

# BOLETIM

DA

# REPARTIÇÃO DE AGUAS E ESGOTOS

de S. Paulo

Diretor: Eng.º Oswaldo B. Thompson

NUMERO 7	Publicação Periodica S. Paulo — Setembro de 1939	ANO III
----------	-----------------------------------------------------	---------

## Relatorio da Comissão de Estudos de Hidrometros (\*)

I

### INTRODUÇÃO

Afim de que pudesse se inteirar do modo pelo qual se processavam na R. A. E. a aquisição, o recebimento, a colocação e a reparação de hidrometros, tratou a Comissão, constituída em fevereiro de 1938, para organizar o serviço de medidores de agua desta Capital, de proceder, em primeiro lugar, ao estudo minucioso da atual organização desses serviços.

Esse estudo, no qual se incluiu a análise minuciosa do custo dos serviços, serviu de base ao projéto para a criação de um novo serviço especializado de "Medidores e Consumo", que deverá incorporar todos os elementos interessados, tanto na instalação, como na exploração de medidores de consumo de agua.

Para o estudo do comportamento do hidrometro, tanto na rêde, como por ocasião do recebimento, não encontrou a Comissão sinão escassos dados técnicos e estatísticos, sendo essa deficiência oriunda essencialmente da falta de um órgão especificadamente incumbido dos serviços de hidrometros.

Tornaram-se, assim, indispensaveis, não só estudos sistematicos e prolongados para a obtenção desses dados, como pesquisas pormenorizadas dos fenomenos que, peculiares ás aguas do abastecimento de São Paulo, eram até então desconhecidos.

No decorrer dos estudos, verificou-se o comportamento desvantajoso, na rêde de São Paulo, dos hidrometros de velocidade que ainda

(\*) Pela propria natureza do estudo feito, fomos obrigados a resumir o presente trabalho, substituindo tambem as marcas dos hidrometros por letras.

constituem a totalidade dos existentes, abstraindo-se de alguns milhares de medidores volumetricos antiquados, de aquisição muito remota.

Em vista desse resultado não poude a Comissão furtar-se ao estudo da possibilidade e conveniencia da adoção do hidrometro volumetrico moderno, de embolo rotativo, que vinha até então, sendo considerado como inadequado para a rêde de agua de São Paulo.

Como, desses hidrometros volumetricos de embolo rotativo, não dispuzesse a Comissão sinão de uns poucos individuos, — alguns de São Paulo e outros de Santos e de Campinas — houve mistér se levasse a efeito a aquisição de maior numero deles, para estudos, de confirmação ou não, dos resultados satisfatorios que se obtiveram no exame dos exemplares na ocasião existentes.

Com a chegada desses hidrometros novos, que, em numero de 200 de cada uma das quatro marcas "X", "Y", "Z", "W", foram entregues á Comissão, de fevereiro a março do ano corrente, procedeu-se aos ensaios para a verificação, de modo concludente, não só das qualidades, como do comportamento em serviço desse tipo de medidores.

Os resultados obtidos no estudo do hidrometro volumetrico, como no de velocidade, serviram á determinação das características apresentadas por um e por outro tipo, com relação á estabilidade dos erros, á homogeneidade, á sensibilidade e precisão da medida, á permanencia dessa precisão e ás causas e influencias das concreções e depositos.

De posse desses elementos a Comissão procedeu ao estudo economico referente á adoção de hidrometros volumetricos, baseado diretamente no aumento das indicações de consumo fornecidas na rêde por esses medidores, em confronto com as dos hidrometros de velocidade.

Como complemento dos estudos técnicos e dos de organização do "Serviço de Hidrometros", foi estabelecido o plano de generalização para a colocação de hidrometros em todos os predios ligados á rêde no prazo de 3 anos, a partir de 1939.

Encontram-se nesse relatorio, sob forma resumida, os resultados das pesquisas tecnicas a que a Comissão procedeu.

À 1.<sup>a</sup> Secção Técnica da R. A. E., que atualmente cuida da parte tecnica dos serviços de hidrometros, foi entregue a coletanea de todos os dados mais detalhados e dos resultados de ensaios sobre que se baseou a Comissão para suas conclusões.

## II

### ESTUDOS TÉCNICOS

#### A — Consumo domiciliario

A necessidade de se estabelecer, com maior segurança, a capacidade usual a ser adotada para o hidrometro, como tambem o tipo deste, induziu a Comissão a fazer, além de outros, o estudo de consumo domiciliario, de sua variação diaria, bem como da frequencia das suas diversas grandezas.

## 1 — Frequencia de grandezas de consumo

Para o conhecimento do regime de consumo dos predios ligados á rêde de aguas, procedeu-se ao levantamento estatístico das diversas grandezas de consumo em 40.486 predios providos de hidrometros.

A distribuição das grandezas de consumo resultante dessa estatística pôde ser considerada como applicavel aos 121.000 predios atualmente ligados á rêde distribuidora de aguas.

Acha-se o levantamento em questão representado no quadro *anexo n.º 1*, e no grafico *anexo n.º 2*.

Considerando, dos 40.486 predios acima referidos, apenas aqueles, em numero de 40.039, cujo consumo não ultrapassa 300 m<sup>3</sup>/mês, — pois que acima deste limite o consumo é tipicamente industrial, — verifica-se que é de 34,4 ms<sup>3</sup> o consumo medio mensal.

Esse numero de predios representa 99% dos 40.486 casos incluidos na estatística, sendo de 15 a 25 ms<sup>3</sup>/mês os consumos mais frequentes.

O numero de predios de consumo mensal não excedente a 90 ms<sup>3</sup> atinge a 94% da totalidade, sendo de 28,6 ms<sup>3</sup> o seu consumo medio por mês. A esse tipo de predio applica-se o hidrometro de 3 ms<sup>3</sup> de capacidade.

Ao se observarem o quadro e o grafico acima referidos, nota-se ainda que cerca de 50 % dos predios de consumo até 90 ms<sup>3</sup>/mês, apresentando grandeza de consumo entre 0 e 25 ms<sup>3</sup> por mês, contribuirão, na arrecadação, apenas com a parte correspondente á taxa fixa.

## 2 — Variação do consumo — Causas e consequencias

Para o conhecimento das vazões horarias de trabalho dos hidrometros na rêde, levantaram-se diagramas de consumo domiciliario em diversos predios, por meio de leituras de 3 em 3 minutos, feitas em hidrometro volumetrico instalado em série com o de velocidade.

A grande frequencia de pequenas vazões, levou a Comissão á pesquisa de suas causas. Verificou-se, então, que as fracas vazões não são apenas motivadas pelos pequenos vazamentos, mas tambem pela redução de vazão, ocasionada pelas torneiras de boia utilizadas nas caixas de descargas e nos reservatorios domiciliarios.

Os gráficos *anexos ns. 3 e 4*, (influencia da grandeza de consumo e influencia do reservatorio domiciliario) evidenciam a influencia desses fatores (vazamentos e torneiras de boia) no erro de indicação pelo hidrometro de velocidade. Para maior precisão esses dois diagramas foram obtidos com leituras de 10 em 10 segundos e registro de escoamento de 1/8 de litro, durante 2 horas.

A influencia das torneiras de boia, na reposição de volume consumido com escoamento de curta duração e de alta vazão, por outro fornecido mediante escoamento demorado e de pequena vazão, que, em parte não é indicado pelo hidrometro de velocidade, está representada no grafico *anexo n.º 5*.

