. Os projetos estão indicados no Anexo V.

5.3.2 Pontos para Medição das Subdivisões

Serão escolhidos dois pontos, conforme mostra o Anexo V. Normalmente as linhas onde serão feitas as medições têm diâmetro de 150 mm ou 200 mm e permitem medir extensões de aproximadamente 10 km.

5.3.3 Válvulas de Incêndio

Como já foi exposto, a válvula de incêndio é um artifício para obtenção de maior precisão de medidas. No primeiro ponto de medição já existe uma e deverá ser instalada outra para o segundo.

Ver Anexo V.

5.3.4 Subdivisão Noturna

Para subdividir o Distrito Pitométrico em subáreas que serão medidas no período noturno, faz-se neces-

sário colocar alguns registros, conforme Anexo V.

5.3.5 Projeto Global

Executados os serviços propostos, o Distrito Pitométrico de Vila Zelina (extensão de 15,700 metros) passará a apresentar a configuração dada no Anexo VI, e estará em condições de serem efetuadas as medições noturnas para definir as áreas que possivelmente apresentem vazamentos.

6. SUBDIVISÃO NOTURNA — MEDIÇÕES

Para melhor clareza de exposição, usaremos o Distrito Pitométrico de Indianópolis (Anexo VII), para apresentação dessa fase.

A extensão total da rede é de 31.250 metros e foram utilizados 4 pontos para medições nas subdivisões:

- 1. Av. Ibirapuera x Av. Sabiá \varnothing 150 mm;
- 2. Rua Gaivota x Av. Lavandisca \varnothing 150 mm;
- 3. Rua Gaivota x Av. Eucaliptos \varnothing 150 mm;

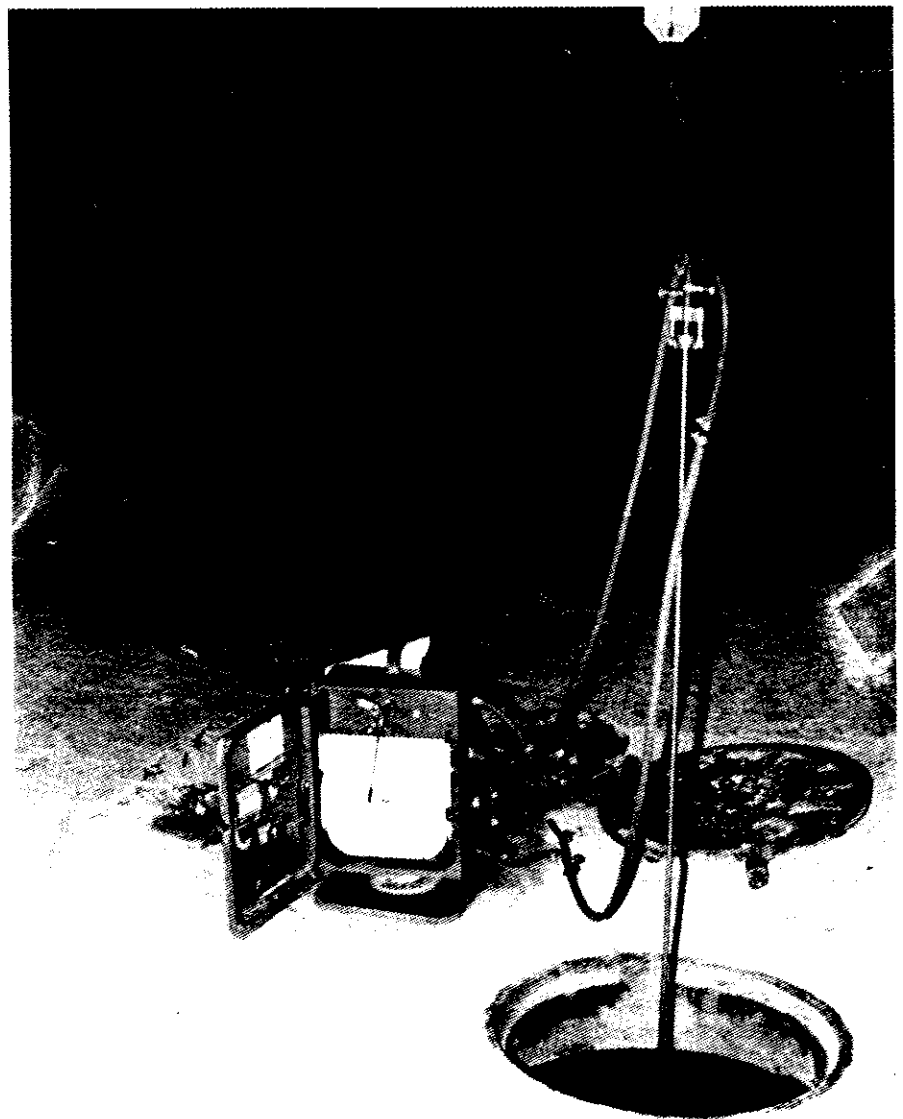


Ilustração 2 — Registrador de deflexão acoplado a tubo Pitot, em utilização numa pesquisa noturna.

4. Rua Gaivota x Rua Cotovia \varnothing 150 mm.

É bom notar que próximo dos 4 pontos existem válvulas de incêndio. Há um fator que poderia ser levantado com relação ao uso das mesmas, quanto à variação de vazão a que estariam sujeitas à medida que são acrescidas as vazões das subdivisões.

A vazão de um orifício (no caso um bocal) é dada pela expressão:

$$Q = C \cdot S \sqrt{2gH}$$

S — área de abertura do bocal (constante para a graduação do registro):

C — coeficiente de descarga (constante para cada tipo de bocal e cargas iguais):

H — carga atuante no bocal.

Como as válvulas de incêndio estão sempre próximas dos pontos de medição e considerando esses pontos como fontes de suprimento da área, a pressão dinâmica aí, será a carga disponível e atuante na válvula.

Calculada a perda de carga, devido ao aumento de vazão das subdivisões, conclui-se que é tão pequena que não provocará alteração que invalide a precisão dos cálculos, de tal sorte que:

$$1.ª \text{ Medição} \text{ --- } Q_1 =$$

$$= q_{\text{válvula}} + q_1$$

$$2.ª \text{ Medição} \text{ --- } Q_2 =$$

$$= q_{\text{válvula}} + q_1 + q_2$$

$$3.ª \text{ Medição} \text{ --- } Q_3 =$$

$$= q_{\text{válvula}} + q_1 + q_2 + q_3$$

e assim por diante, sendo $q_{\text{válvula}}$ constante para todos os casos.

7. ÁREAS A SEREM GEOFONADAS

Há um dado de grande importância na determinação das áreas a serem geofonadas e que é definido pelo resultado das medições noturnas realizadas. No Anexo VIII estão relacionadas individualmente as subáreas medidas. Como a vazão total obtida no Distrito Pitométrico foi de 4.159 m³/dia e a extensão da rede é de 31,25 km, a média de consumo noturno é de 133 m³/dia x km.

A partir daí foi fixado como máximo aceitável o consumo de 100 m³/dia x km, e todas as subdivisões que apresentaram valores acima deste foram destinadas à pesquisa direta de vazamento através do geofone. Nos Anexos VII e VIII são apresentados quantitativamente, e bem caracterizados, os vazamentos detectados.

8. RECOMENDAÇÕES E DADOS

De forma concisa serão analisados os trabalhos já desenvolvidos na SABESP desde 1973.

8.1 APOIO DE BASE

É um fator essencial ao desenvolvimento e implantação de pesquisa de vazamentos. O apoio de base consiste na formação de equipes de manutenção e execução de projetos bem como dos consertos ou trocas de registros e reparos de vazamentos detectados. Para se ter idéia da importância do apoio de base, o quadro V mostra a atuação do mesmo na Empresa.

QUADRO V

Apoio de Base de 1973 a 1977	
Registros novos colocados	739
Registros quebrados	716
Vazamentos em gaxetas	627
Registros cobertos	4.035
Registros com entulho	937
Outros defeitos	1.096
Vazamentos em ramais	958
Vazamentos em rede	355

8.2 EXTENSÃO DE REDE PESQUISADA

O crescimento da extensão de rede pesquisada é função da infra-estrutura montada para atendimento dos serviços descritos, e na SABESP a evolução foi acentuada como mostra o Quadro VI.

Em 1978 deverão ser pesquisados 2.000 km de rede.

8.3 — Volume Médio Pesquisado e Volume de Vazamentos Detectados e Consertados.

No Quadro VII apresentamos a evolução do volume médio pesquisado, bem como o volume de vazamentos detectados e sanados.

9. RESULTADOS OBTIDOS

A experiência tem mostrado que nas redes recém implantadas, com idade até 4 ou 5 anos, não é economicamente vantajoso, a menos que se trate de materiais de qualidade duvidosa ou assentamento inadequado, a execução e implantação de Distritos Pitométricos.