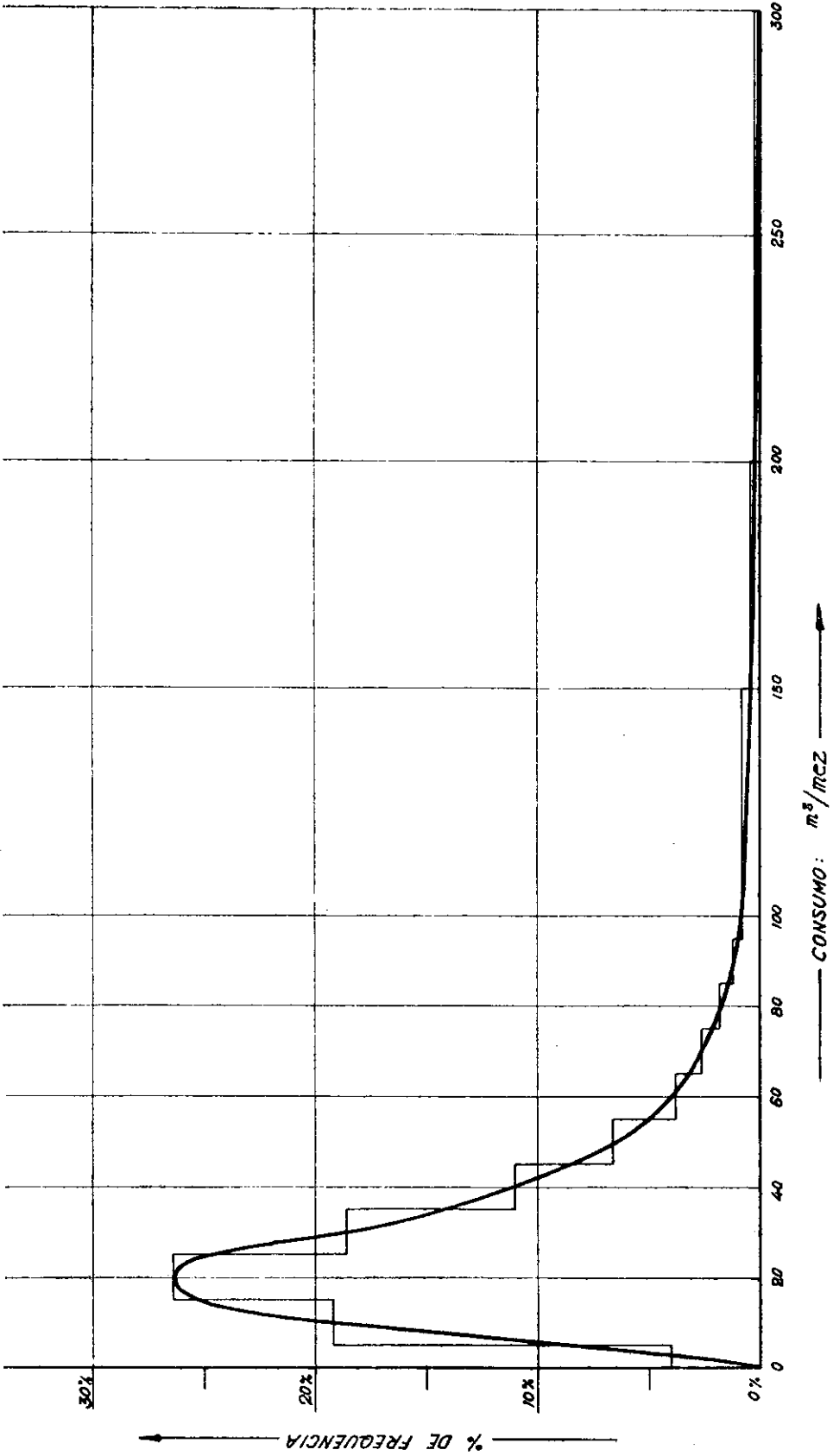
## ANEXO N.º I

## Quadro de frequencia de grandezas de consumos

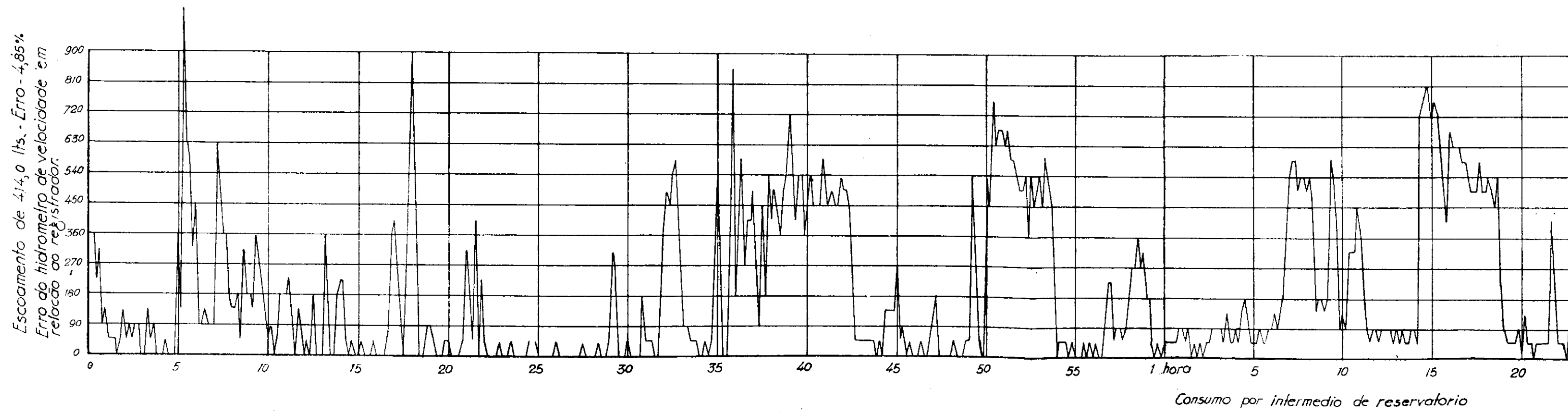
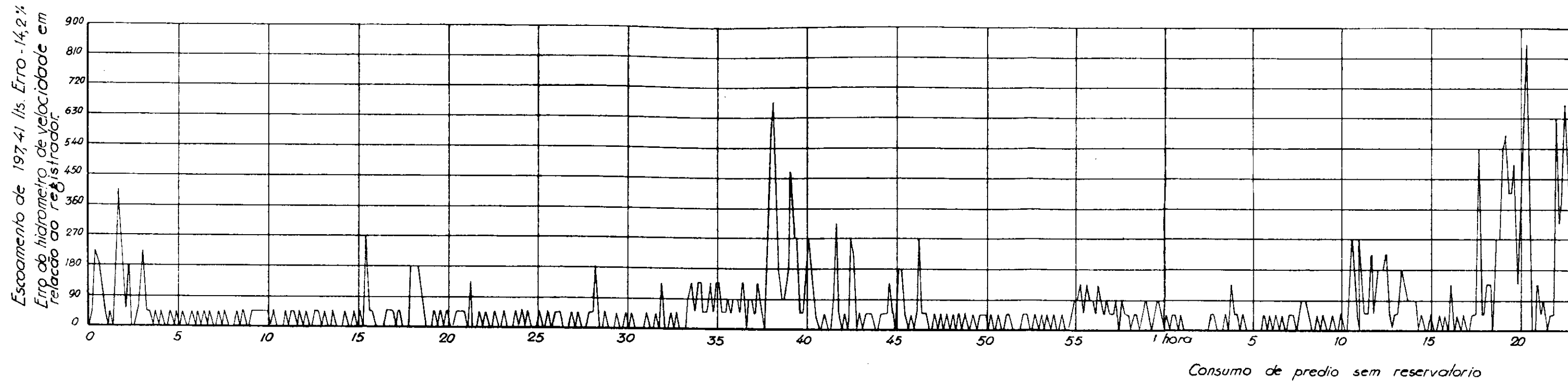
Consumo mensal M. <sup>3</sup>	N.º de Predios	%	Grupos de accordo e/capacidade de hidrômetro adequado	% dentro do Grupo I	Consumo mensal M. <sup>3</sup>	Consumos medios mensaes no Grupo I M. <sup>3</sup>
0 — 5	1.506	3,7	Grupo I (Hidrômetros de 3m. <sup>3</sup> ) (94,2%)	3,9	4.520	15
6 — 15	7.739	19,1		20,3	77.390	
16 — 20	5.307	13,1		13,9	106.140	23
21 — 25	5.307	13,1		13,9	106.140	
26 — 35	7.436	18,5		19,6	223.890	34
36 — 45	4.447	11,0		11,7	177.880	
46 — 55	2.628	6,5		6,9	131.400	62
56 — 65	1.505	3,7		3,9	90.300	
66 — 75	1.099	2,7		2,9	76.930	
76 — 85	684	1,7		1,8	54.720	
86 — 95	459	1,1	1,2	41.310		
96 — 100	275	0,7		26.800		
101 — 150	993	2,5	Grupo II Hidrômetros de 5m. <sup>3</sup>		124.000	
151 — 200	345	0,8	Grupo III Hidrômetros de 7 m. <sup>3</sup>		60.500	
201 — 300	282	0,7	Grupo IV Hidrômetros de 10 m. <sup>3</sup>		70.500	
300 — 400	124	0,3	Grupo V Hidrômetros diversos		43.400	
400	323	0,8				
	40.486	100,0		100,0		

ANEXO N.º 2

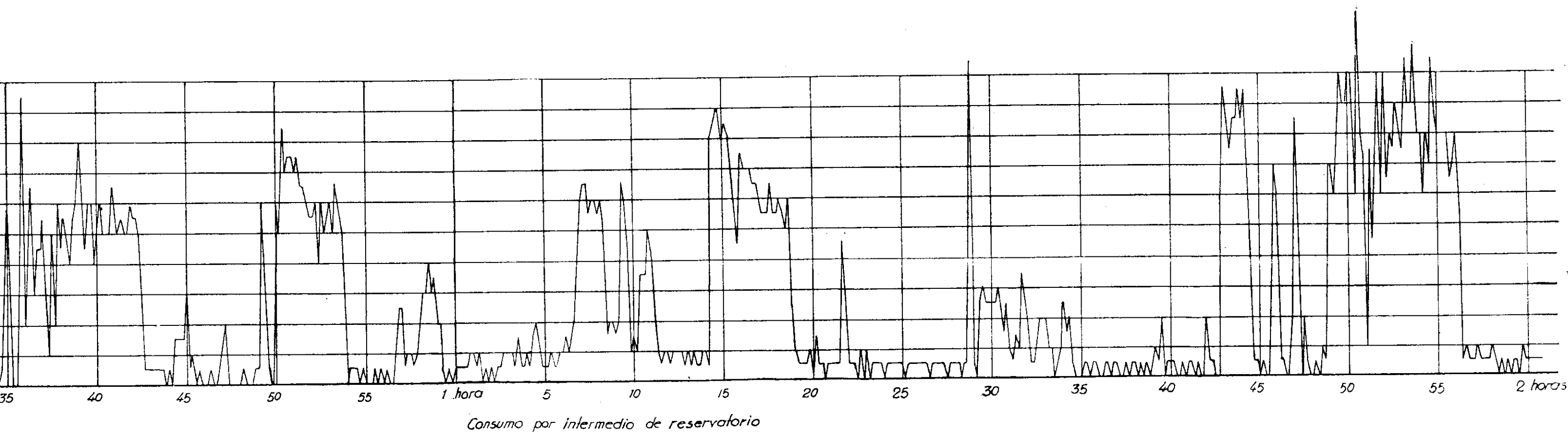
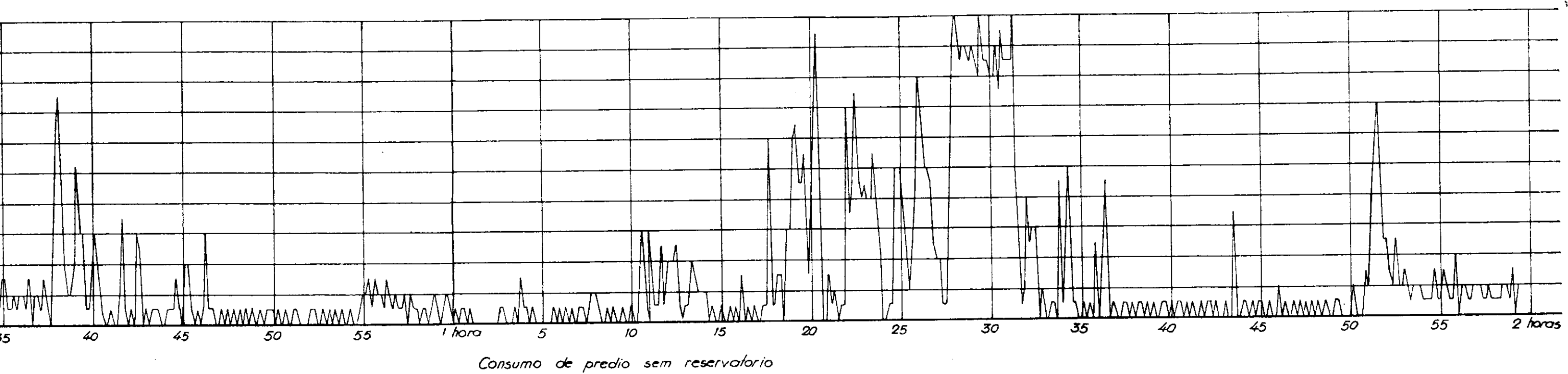
FREQUENCIA DE GRANDEZA DE CONSUMOS  
( 40.039 Predios )



# INFLUENCIA DA GRANDEZA DO CONSUMO

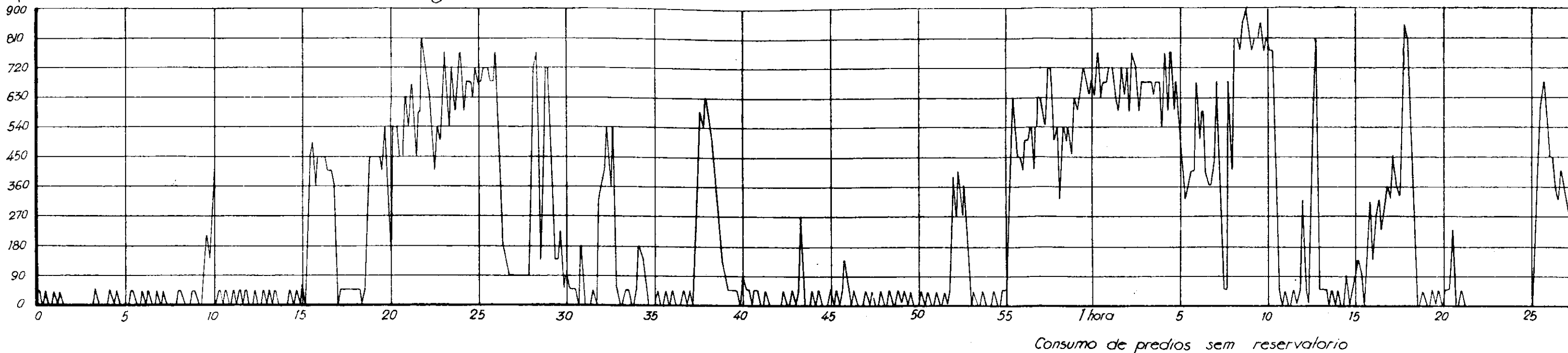


# INFLUENCIA DA GRANDEZA DO CONSUMO

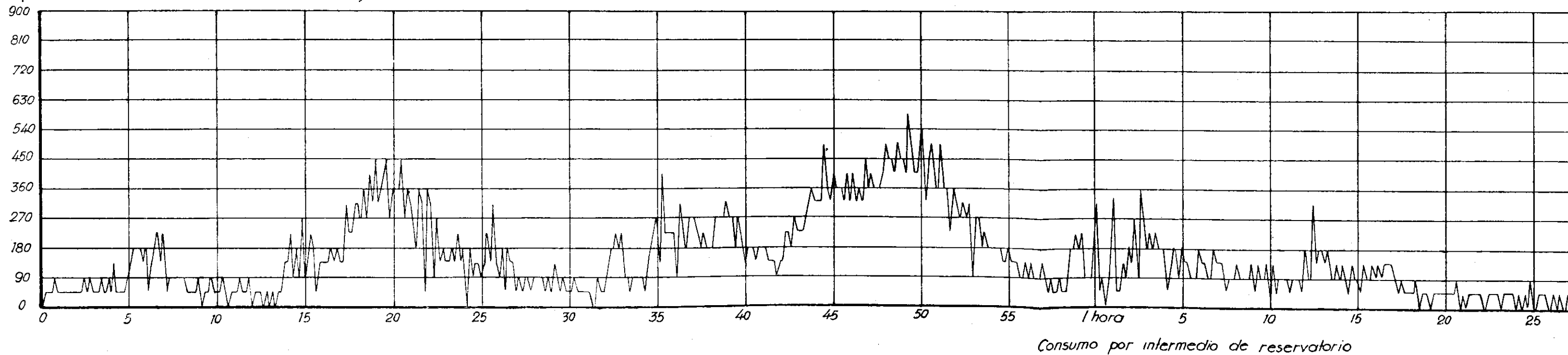


# INFLUENCIA DO RESERVATORIO DOMICILIARIO

Escoamento de 413,50 litros - Erro = 5,4% (erro do hidrometro de velocidade em relação ao registrador.)

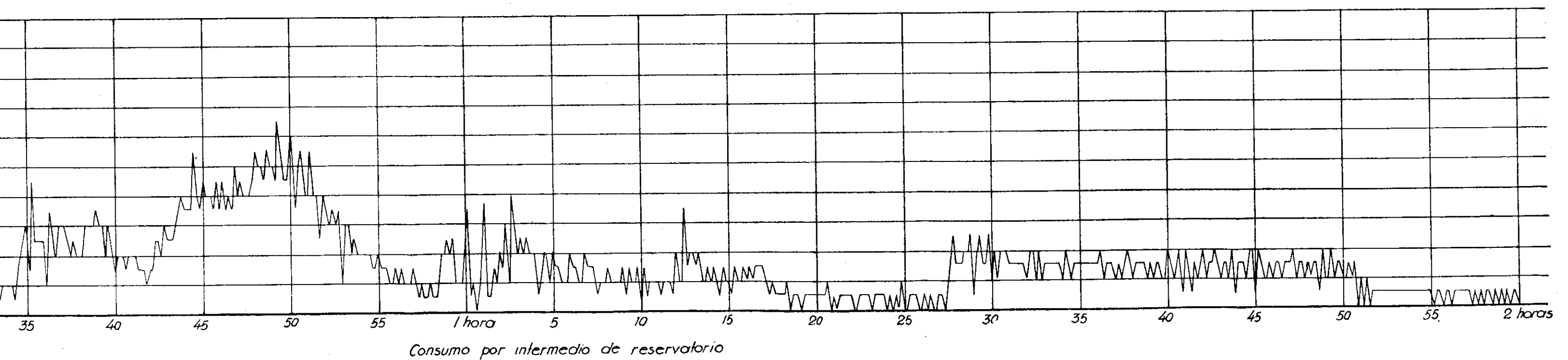
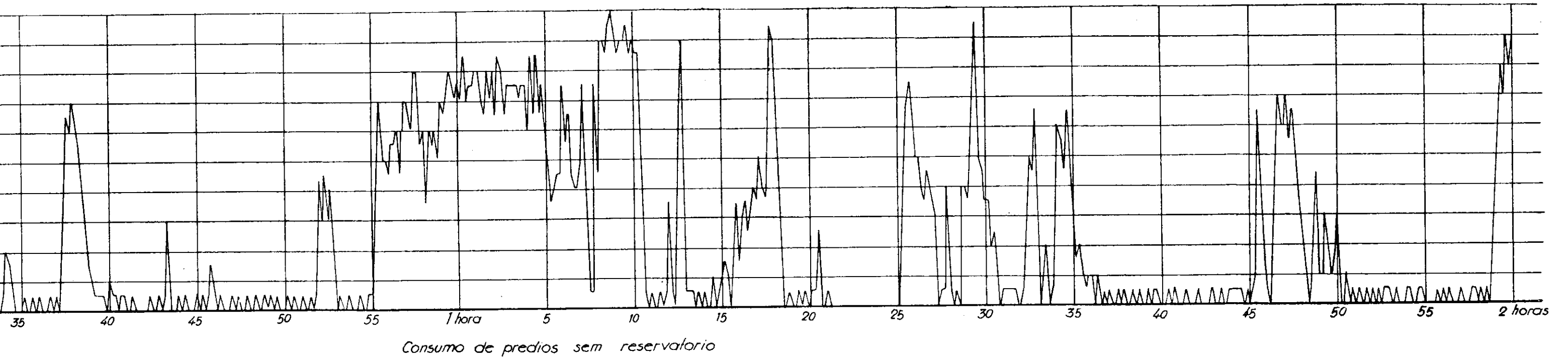


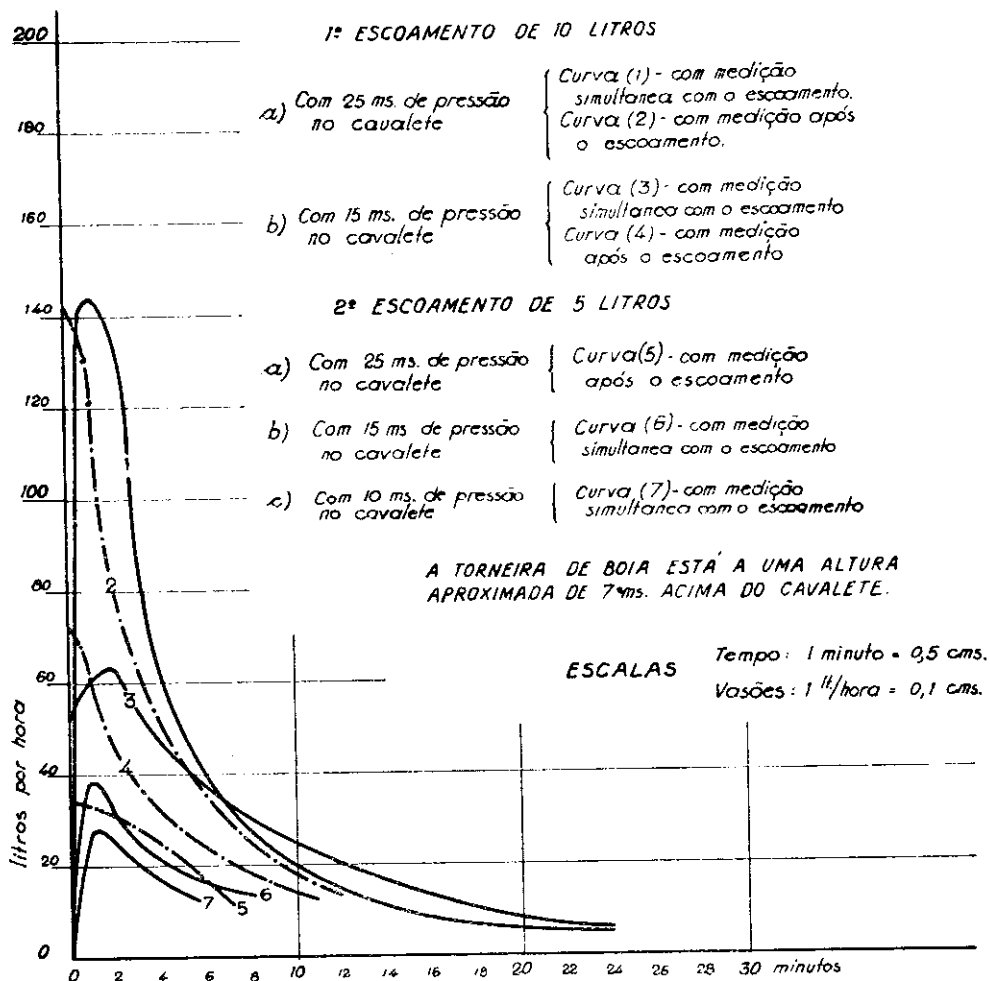
Escoamento de 307,50 litros - Erro = 11,4% (erro do hidrometro de velocidade em relação ao indicador.)