Em termos percentuais de detecção de vazamentos, considerando o volume médio total pesquisado e o volume total de vazamentos detectados e consertados, o índice é de 12,7%.

10. BENEFÍCIOS PARALELOS

Ao final do programa ter-se-á a rede em melhores condições de operação e a disposição dos registros será tal que, para eventuais serviços de manutenção, seja possível o isolamento de pequenos trechos da rede, evitando-se o fechamento de extensas áreas, resultando num prejuízo mínimo para o consumidor.

As faltas de água por vazamentos invisíveis serão bastante minimizadas, assim como serão reduzidas as possibilidades de infiltração em prédios ou residências. Da mesma forma serão evitadas possíveis contaminações da rede quando ocorrem pressões negativas nos sistemas de distribuição de água. Os setores de abastecimento estarão melhor definidos e caracterizados em termos de consumo e pressão. A circulação de água nas malhas será mais eficiente. Ainda e principalmente, teremos evitado a perda de 13% da água distribuída com a detecção e conserto de vazamentos.

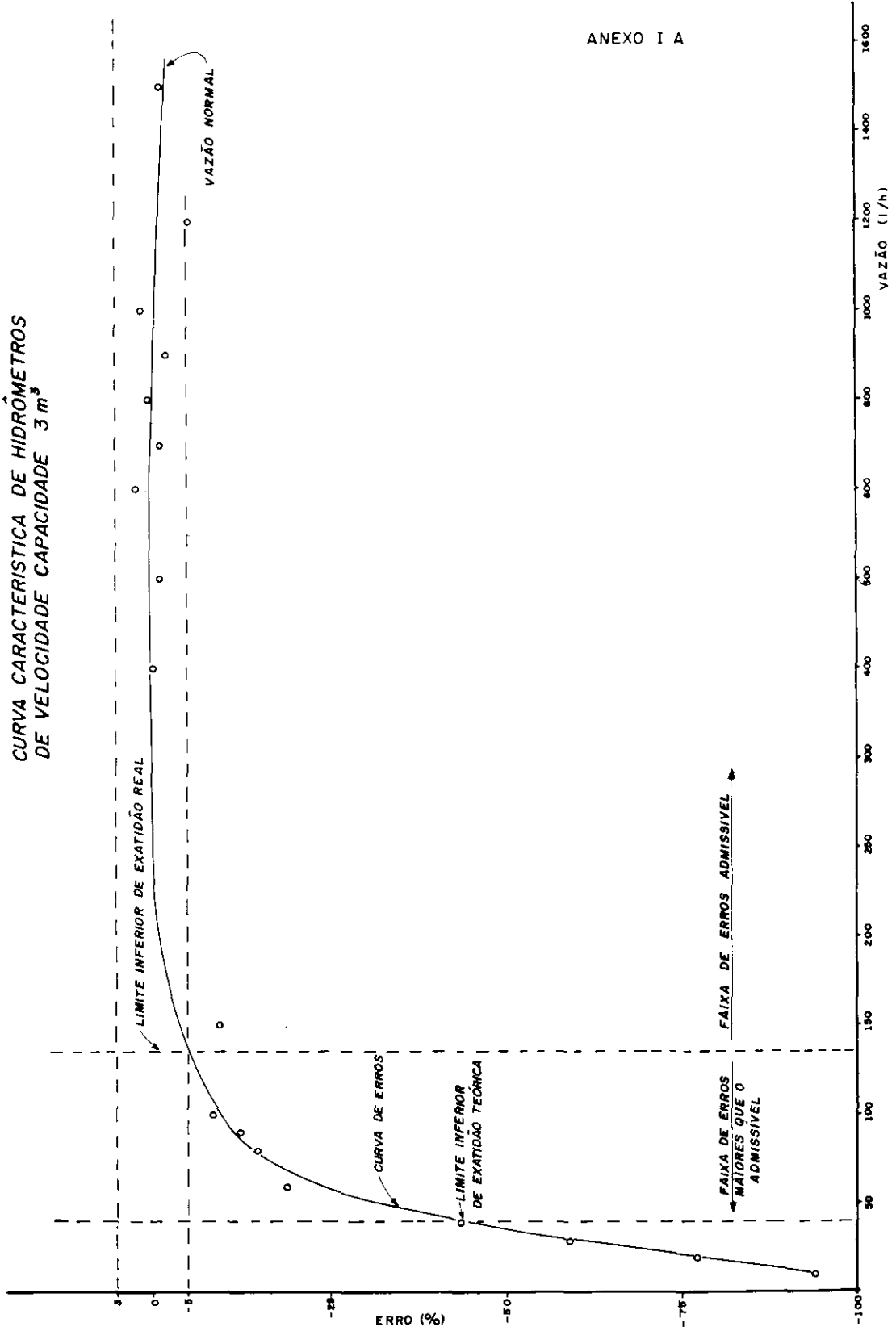
QUADRO 6

Ano	Extensão Pesquisada Km	Extensão Acumulada Km
1973	82	82
1974	187	269
1975	205	474
1976	912	1.386
1977	1.544	2.930

QUADRO 7

Ano	Vazamentos Locados em Ramais l/s		Vazamentos Locados Na Rede l/s		Total de Vazamentos em l/s		Volume Médio Pesquisado l/s	
	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado
1973	10,7	10,7	43,3	43,3	54	54	241	241
1974	26,9	37,6	78,6	121,9	105,5	159,5	526	767
1975	16,7	54,3	52,3	174,2	69	228,5	602	1.369
1976	158,1	212,4	208,9	383,1	367	595,5	3.098	4.467
1977	365,4	577,8	197,5	580,6	562,9	1.158,4	4.635	9.102

**CURVA CARACTERÍSTICA DE HIDRÔMETROS
DE VELOCIDADE CAPACIDADE 3 m³**



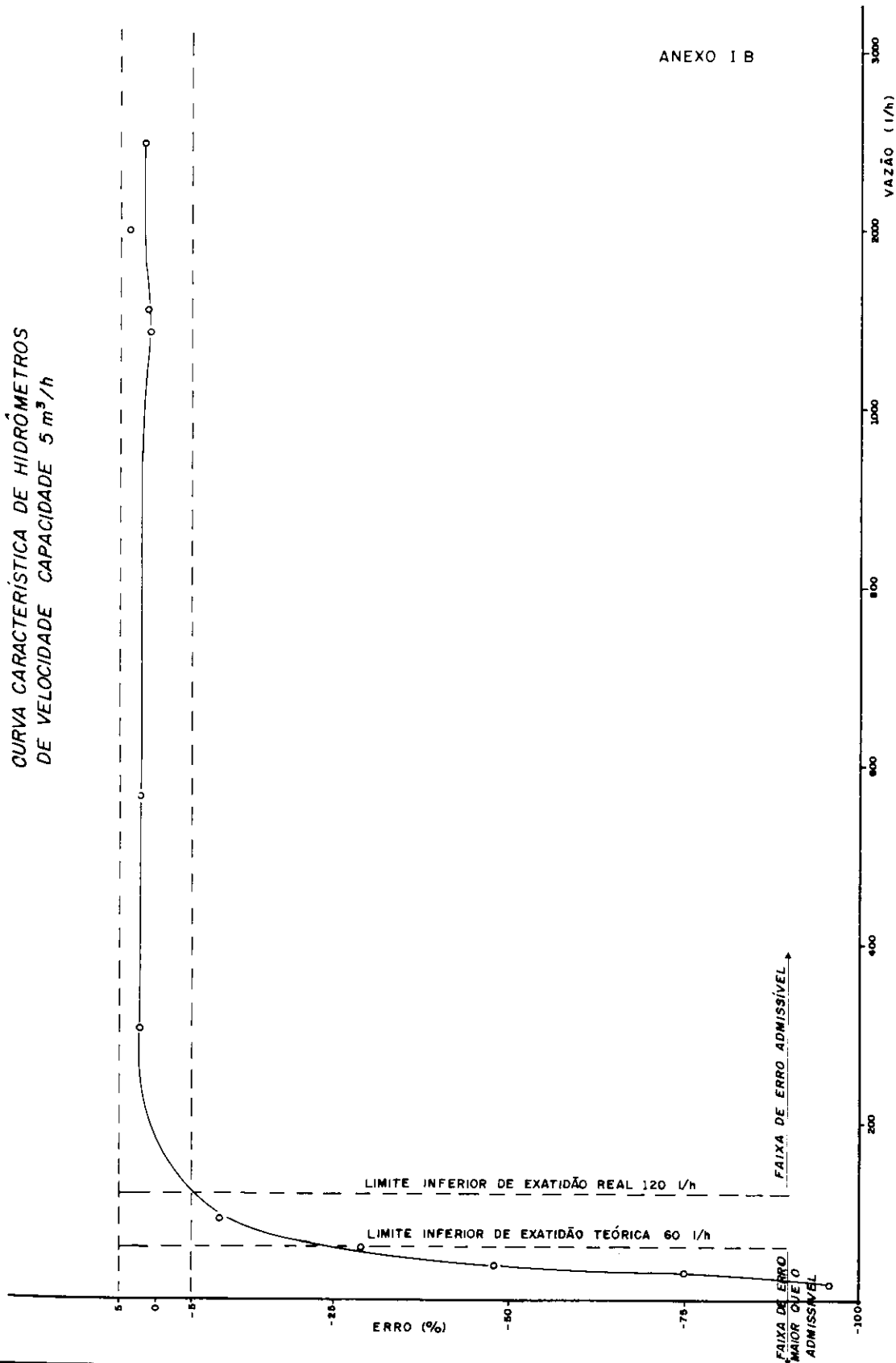
sabesp - VISTO E ACEITO	
ANALISADO	/ /
ACEITO	/ /
VISTO	/ /
EXECUTADO	

companhia de saneamento básico do estado de são paulo			
ÁREA PROJ.			
SUB - ÁREA PROJ.			
DES.	/ /	APROVADO POR	
PROJ.	/ /	ASS.	CREA