# DEMANDA DO RESERVATORIO DOMICILIARIO



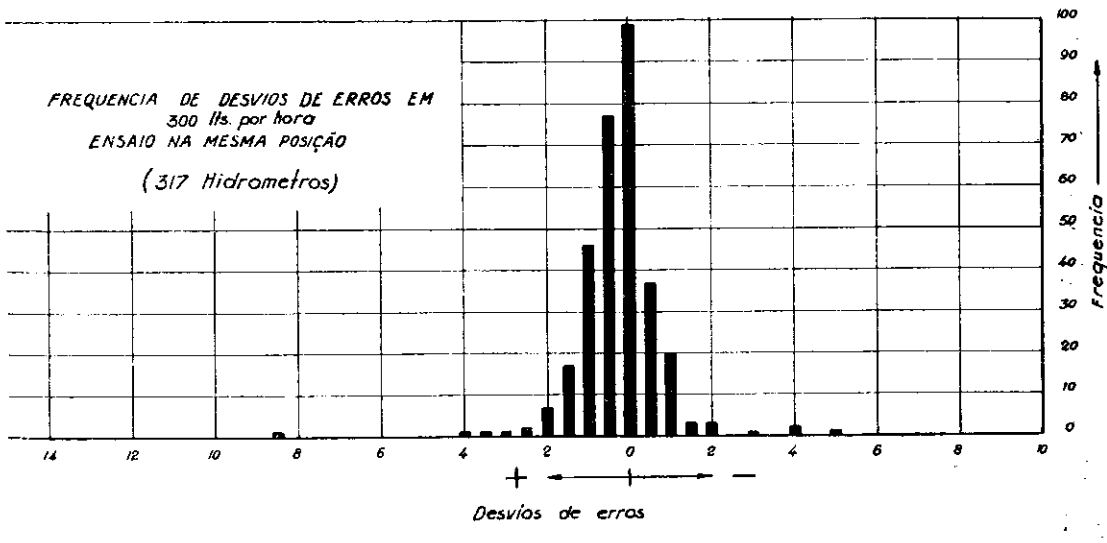
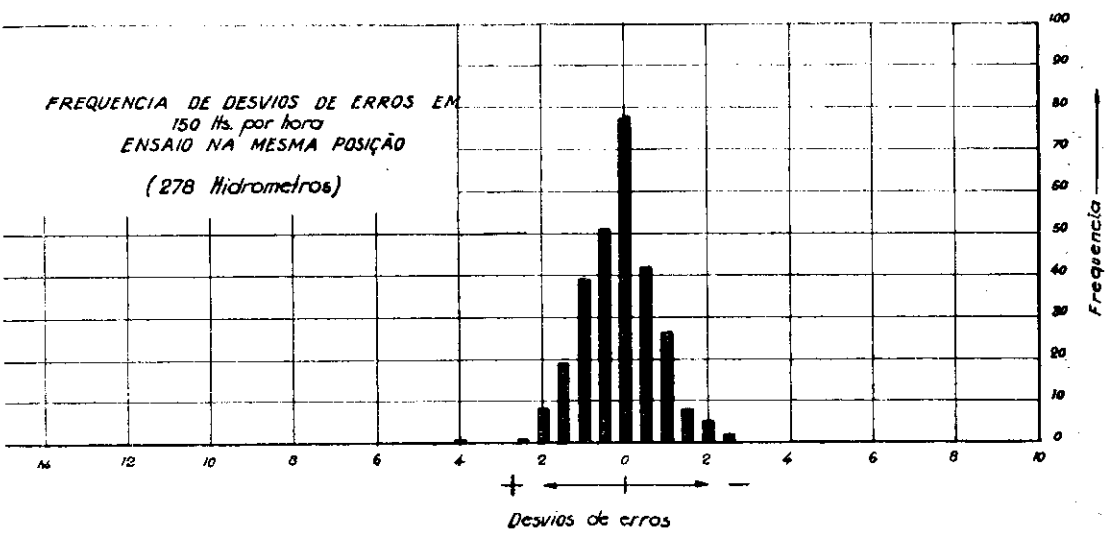
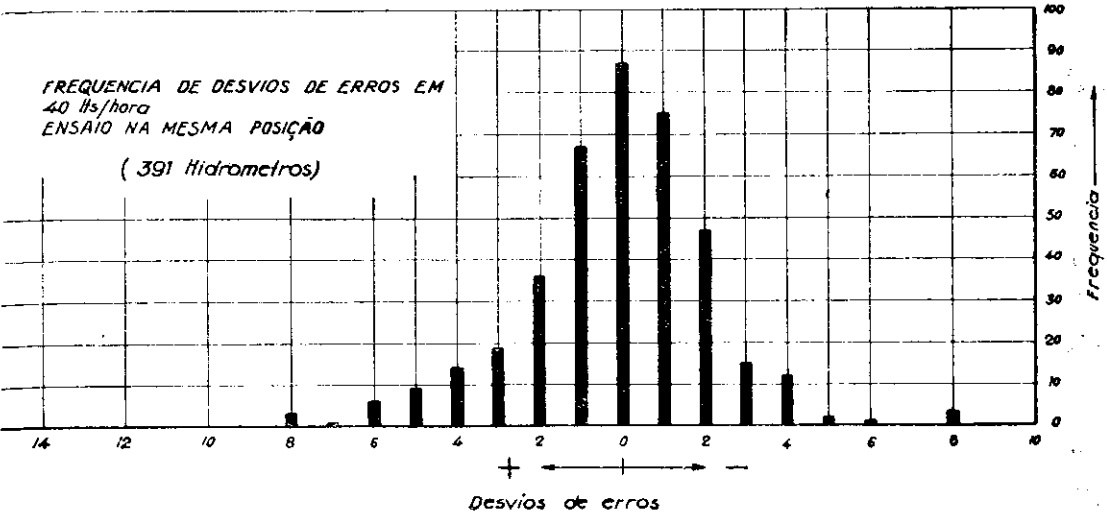


## B — Hidrometros de velocidade

### 1 — Gráu de validade dos ensaios

A comissão, tendo notado que era frequente a alteração do erro de indicação quando se submetia o hidrometro de velocidade a uma repetição de ensaios, mesmo em idênticas condições às da experiência anterior, voltou sua atenção para a relatividade do valor dos resultados obtidos.

Resolveu, pois, nessas experiências, determinar qual o gráu de validade dos ensaios que a R. A. E. estava realizando para o recebimento da partida de hidrometros de suas ultimas encomendas. Dos estudos levados a efeito resultou determinar-se a frequencia de desvios de erros repetidos em idênticas condições para representa-la graficamente (anexo 6).



Do calculo do desvio medio do erro (D. M.) e do erro provavel (E. P.). resultam os seguintes elementos:

Vazão (ls./hora)	Escoa- mento (ls.)	D. M. (%)	E. P. (%)
40	50	1,74	± 1,45
150	100	0,68	± 0,6
300	100	0,64	± 0,54

## 2 — Influencia da pressão —

A Comissão foi levada ao estudo da influencia da pressão de ensaio nos erros de indicação pelo fáto de haver notado alteração do erro determinado num ensaio, quando este se repetia com pressão diversa da utilizada anteriormente.

A resistencia oferecida pelo *bucim* (prensa-estopa) constitue, nas pequenas vazões, parcela preponderante da resistencia total oferecida ao movimento da roda de palhetas por todo o mecanismo do hidrometro. Ela cresce com a pressão da agua no hidrometro, o qual passa, por isso, a indicar para menos a medida que a pressão se eleva.

No diagrama, — *anexo n. 7* — de variação do erro em função da pressão, na vazão de 40 litros/hora, está evidenciado como se processa a influencia da pressão em hidrometros da marca "W", tomando-se como referencia a pressão de 10 ms. c. a.

Resultados semelhantes aos obtidos com os hidrometros da marca "W", deram os ensaios realizados com alguns medidores de outras marcas, para verificação da influencia da pressão sobre os erros de indicação.

Esses hidrometros apresentaram, dum modo geral, variações de erros para menos, na vazão de 40 litros, sempre que a pressão se elevava de 10 para 35 ms. c. a.

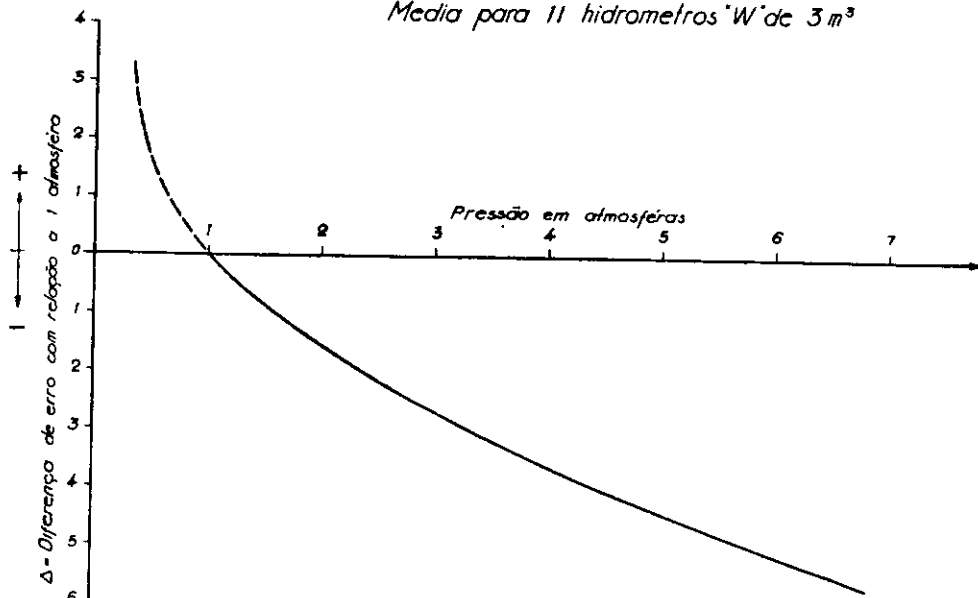
Essas alterações de erros são, no entretanto, de grandeza variavel conforme a construção do hidrometro e seu tempo de permanencia na rede.

## 3 — Variação do erro em hidrometros submetidos a escoamento continuo

Depois de uma serie de ensaios procedidos não só no laboratório de Hidromecanica da Escola Politécnica com escoamento prefixado e repetido, como nas instalações junto ás Oficinas da R. A. E., afim de se investigar a variação de erros que os hidrometros apresentavam

## ANEXO N.º 7

VARIAÇÃO DO ERRO EM FUNÇÃO DA PRESSÃO  
 PARA VASÃO DE 40 lts/hora  
 Média para 11 hidrometros 'W' de 3 m<sup>3</sup>

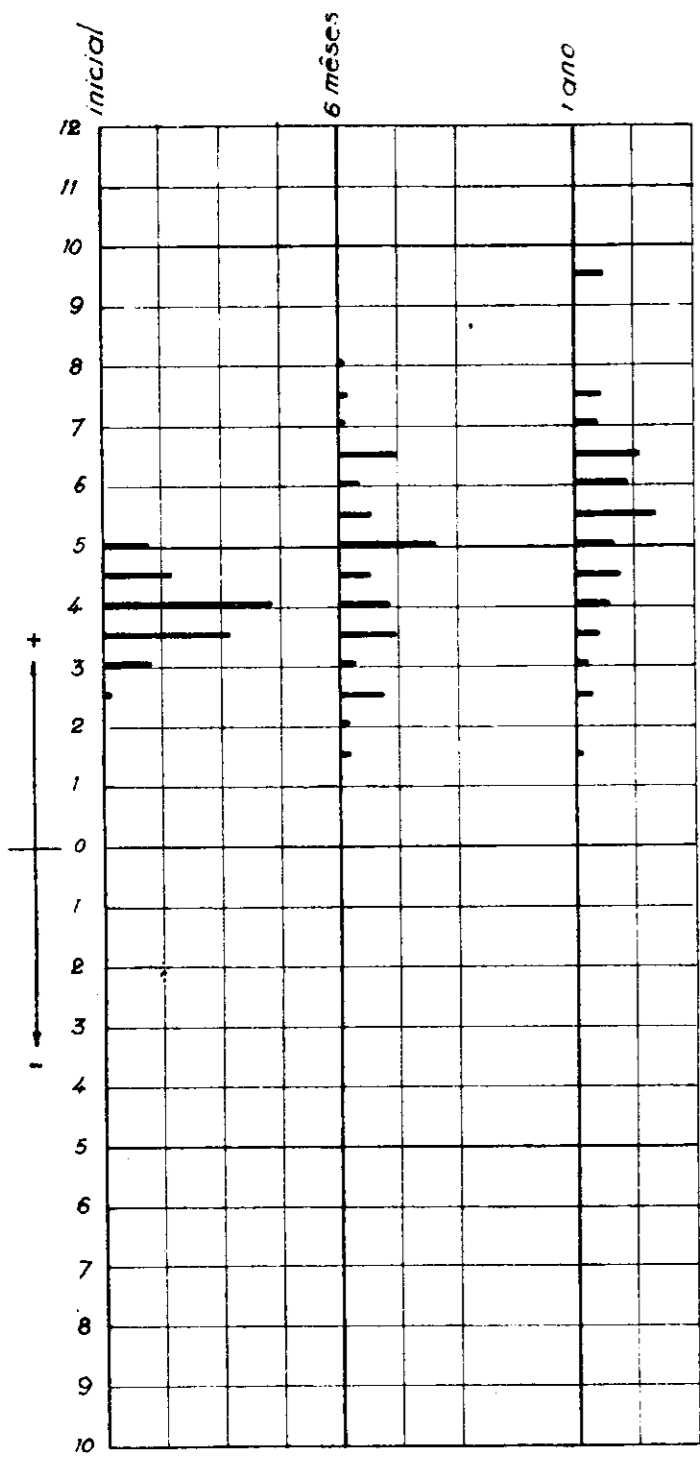


quando em funcionamento na rede, ensaios esses feitos com diversos hidrometros de 5 diferentes marcas, a Comissão constatou, de um modo geral:

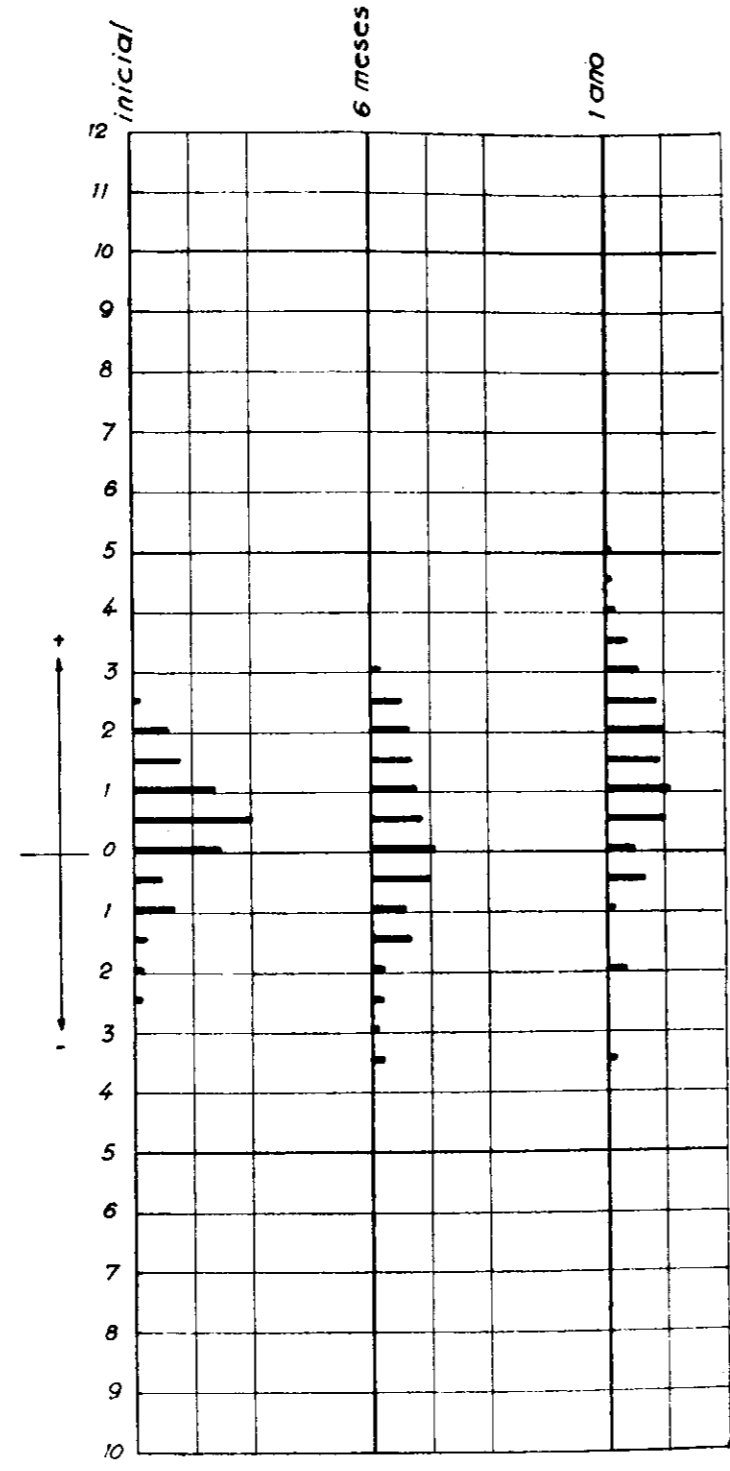
- 1.º) — que os hidrometros de velocidade submetidos a escoamento com aguas tratadas ou apenas cloradas, sofrem qualquer que seja a sua marca, altos acrescimos positivos nos erros de indicação, variando o valor desses acrescimos na razão inversa da grandeza da vazão;
- 2.º) — que, os erros, toda vez que se aumenta o fluxo de agua e sempre que este se interrompe para ser restabelecido a seguir, apresentam intensa variação para menos, permanecendo, porem com seus valores sempre acima das cifras obtidas no inicio da experiencia. A alteração dos erros para menos se faz sentir com maior intensidade quando os hidrometros são transferidos da torre para a máquina de ensaios, onde, habitualmente se submetem, anteriormente á aferição, a um escoamento sob grande vazão horaria;
- 3.º) — que não só os hidrometros que haviam sido submetidos a escoamento continuo como os procedentes da

# ENSAIOS NA RÊDE - 150 lts/hora

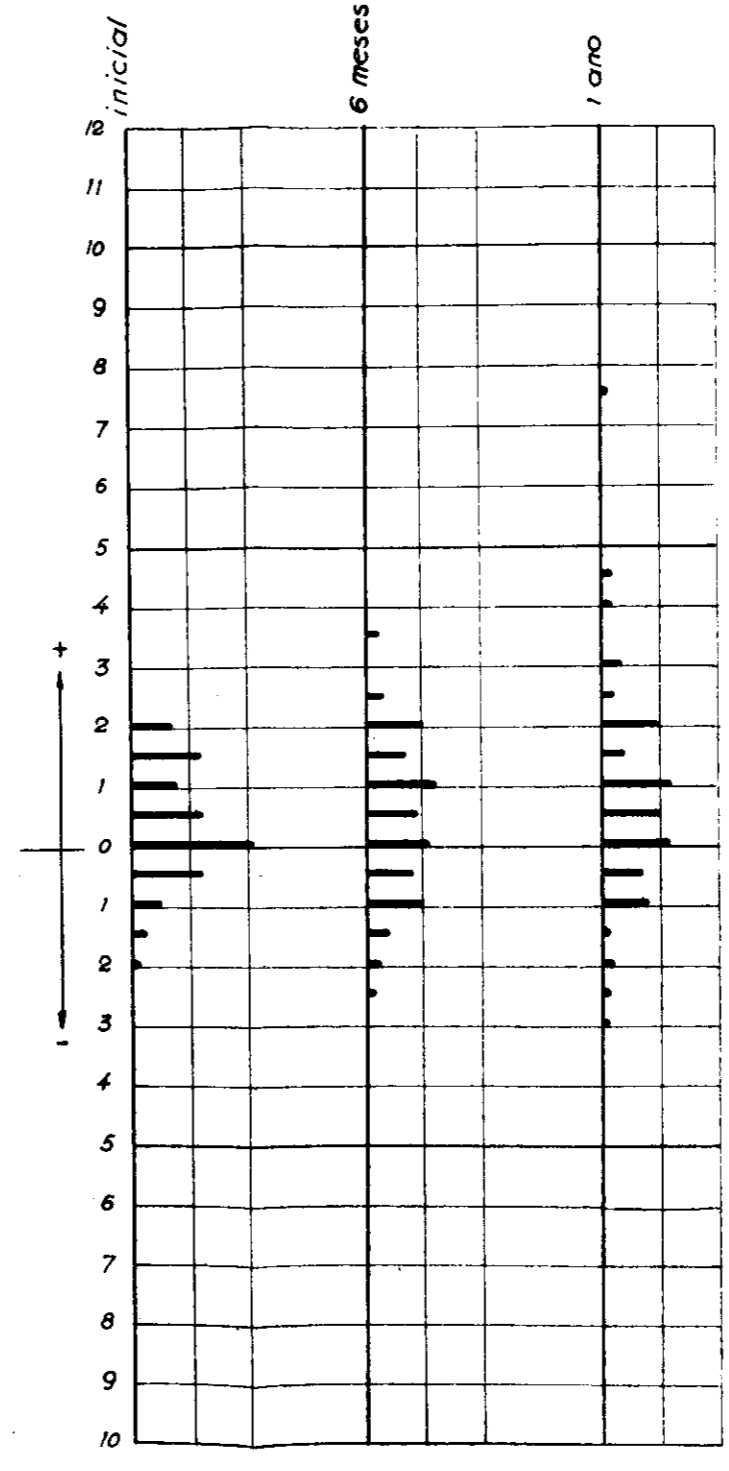
DISTRIBUIÇÃO DE FREQUENCIA DOS ERROS INICIAIS APÓS 6 MÊSES E 1 ANO - 80 HIDROMETROS DE CADA MARCA



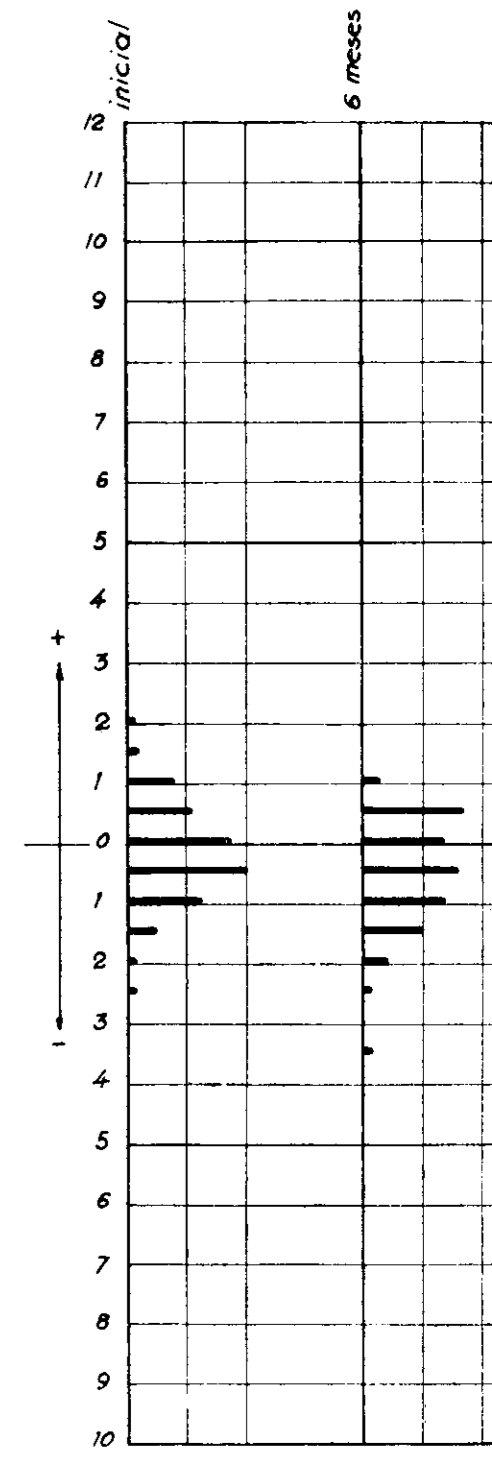
"W"