N.º	
R.	FL.
N.º CONTRATADA	
ESCALA	

CURVA CARACTERÍSTICA DE HIDRÔMETROS
DE VELOCIDADE CAPACIDADE 5 m³/h



sabesp - VISTO E ACEITO

ANALISADO	/ /
ACEITO	/ /
VISTO	/ /
EXECUTADO	

companhia de saneamento básico do estado de são paulo

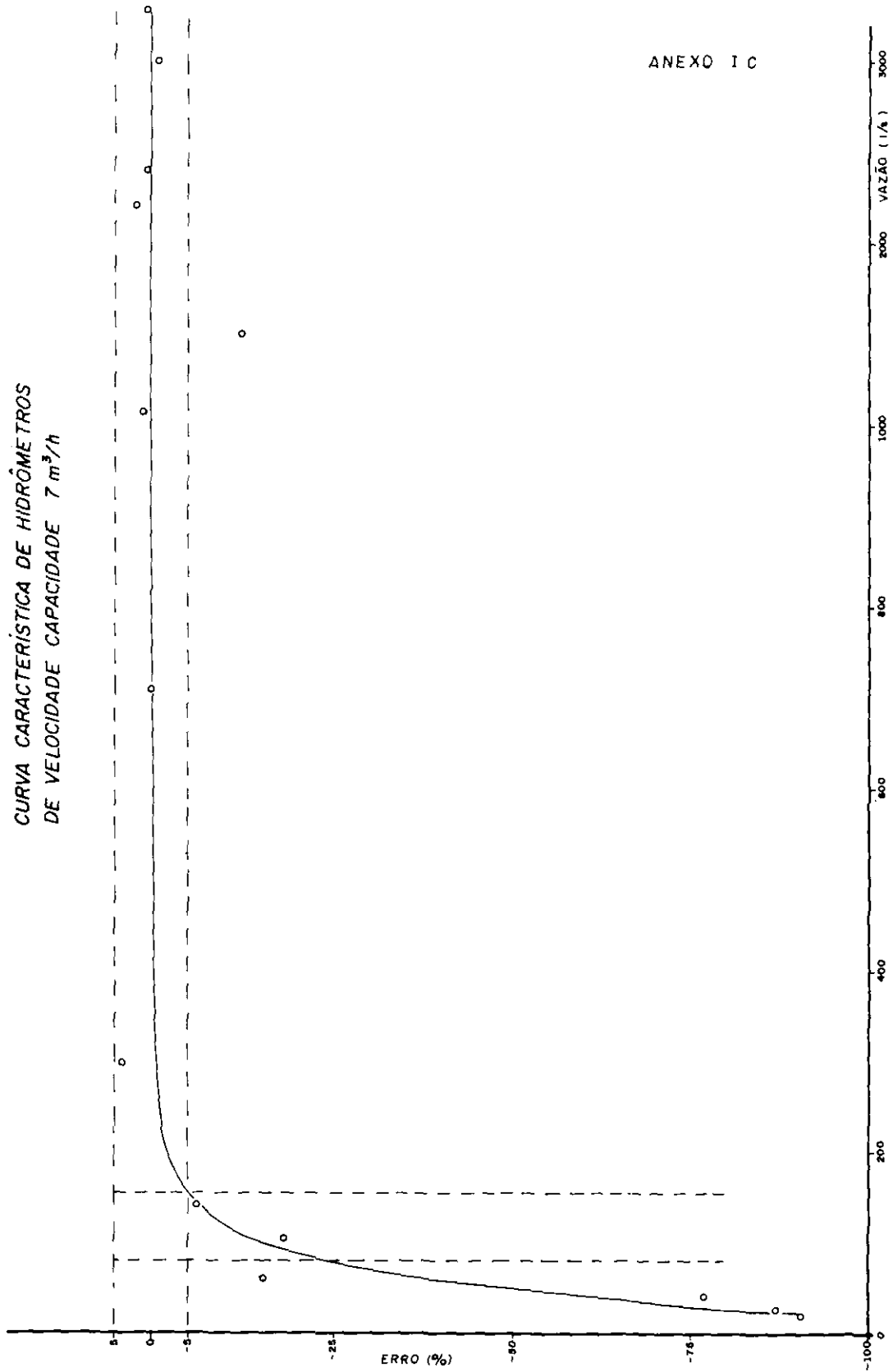
ÁREA PROJ.			
SUB - ÁREA PROJ.			
DES.	/ /	APROVADO POR	
PROJ.	/ /	ASS.	CREA



N.º	
R.	FL.
N.º CONTRATADA	
ESCALA	

ANEXO I C

CURVA CARACTERÍSTICA DE HIDRÔMETROS
DE VELOCIDADE CAPACIDADE 7 m³/h



sabesp - VISTO E ACEITO

companhia de saneamento básico do estado de são paulo

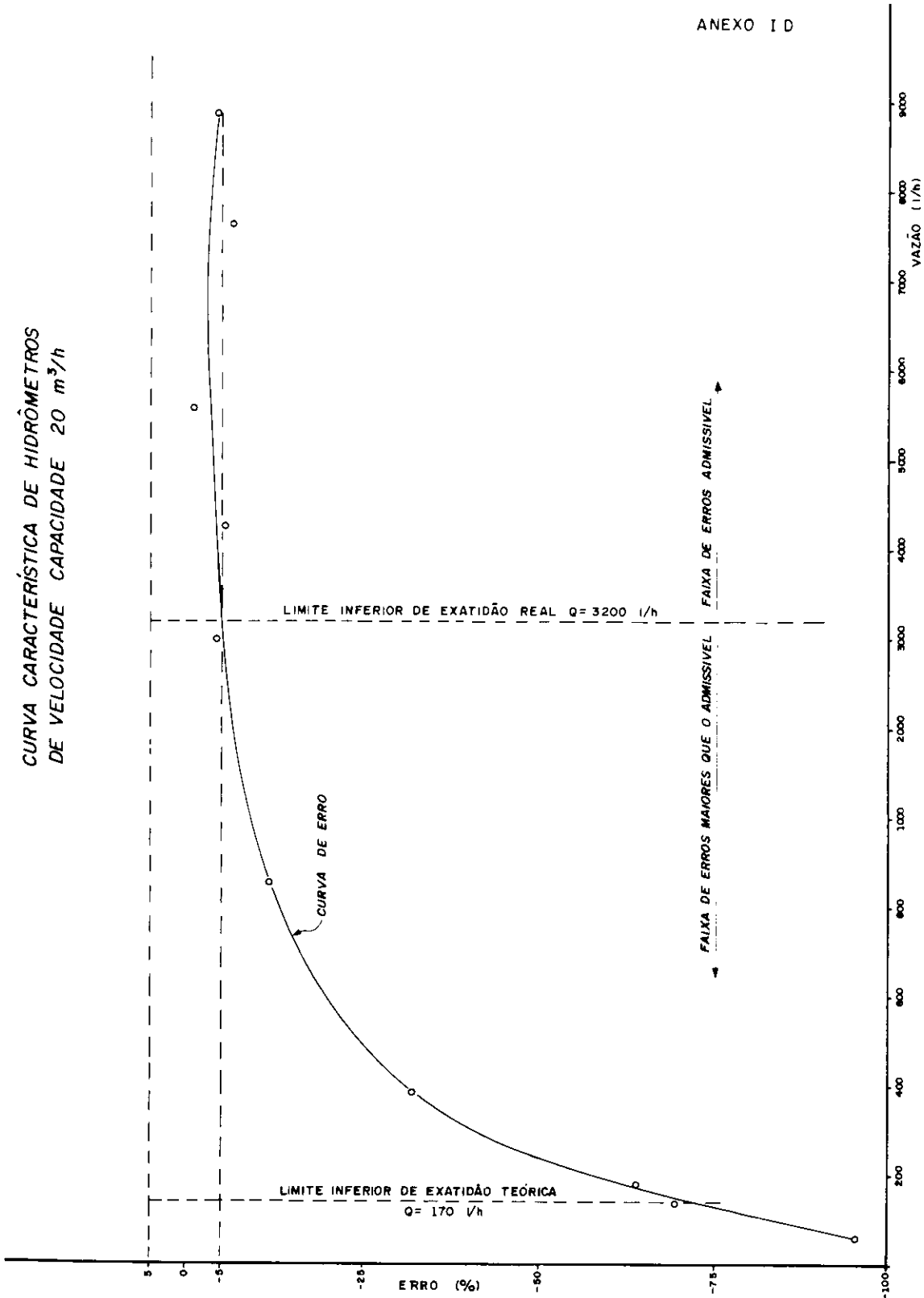
ANALISADO	/ /
ACEITO	/ /
VISTO	/ /
EXECUTADO	/ /