"M"



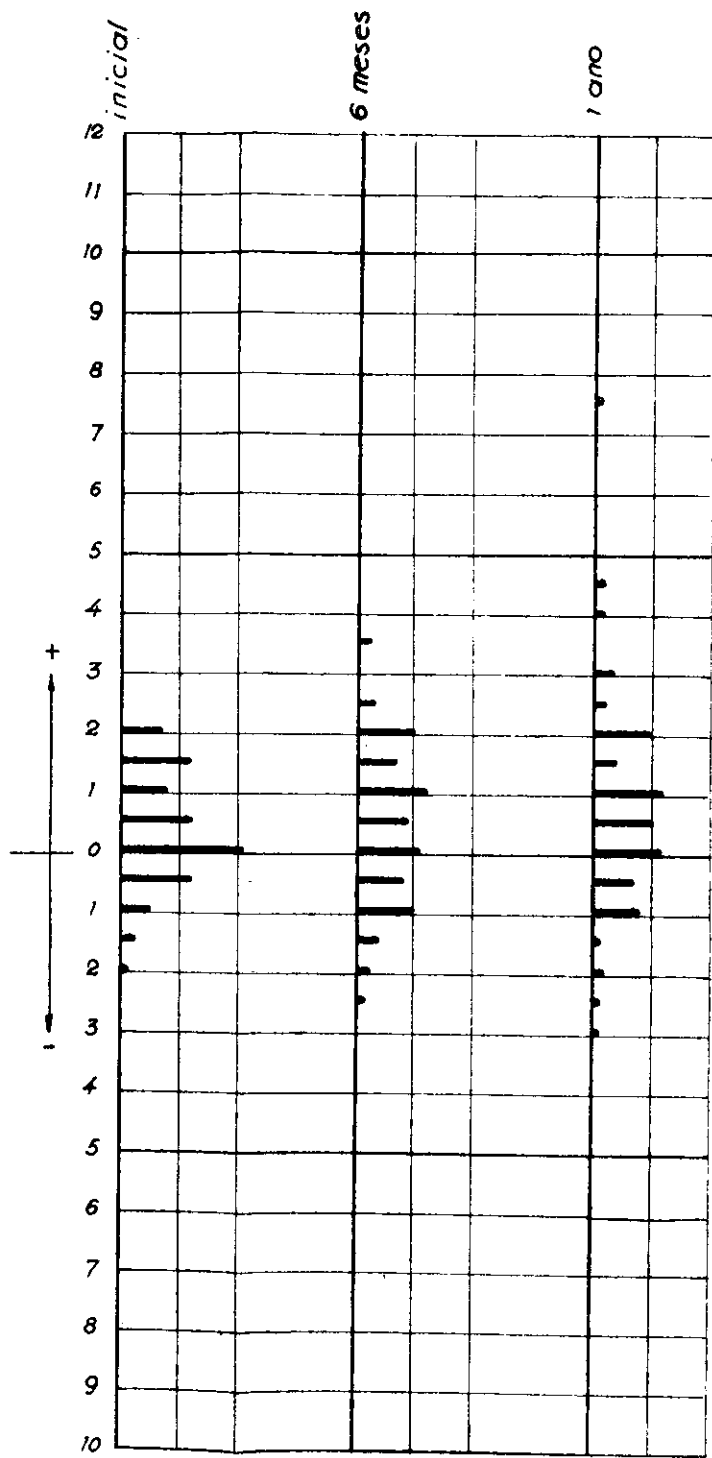
"P"



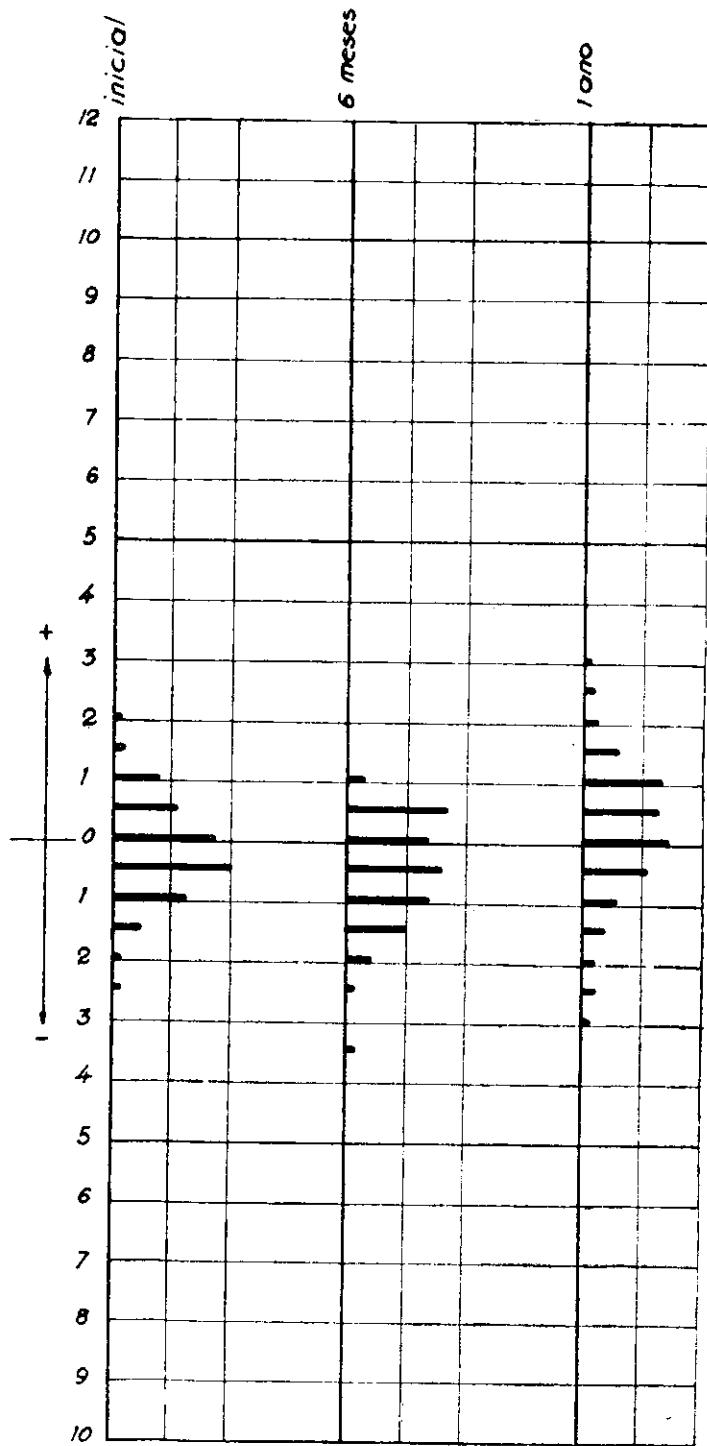
"Y"

50 lts/hora

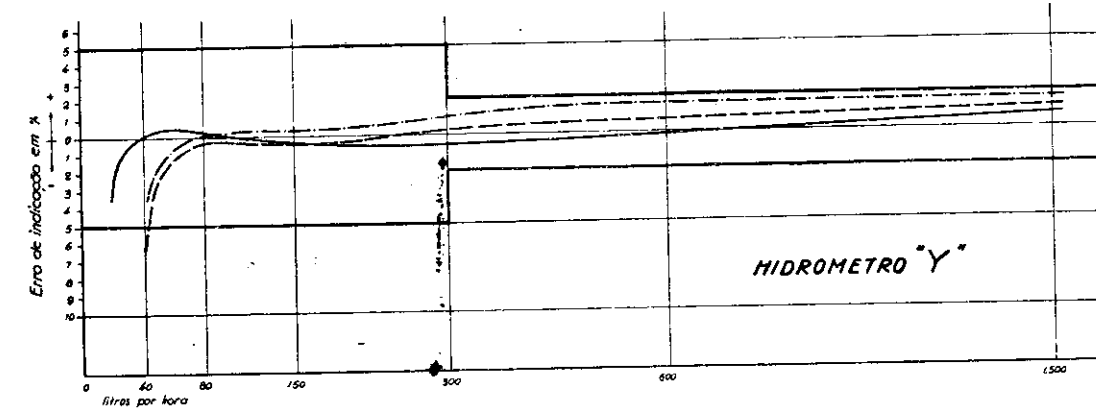
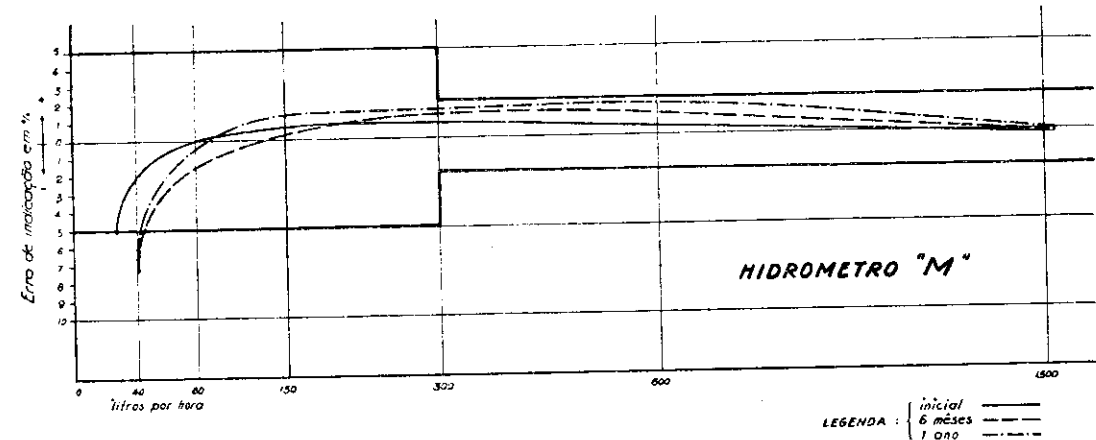
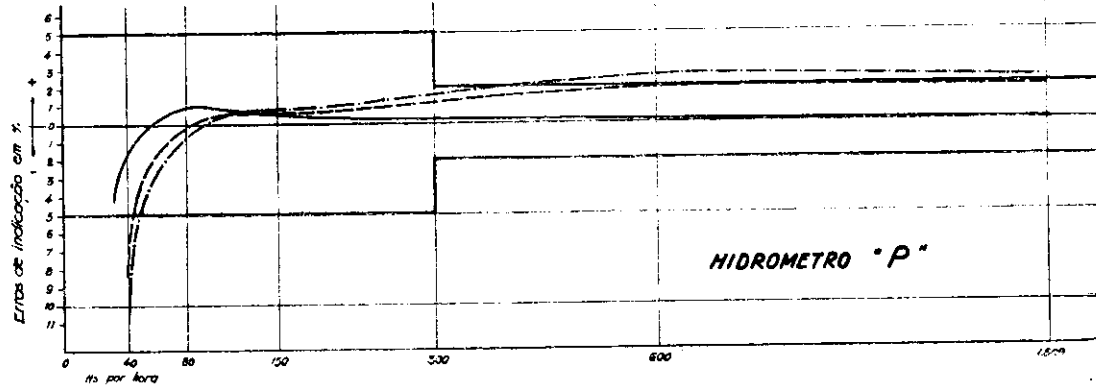
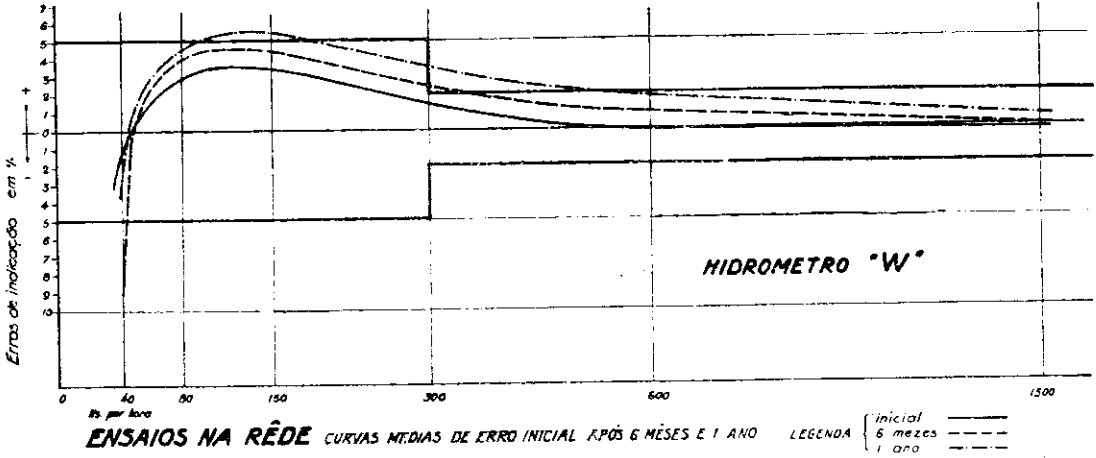
6 MESES E 1 AÑO - 80 HIDROMETROS DE CADA MARCA



"P"



"Y"





rêde, também com variação de erro para mais, apresentavam tenues depositos de natureza viscosa e instáveis, localizados principalmente nos orificios da camera da turbina e em volta delas.

O aumento gradativo desses depositos provoca a variação de erro para mais.

#### 4 — Erros de indicação dos hidrômetros após funcionamento na rêde.

No curso do ano de 1937 havia a R. A. E. adquirido, a titulo de experiencia, uma partida de cerca de 500 hidrometros de cada uma de 3 marcas diferentes, alem dos que já adquirira de outros fabricantes e que estavam em ensaios de recebimento.

As experiencias para estudos desses hidrômetros novos de quatro marcas distintas foram levadas a efeito tanto na máquina de ensaios como na rêde.

a) *Verificação na máquina de ensaios.* — Em lotes de 100 hidrômetros de cada uma das marcas, de cuja aquisição acima se trata, já a propria R. A. E. havia realizado ensaios sistemáticos com relação ao comportamento desses medidores na rêde. Dos resultados obtidos com a revisão dos erros desses hidrometros após 6 a 12 meses de serviço na rêde utilizou-se a Comissão para estabelecer:

- a curva média dos erros para cada marca, após 6 e 12 meses de funcionamento na rede (*anexo n.º 8*).
- a distribuição de frequencia dos erros, nas vazões horarias de 40, 150, 300 e 1.500 litros, após 6 e 12 meses de funcionamento.

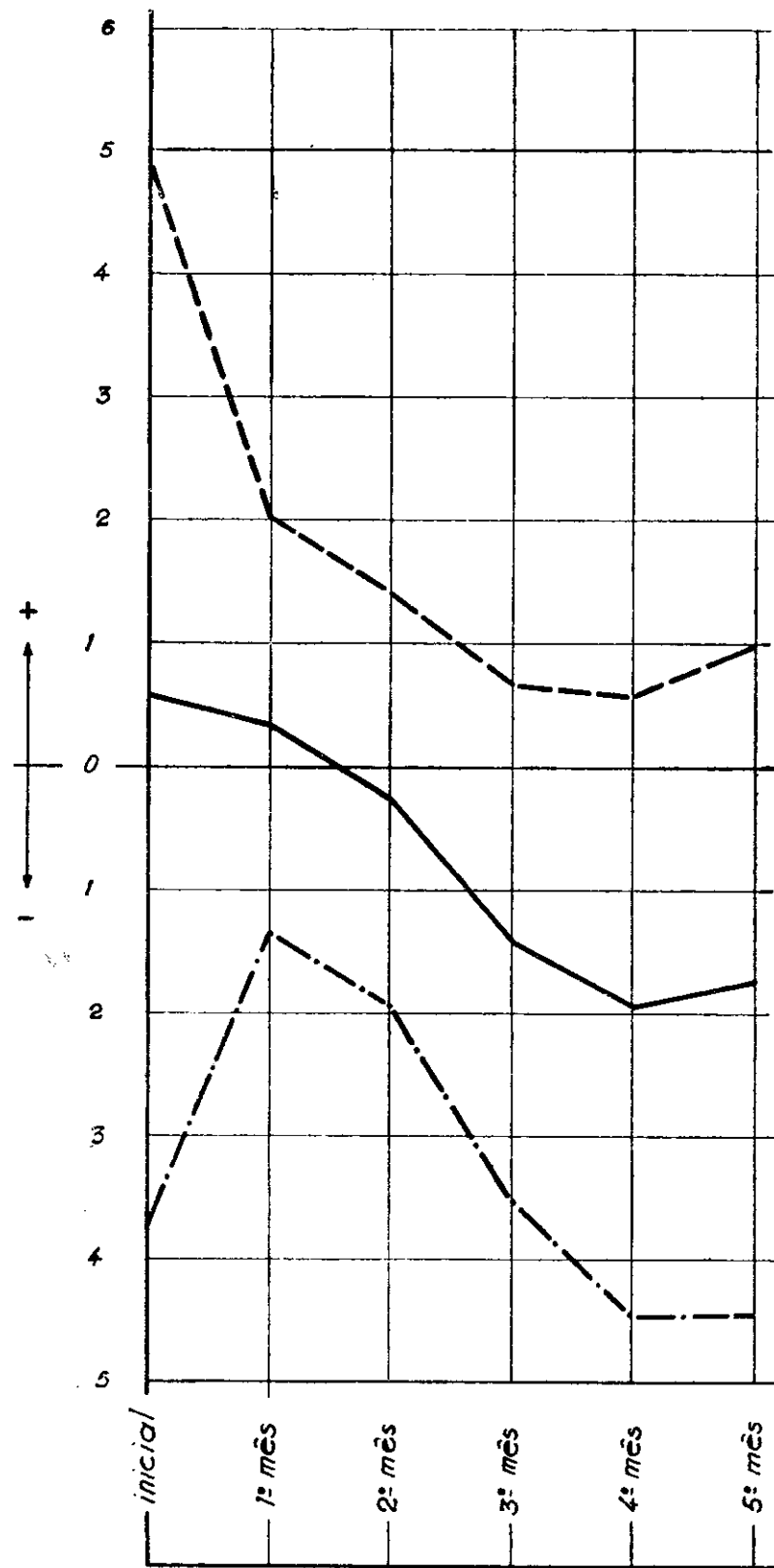
Observando-se as curvas, nota-se que, depois de 6 meses de funcionamento, os hidrometros mostravam, relativamente aos erros iniciais, franca tendencia de variação destes para mais nas vazões médias e nas grandes, ao passo que, nas pequenas vazões, a variação era para menos.

A falta de homogeneidade nas variações dos erros após 6 e 12 meses de atividade dos hidrometros, caracteriza-se pela irregularidade que se percebe na distribuição de sua frequencia.

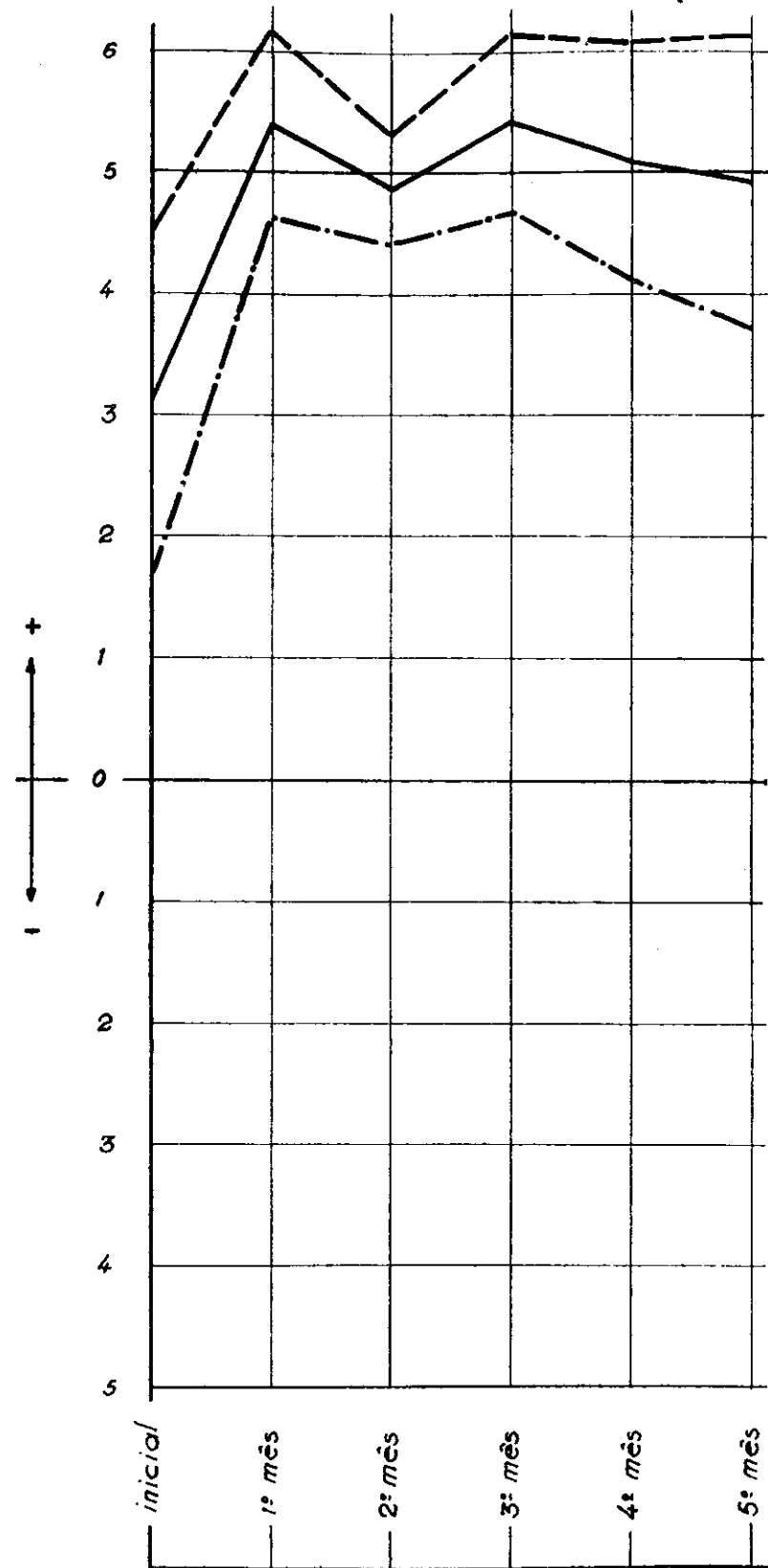
No grafico de distribuição de frequencia na vazão horaria de 150 litros (*anexo n.º 9*) pode-se constatar essa irregularidade, semelhante à apresentada em outras vazões.