ÁREA PROJ.		APROVADO POR	
SUB - ÁREA PROJ.		DES.	/ /
PROJ.	/ /	ASS.	CREA



N.º	
R.	FL.
N.º CONTRATADA	
ESCALA	

CURVA CARACTERÍSTICA DE HIDRÔMETROS
DE VELOCIDADE CAPACIDADE 20 m³/h



sabesp - VISTO E ACEITO

companhia de saneamento básico do estado de são paulo

N.º

ANALISADO	/	/
ACEITO	/	/
VISTO	/	/
EXECUTADO		

ÁREA PROJ.

SUB - ÁREA PROJ.

DES.

PROJ.

/ /

/ /

APROVADO POR

ASS.

CREA

/ /



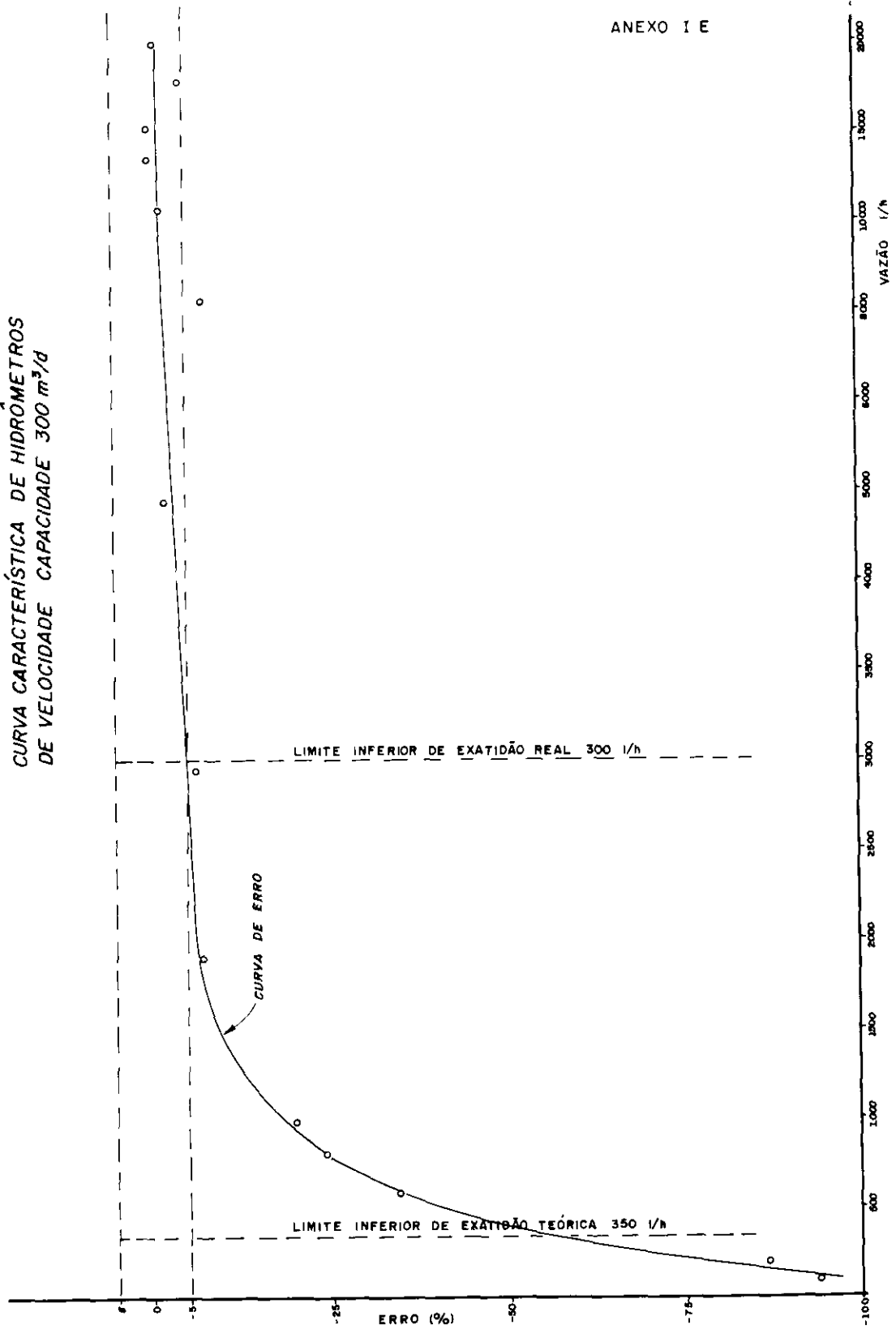
R.


FL.

N.º CONTRATADA

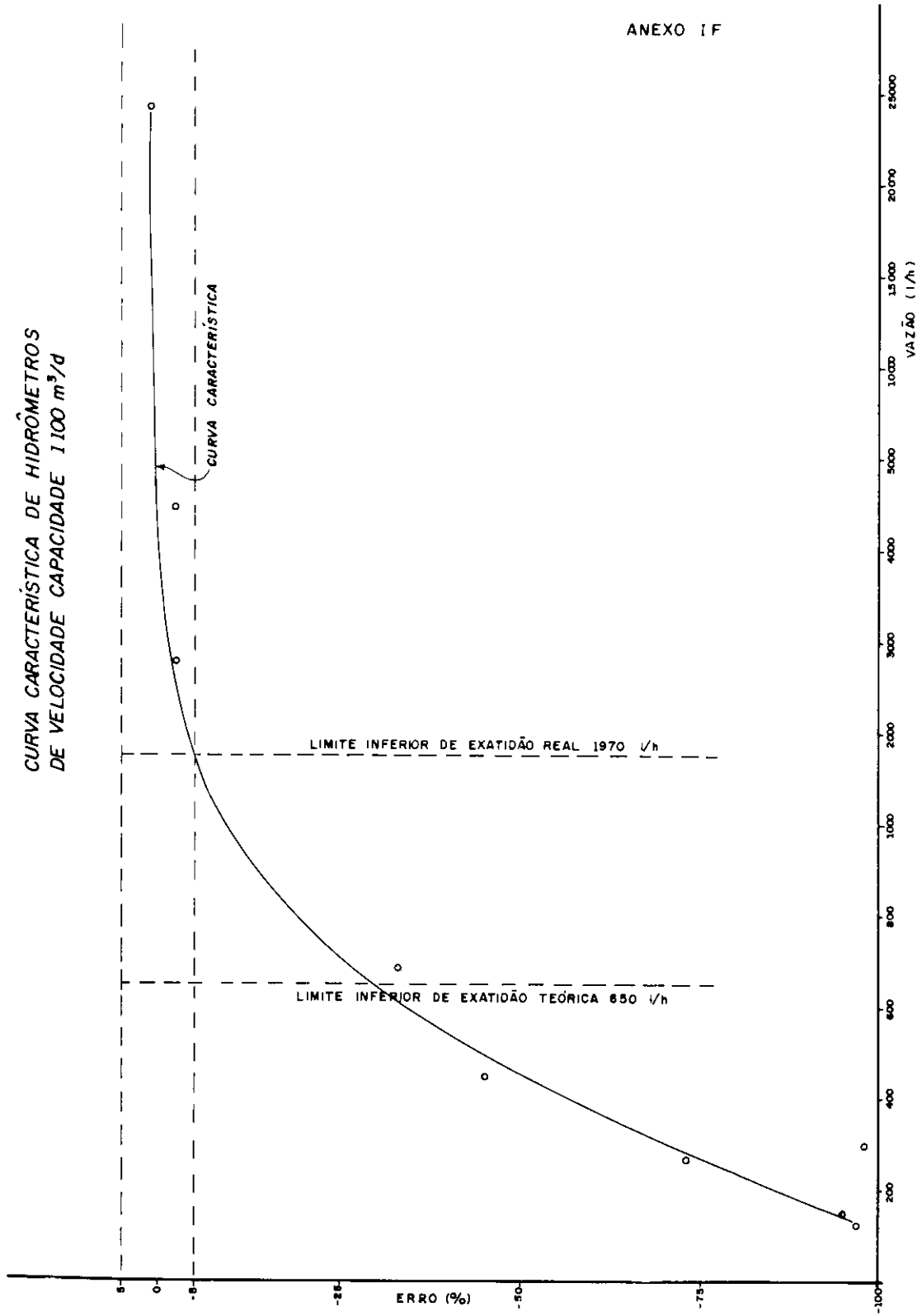
ESCALA


CURVA CARACTERÍSTICA DE HIDRÔMETROS DE VELOCIDADE CAPACIDADE 300 m³/d

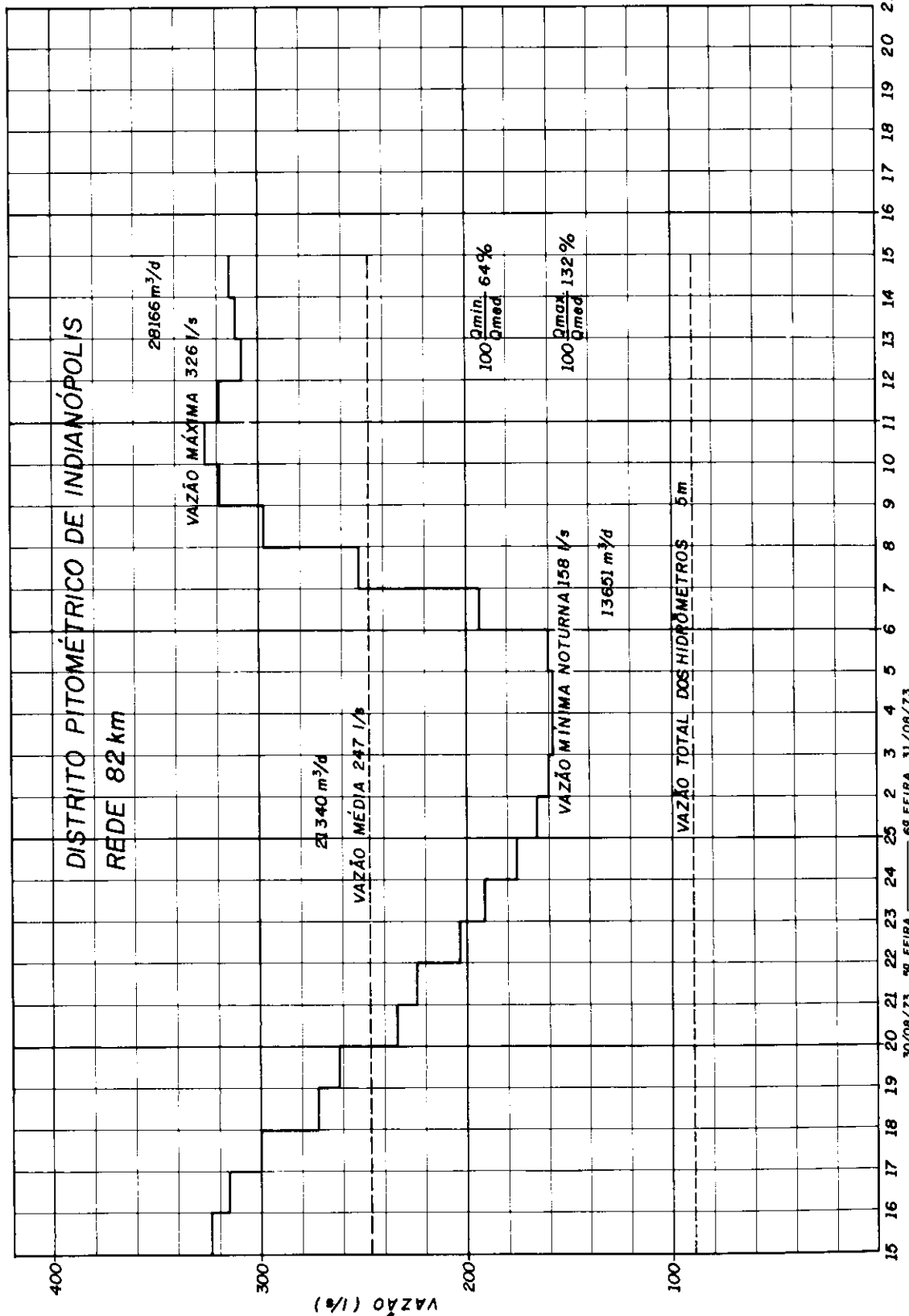


sabesp - VISTO E ACEITO		companhia de saneamento básico do estado de são paulo					N.º	
ANALISADO	/ /						R.	FL.
ACEITO	/ /	ÁREA PROJ.					N.º CONTRATADA	
VISTO	/ /	SUB - ÁREA PROJ.					ESCALA	
EXECUTADO		DES.	/ /	APROVADO POR				
		PROJ.	/ /	ASS.	CREA	/ /		

CURVA CARACTERÍSTICA DE HIDRÔMETROS DE VELOCIDADE CAPACIDADE 1100 m³/d



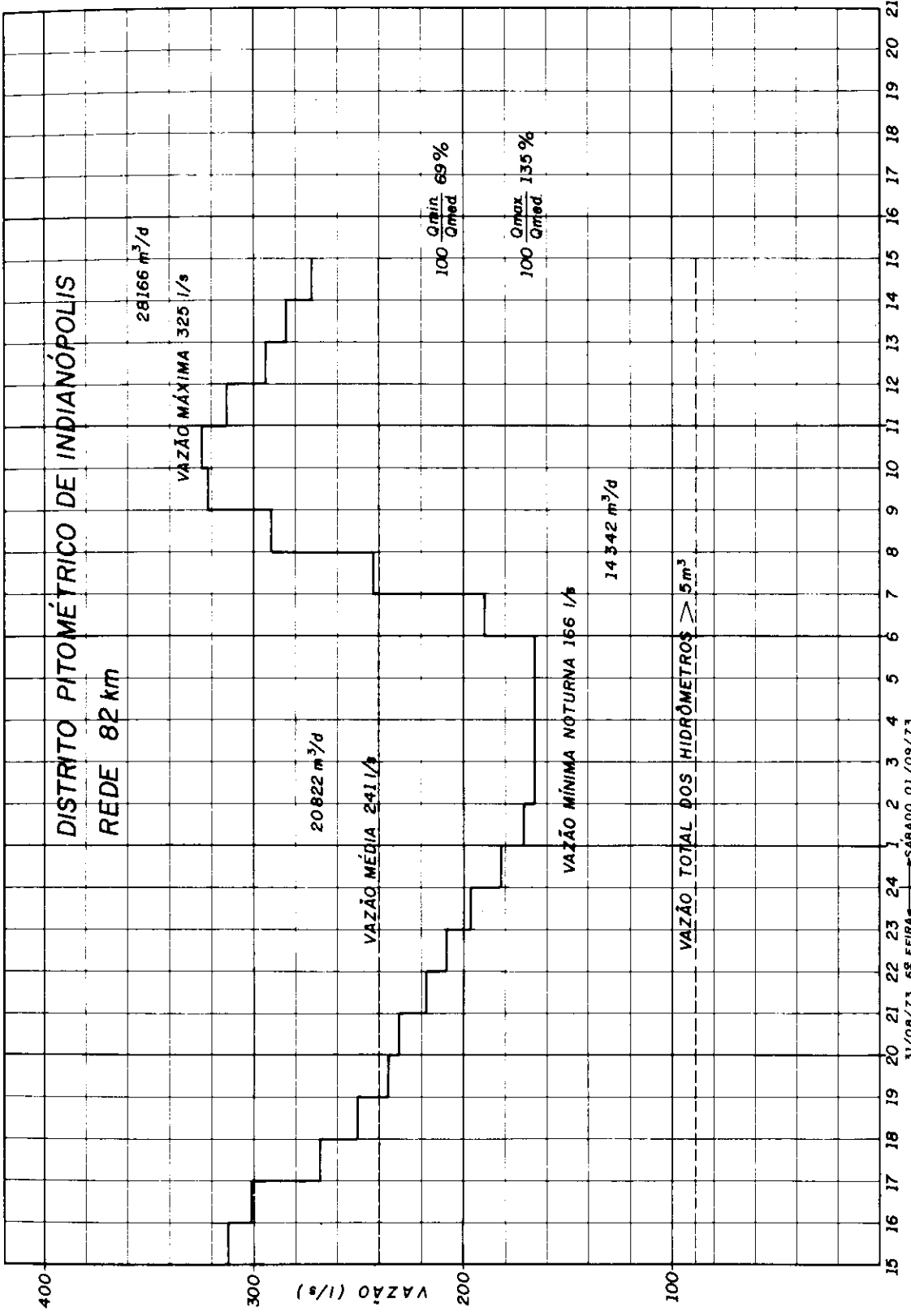
sabesp - VISTO E ACEITO		companhia de saneamento básico do estado de são paulo		N.º	
ANALISADO	/ /	ÁREA PROJ.		R.	FL.
ACEITO	/ /	SUB - ÁREA PROJ.		N.º CONTRATADA	
VISTO	/ /	DES.	/ /	APROVADO POR	
EXECUTADO		PROJ.	/ /	ASS.	CREA
					
				ESCALA	



15 16 17 18 19 20 21
30/08/73 21 FEIRA 22 FEIRA 23 FEIRA 24 FEIRA 25 FEIRA 26 FEIRA 27 FEIRA 28 FEIRA 29 FEIRA 30 FEIRA 31/08/73

sabesp - VISTO E ACEITO		companhia de saneamento básico do estado de são paulo		N.º	
ANALISADO	/ /	GRAFICO DE VAZÃO		R.	FL.
ACEITO	/ /			N.º CONTRATADA	
VISTO	/ /	ÁREA PROJ.	APROVADO POR		ESCALA
EXECUTADO	/ /	SUB - ÁREA PROJ.	DES: GABRIEL INÁCIO 20/10/78		
ID/A/B-11		PROJ.	/ /	ASS.	CREA
					/ /





31/08/73 6ª FEIRA ← SABADO 01/09/73

sabesp - VISTO E ACEITO

ANALISADO	/	/
ACEITO	/	/
VISTO	/	/
EXECUTADO		

10/A 10-11

companhia de saneamento básico do estado de são paulo

GRÁFICO DE VAZÃO

ÁREA PROJ. _____

SUB - ÁREA PROJ. _____

DES. GABRIEL INÁCIO 19/10/78

APROVADO POR _____

PRCJ. / / ASS. CREA / /

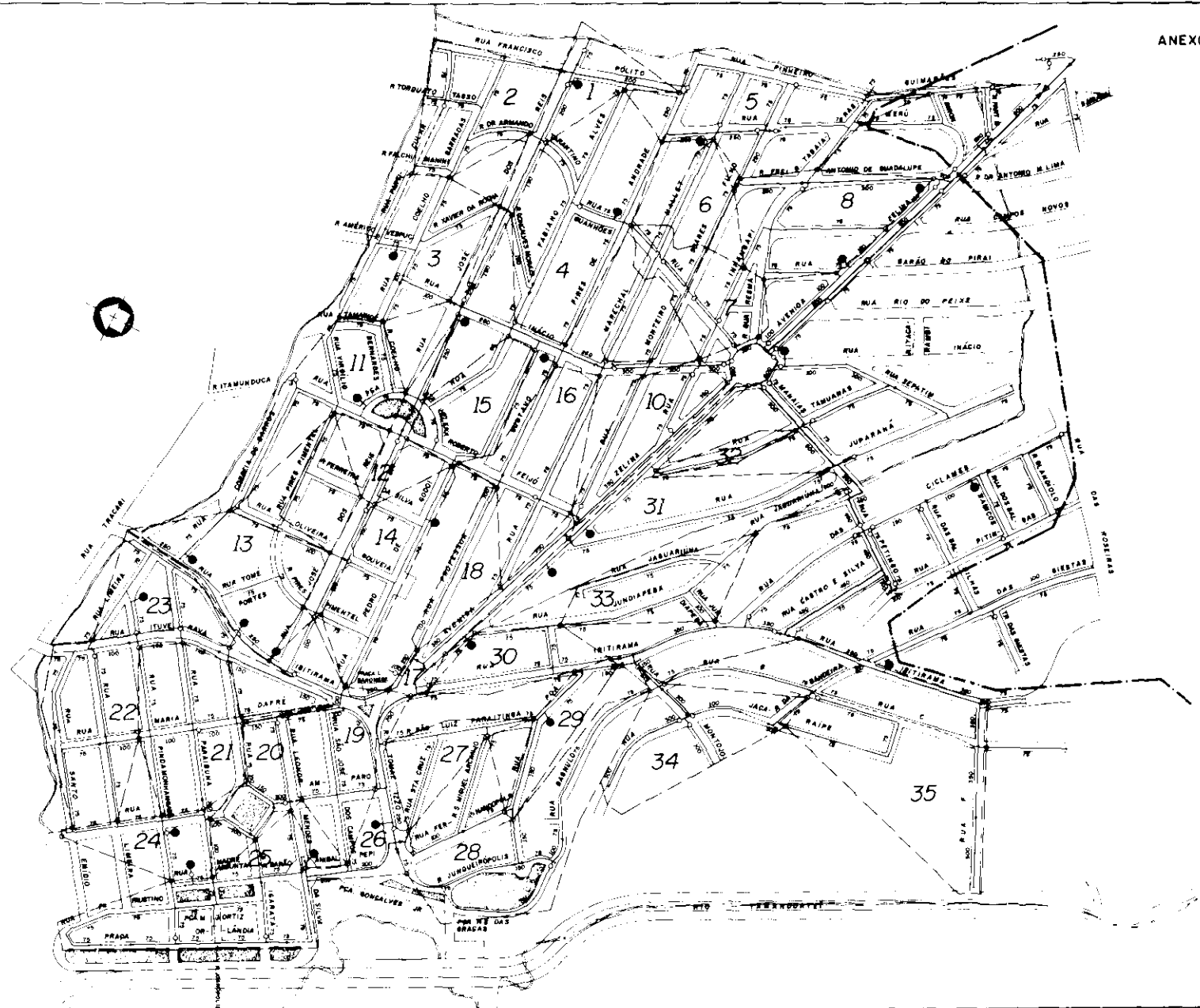


N.º

R.	FL.
----	-----

N.º CONTRATADA

ESCALA



N.º	BATA	REVISÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR	FECHES	DESENHO DE REFERÊNCIA	NUMERO	NOTAS	B.A.B.E.R.P.	EXECUTADO POR	CONTEÚDO DO TERRENO	PROJETO	PROJETO	PROJETO
									VISTO E ACERTO	DAB-1	Planta da rede de água da	ÁREA PROJ.	ÁREA PROJ.	ÁREA PROJ.
									DATA: 10/08/2010	DR. SAMUEL INACIO	baixa de Vila Zelina	PROJ.	PROJ.	PROJ.
									ANALISADO					
									APROVADO POR					
									VISTO					

PESQUISA

ANEXO V — PROJETOS

1. COLOCAÇÃO DE REGISTRO PARA DELIMITAÇÃO

A — Av. Zelina x Rua Dr. Antonio M. de Lima.

2. PONTO PARA MEDIÇÃO GLOBAL

E. P. 1 — Av. Zelina x Rua Dr. Antonio M. de Lima.

3. FECHAMENTO DE MALHA

1. Rua Particular, entre as Ruas Américo Vespuci e Torquato Tasso;
2. Rua Correia de Barros x Rua Ibitirama;
3. Rua Tomé Portes x Rua Ibitirama;
4. Rua Pindamonhangaba x Rua Limeira;
5. Rua Santo Emídio x Rua Maria Dafré;
6. Rua Maria Dafré, entre as Ruas Paraibuna e Santo Emídio;
7. Rua Maria Dafré x Rua Igaratá;
8. Rua Maria Dafré, entre as Ruas Igaratá e Ituverava;
9. Rua Tomaz Izzo, entre a Pça. L. Baronese e a Rua Amparo;

10. Pça. Mário Ortiz x Rua Igaratá;
11. Rua Joanópolis x Pça. Orlândia;
12. Pça. Orlândia, entre as Ruas Pe. Faustino e Pindamonhangaba;
13. Pça. Orlândia x Rua Leonor Mendes da Silva;
14. Rua Jacaraípe x Rua da Bandeira;
15. Rua "C", entre as Ruas da Bandeira e "F";
16. Rua Jaguariúna x Rua Petingo;
17. Rua Amparo x Rua Leonor Mendes da Silva;
18. Rua da Bandeira, entre as Ruas "C" e das Giestas;
19. Rua Roberto Feijó x Rua José dos Reis;
20. Rua Meru x Rua Monteiro Soares Filho;
21. Rua Junqueirópolis x Pça. N. Sra. das Graças;
22. Pça. Santa Helena x Rua Roberto Feijó;
23. Rua Coelho Bernardes x Pça. Santa Helena;
24. Rua Madre Assunta x Rua Pindamonhangaba;
25. Rua Leonor Mendes da Silva x Rua Barão Aníbal Pepi;
26. Rua Pinheiro Guimarães x Rua Tabaiaras;
27. Rua Pinheiro Guimarães x Rua Particular B;

28. Av. Zelina, entre as Ruas Frei Antonio de Guadalupe e Particular B;
29. Rua Meru x Av. Zelina;
30. Rua Particular B x Av. Zelina;
31. Av. Zelina x Rua Samuráí.

4. PONTOS PARA MEDIÇÃO DAS SUBDIVISÕES

- E. P. 2 — Rua José dos Reis x Rua Inácio;
- E. P. 3 — Rua Ibitirama x Rua Montojo.

5. COLOCAÇÃO DE VALVULAS DE INCÊNDIO

V. I. 1 — Rua Poá x Rua São Luiz Paraitinga.

6. COLOCAÇÃO DE REGISTROS PARA SUBDIVISÕES

- R. S. 1 — Rua Ibitirama x Rua Montojo — Ø 75
- R. S. 2 — Rua Particular x Rua Falchi Gianini — Ø 75
- R. S. 3 — Rua Maria Dafré x Rua Pindamonhangaba — Ø 75
- R. S. 4 — Rua Maria Dafré x Rua Pindamonhangaba — Ø 100

ANEXO VIII

**MEDIÇÃO NOTURNA DAS SUBDIVISÕES
D. P. INDIANÓPOLIS**

Rua	Entre		Diâmet. (mm)	n. ^o Quadras	Consumo m ³ /d	Observações	Perda
							Total
01 Ibirapuera Lavandisca Macuco	Sabiá	Ibijaú	75	4	105	Consumo residencial e de diversos estabelecimentos comerciais, seis quarteirões.	
	Ibirapuera	Arapanés	75	1			
	Ibirapuera	Arapanés	75	1			
02 Ibirapuera Arapanés Ibijaú Rouxinol	Ibijaú	Pavão	—	2	406	Linha de 75 mm quebrada na Av. Ibirapuera x Rouxinol	250
	Ibijaú	Pavão	—	2			
	Ibirapuera	Jauaperi	75	2			
	Ibirapuera	Arapanés	75	1			
03 Arapanés Lavandisca Jacutinga Macuco	Sabiá	Ibijaú	—	4	335	Ligação predial quebrada na R. Arapanés n.º 628	50
	Arapanés	Jauaperi	75	1			
	Arapanés	Jauaperi	75	1			
	Arapanés	Jauaperi	75	1			
04 Jauaperi Jacutinga Macuco	Lavandisca	Ibijaú	—	3	9	Consumo de 5 quarteirões da área residencial.	
	Jauaperi	Gaiyota	75	1			
	Jauaperi	Gaiyota	75	1			
05 Gaiyota D. Canários Jacutinga Macuco	Lavandisca	Ibijaú	—	3	92	Vazamento na ligação predial dentro do restaurante, R. Jacutinga x Canários	70
	Lavandisca	Ibijaú	—	3			
	D. Canários	Galvota	75	1			
	D. Canários	Galvota	75	1			
06 Inhambu Jacutinga Macuco	Lavandisca	Puente	—	3	23	Consumo de sete quarteirões da área residencial	
	D. Canários	Tuím	75	2			
	D. Canários	Tuím	75	2			
07 Tuím D. Jacomé V. Cachoeira Indiaroba Araguari	Lavandisca	Uberaba	—	2	19	Consumo de onze quarteirões da área residencial	
	Lavandisca	Uberaba	—	2			
	D. Jacomé	Araguari	100	1			
	D. Jacomé	R. Euvlra	75	1			
	Av. Sabiá	Uberaba	75	3			
08 Sabiá Juriti Gaiyota Jauaperi	Canários	Jauaperi	75	2	221	Consumo do Colégio N. S. Aparecida e de sete quarteirões da área residencial.	
	Canários	Jauaperi	75	2			
	Lavandisca	Juriti	—	2			
	Lavandisca	Juriti	—	2			
	Sabiá	Juriti	150	1			

Anexo VIII (continuação)

	Rua	Entre	Diâmet. (mm)	n. ^o Quadras	Consumo m ³ /d	Observações	Perda
							Total
09	Jauaperi	Juriti	Av. Indian.	—	3	100	Consumo de nove quarteirões da área residencial.
	Gaivota	Juriti	Cor. Uberaba	—	2		
	Particular	Jauaperi	—	75	1		
	Agami	Jauaperi	—	75	1		
	Tico-Tico	Jauaperi	Canários	75	2		
10	Canários	Lavandisca	C. Uberaba	—	3	184	Vazamento na junta da linha tronco na Canários x Tico-Tico Consumo de onze quarteirões da área residencial.
	Inhambu	Lavandisca	C. Uberaba	—	3		
	Sabiá	Canários	Tuím	75	2		
	Juriti	Canários	Tuím	75	2		
	Tico-Tico	Canários	Inhambu	75	1		
11	Tuím	Lavandisca	Juriti	—	2	60	Não pode ser medido mas foi feita pesquisa de vazamento em toda área est.
	Jacomé	Lavandisca	C. Uberaba	75	2		
	Sabiá	Jacomé	Tuím	75	2		
	Lavandisca	Inhambu	Jacomé	—	2		
12	Arapanés	Sabiá	Indian.	—	4	126	Consumo de sete quarteirões da área residencial.
	Juriti	Arapanés	Jauaperi	75	1		
	Tico-Tico	Arapanés	Jauaperi	75	1		
	Agami	Arapanés	Jauaperi	75	1		
13	Ibirapuera	Sabiá	Agami	—	3	22	Consumo de seis quarteirões da área residencial.
	Juriti	Ibirapuera	Arapanés	75	1		
	Tico-Tico	Ibirapuera	Arapanés	75	1		
	Agami	Ibirapuera	Arapanés	75	1		
14	Gaivota	Co. Olívia	Iraúna	150	2	108	Consumo de cinco quarteirões da área residencial.
	Co. Olívia	Gaivota	Jauaperi	75	1		
	Ilamonia	Gaivota	Jauaperi	75	1		
	Iraúna	Gaivota	Jauaperi	75	1		
15	Ibirapuera	Cotovia	Souza	—	4	119	Consumo de 19 quarteirões da área residencial e comercial (zone mista).
	Arapanés	Cotovia	Souza	—	4		
	Eucaliptos	Ibirapuera	D. E. W.	75	2		
	Jacira	Ibirapuera	Arapanés	75	1		
	Maria Lurdes	Jacira	Iraúna	75	1		
	Iraúna	Ibirapuera	Arapanés	75	2		
	Souza	Ibirapuera	Galvota	75	3		
	Jauaperi	Souza	Noschese	75	1		
	Noschese	Jauaperi	Al. Aeapanés	75	1		
16	Pr. P. Harris	Jauaperi	Arapanés	75	2	35	
	Iraúna	Jauaperi	Arapanés	75	2		
	Eucaliptos	Jauaperi	D. E. E.	75	1		
	Jauaperi	Cotovia	Souza	—	5		
17	Catuíçara	Ilamona	Souza	100	2	359	Tubulação de 75 mm quebrada na intersecção das Ruas Inhambu x Iraúna Consumo de 20 quarteirões da zona residencial.
	Inhambu	Ilamona	Campos	—	3		
	S. Amaro	Jurema	Souza	75	2		
	Iraúna	Gaivota	S. Amaro	75	6		
	Souza	Catuíçara	S. Amaro	75	3		
	Campos	Inhambu	S. Amaro	75	1		
18	Catuíçara	Souza	Bandeirantes	75	1	58	Consumo de nove quarteirões da zona residencial.
	Campos	Jauaperi	Inhambu	75	3		
	Gaivota	Souza	Campos	75	1		
19	Inhambu	Cotovia	Ilamona	150	3	71	Consumo de 10 quarteirões da zona residencial e comercial.
	Ubalra	Eucaliptos	Jurema	75	1		
	Jurema	S. Amaro	Inhambu	75	3		
	Eucaliptos	S. Amaro	Inhambu	75	2		
	S. Amaro	Jurema	Eucaliptos	100	1		
20	Ilamona	Inhambu	Gaivota	—	2	296	Linha de 75 mm quebrada a R. Catuíçara e Couto Olívia Consumo de 11 quarteirões da zona residencial.
	Co. Olívia	Inhambu	Galvota	75	2		
	Eucaliptos	Inhambu	D. E. E.	—	2		
	Catuíçara	Eucaliptos	Ilamona	150	2		
	Fausto	Cotovia	Eucaliptos	75	1		
	Major Prado	Cotovia	Eucaliptos	75	1		
21	Pariguerapu	Cotovia	Eucaliptos	75	1		Área muito pequena para ser medida.
21	Eucaliptos	Inhambu	Galvota	75	2	0	
22	Galvota	Cotovia	Pavão	—	2	271	Vazamento ligação predial Galvota 1350
	Bem-Te-Vi	Galvota	Jauaperi	75	1		
	Pavão	Galvota	Jauaperi	75	1		Vazam. válvula incêndio Galvota/Bem-Te-Vi
	Vila n.º 1248	Galvota	Jauaperi	75	1		Consumo de 5 quarteirões zona residencial.

Anexo VIII (continuação)

Rua	Entre		Diâmet.	n.º	Consumo	Observações	Perda
			(mm)	Quadras	m³/d		Total
23 Canários Pavão Trav. Canár.	Cotovia	Pavão	150	2	92	Consumo de quatro quarteirões da zona residencial.	
	Canários	Gaivota	75	1			
	Canários	D. E. E.	75	1			
24 Inhambu Pavão Carajá	Cotovia	Pavão	150	2	125	Vazamento lig. predial a R. Inhambu 1257 Consumo de 4 quarteirões da zona residencial.	68
	Inhambu	D. E. W.	75	1			
	Inhambu	D. E. W.	75	1			
25 Tuím Pavão Vila n.º 950	Cotovia	Inhambu	150	2	0	Área muito pequena para ser medida.	
	Tuím	Inhambu	75	1			
	Tuím	D. E. W.	75	1			
26 Pintassilgo Pavão Vila n.º 443	Cotovia	Pavão	150	2	10	Consumo de 4 quarteirões da zona residencial.	
	Pintassilgo	Tuím	75	1			
	Pintassilgo	D. E. E.	75	1			
27 Araguari Pavão	D. E. S.	Pavão	150	1	0	Área muito pequena para ser medida.	
	Araguari	Pintassilgo	75	1			
28 Jauaperi Arapapi Bem-Te-Vi Pavão	Cotovia	Pavão	150	2	31	Consumo de cinco quarteirões da zona residencial.	
	Bem-Te-Vi	Pavão	75	1			
	Jauaperi	Arapanés	75	1			
	Jauaperi	Arapanés	75	1			
29 Araparés Bem-Te-Vi	Cotovia	Pavão	150	2	39	Consumo de 3 quarteirões da zona residencial.	
	Irapuera	Arapanés	75	1			
03 Ibirapuera Pavão	Bem-Te-Vi	Pavão	150	1	46	Consumo da zona comercial e industrial (2 quarteirões).	
	Ibirapuera	Arapanés	75	1			
31 Jauaperi Rouxinol	Ibijau	Pavão	—	2	27	Consumo de três quarteirões da zona residencial.	
	Arapanés	Jauaperi	75	1			
32 Ibijau Rouxinol Gaivota Canários	Jauaperi	Gaivota	75	1	229	Vazamento de registros R. Gaivota x Pavão Consumo de 7 quarteirões da zona residencial.	20
	Jauaperi	Canários	75	2			
	Ibijau	Pavão	—	2			
	Ibijau	Pavão	—	2			
33 Rouxinol Inhambu	Canários	Inhambu	75	1	400	Vazamento na linha da R. Inhambu 964 Vazamento ligação predial R. Rouxinol 545-F. Consumo de 3 quarteirões zona residencial	190 20
	Uberaba	Pavão	—	2			
34 Rouxinol Tuím	Inhambu	Tuím	75	1	30	Vazamento registro Rouxinol-T x Inhambu Consumo 4 quarteirões zona residencial.	8
	Uberaba	Pavão	—	3			
35 Pintassilgo Graúna Rouxinol	Pavão	Uberaba	—	3	20	Consumo de 5 quarteirões da zona residencial.	
	Pintassilgo	Tuím	75	1			
	Pintassilgo	Tuím	75	1			
36 Araguari Graúna Rouxinol	Pavão	Uberaba	—	3	25	Consumo de 6 quarteirões da zona residencial.	
	Pintassilgo	Tuím	75	1			
	Pintassilgo	S. Amaro	75	2			
37 Itaipópolis Periquito Graúna S. Amaro	Periquito	Uberaba	75	1	16	Consumo de 8 quarteirões zona residencial e zona comercial.	
	S. Amaro	Araguari	75	2			
	S. Amaro	Araguari	75	1			
	Uberaba	Quatá	75	2			
38 S. Amaro Cotovia	Quatá	Cotovia	—	3	50 est.	Medido consumo de onze quarteirões zona mista residencial, comercial e industrial. Consumo mínimo hora noturna no Lab. Welcome tinha sido 40 m³/d.	
	Ibirapuera	S. Amaro	—	8			

ANEXO IX

GEOFONE

Geofone é um aparelho mecânico que usa o princípio da estetoscopia na locação de vazamentos.

É um instrumento altamente sensível, devendo, por isso, ser usado quando o nível de ruído é pouco in-

tenso. O próprio vento local provoca interferência, assim como o contato entre as mangueiras de transmissão do som.

Vários outros ruídos poderão interferir na pesquisa, todavia, depois de algum tempo de prática, o operador estará suficientemente apto para distingui-los.

O som a ser procurado é semelhante ao escape de vapor, uma espécie de ruído de torrente. Inicialmente é fraco, mas aumentará de intensidade à medida que se aproximar do vazamento.

Para proceder-se à pesquisa é necessário conhecer a localização da tubulação.

Quando esta foi localizada, colocam-se os auriculares nos ouvidos, mantendo os discos do geofone o mais distante possível, caminhando sobre a mesma com sucessivos deslocamentos dos discos. Havendo vazamento, em algum lugar, o operador começará a ouvir o som de torrente mais intensamente em um ouvido, devendo continuar até que o som seja igual em ambos. Quando isto ocorrer, o vazamento estará entre os dois discos. Após localizar o primeiro vazamento, o operador começará a familiarizar-se com o som e terá menos dificuldade no futuro.

A audição de cada um é diferente.

Alguns escutam melhor os tons altos do que os baixos, porém o operador não deve ter problema de escuta em qualquer tonalidade.

Durante o trabalho de pesquisa, cada vez que forem deslocados os discos do geofone, deverão ser retirados os auriculares dos ouvidos, evitando-se a audição dos ruídos de deslocamento dos mesmos ou do choque deles com o solo.

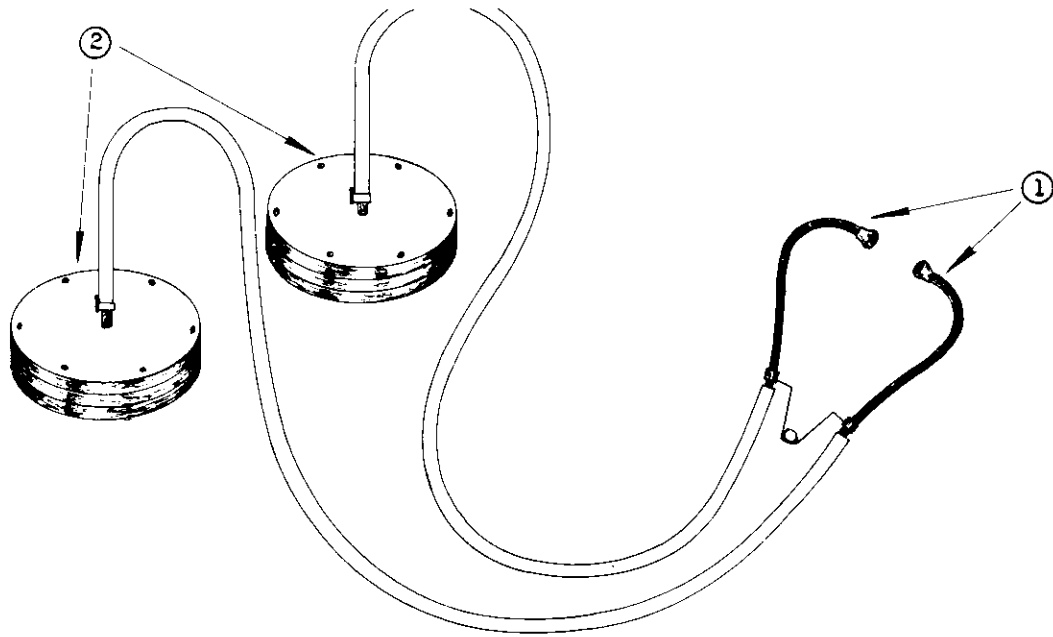
Observação Importante: O ruído de passagem de água é facilmente confundido com o ruído de um vazamento, assim sendo, quando for executada a pesquisa de vazamento em ramais, deve ser fechado o registro da

ligação, cessando a passagem de água e eliminando ou reduzindo grandemente a possibilidade de erro.

Problema semelhante poderá ser causado quando existirem peças na rede, tais como curvas, derivações e reduções. A existência de uma obstrução também levará ao engano, pois o ruído produzido pela água tem as mesmas características.

Poderá ocorrer ainda que o ruído mais intenso se localize longe do ponto correto, bastando para tanto que o vazamento se encontre em profundidade maior que o ponto da rede em que se detectou o som de maior intensidade.

ANEXO IX



GEOFONE

LEGENDA

- 1 - AURICULARES
- 2 - DISCOS SENSORIAIS

sabesp - VISTO E ACEITO		companhia de saneamento básico do estado de são paulo				N.º	
ANALISADO	/ /	GEOFONE				R.	FL.
ACEITO	/ /					ÁREA PROJ.	
VISTO	/ /	SUB - ÁREA PROJ.				N.º CONTRATADA	
EXECUTADO		DES. <i>NICOLAU</i>	9 / 11 / 78	APROVADO POR		ESCALA	
		PROJ.	/ /	ASS.	CREA	/ /	