Os resultados que os hidrometros ofereciam, já após seis meses de funcionamento, impuseram á comissão uma pesquisa mais minuciosa do fenomeno e em prazo mais curto de trabalho dos hidrometros.

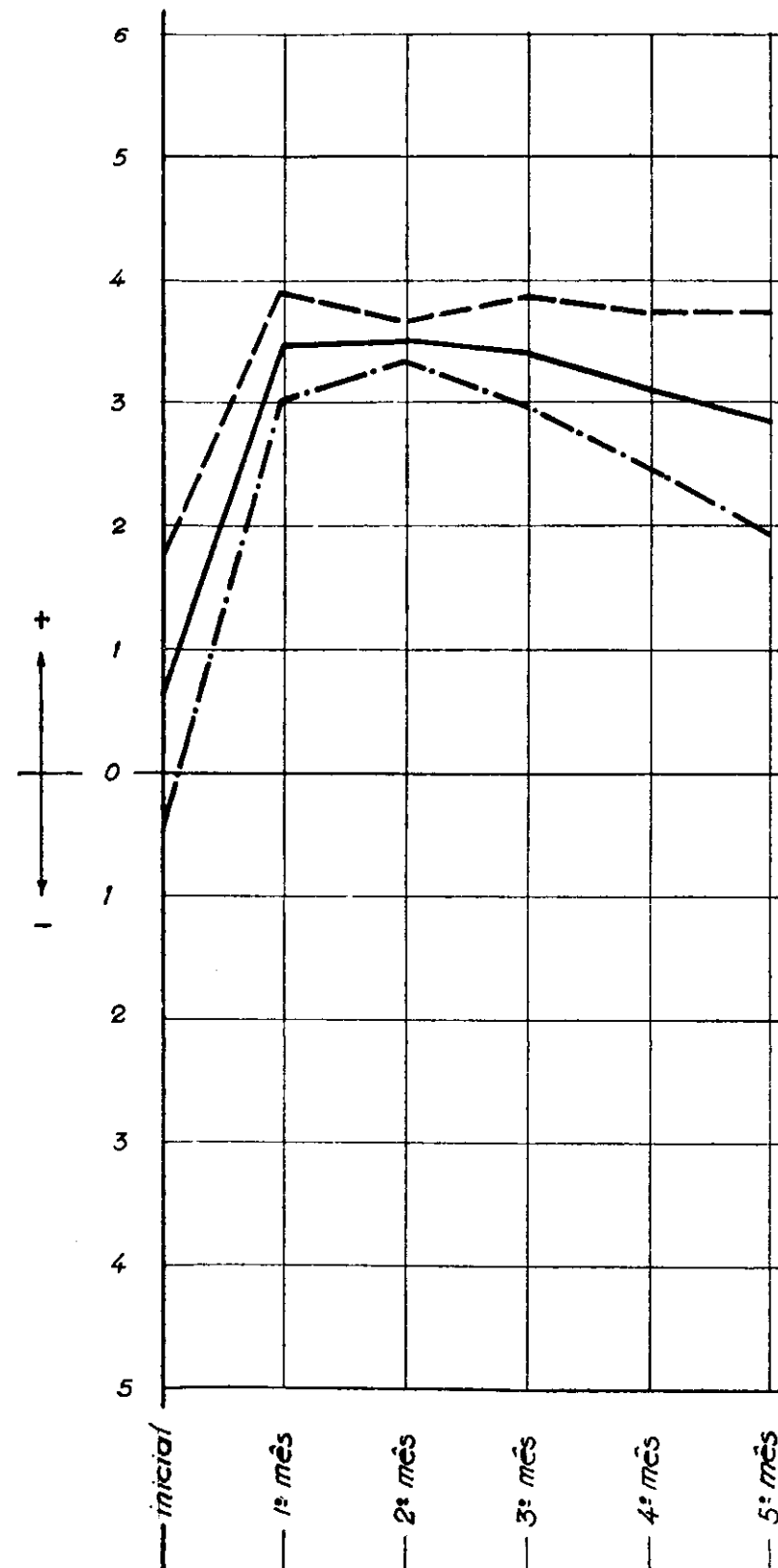
40 LITROS POR HORA



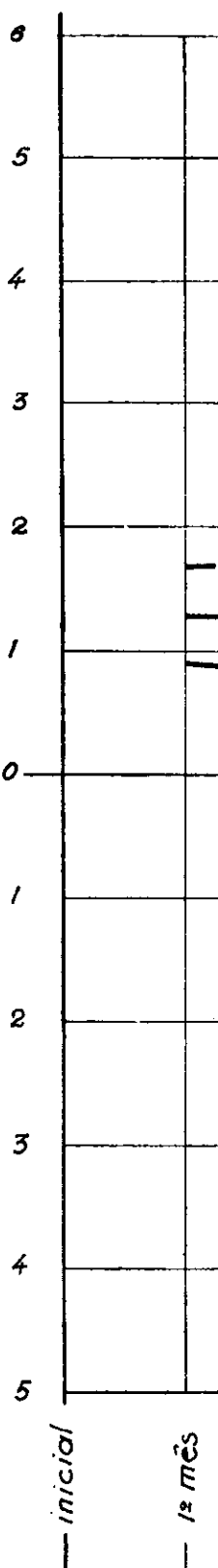
150 LITROS POR HORA



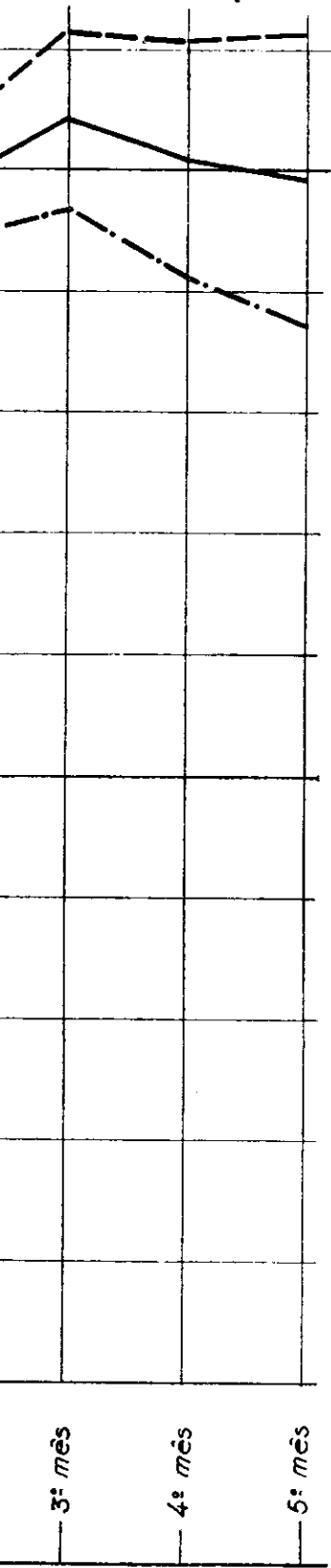
300 LITROS POR HORA



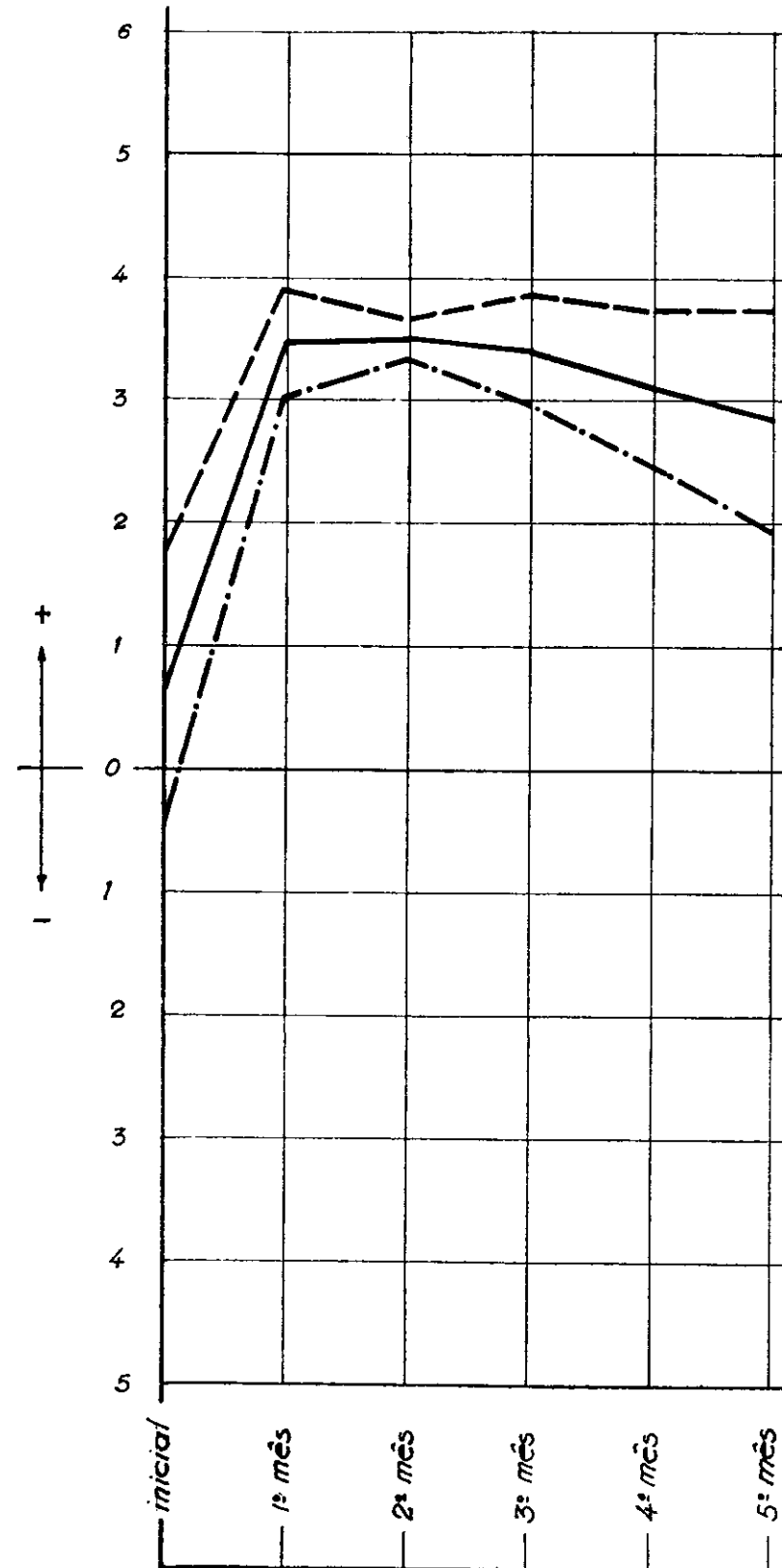
150



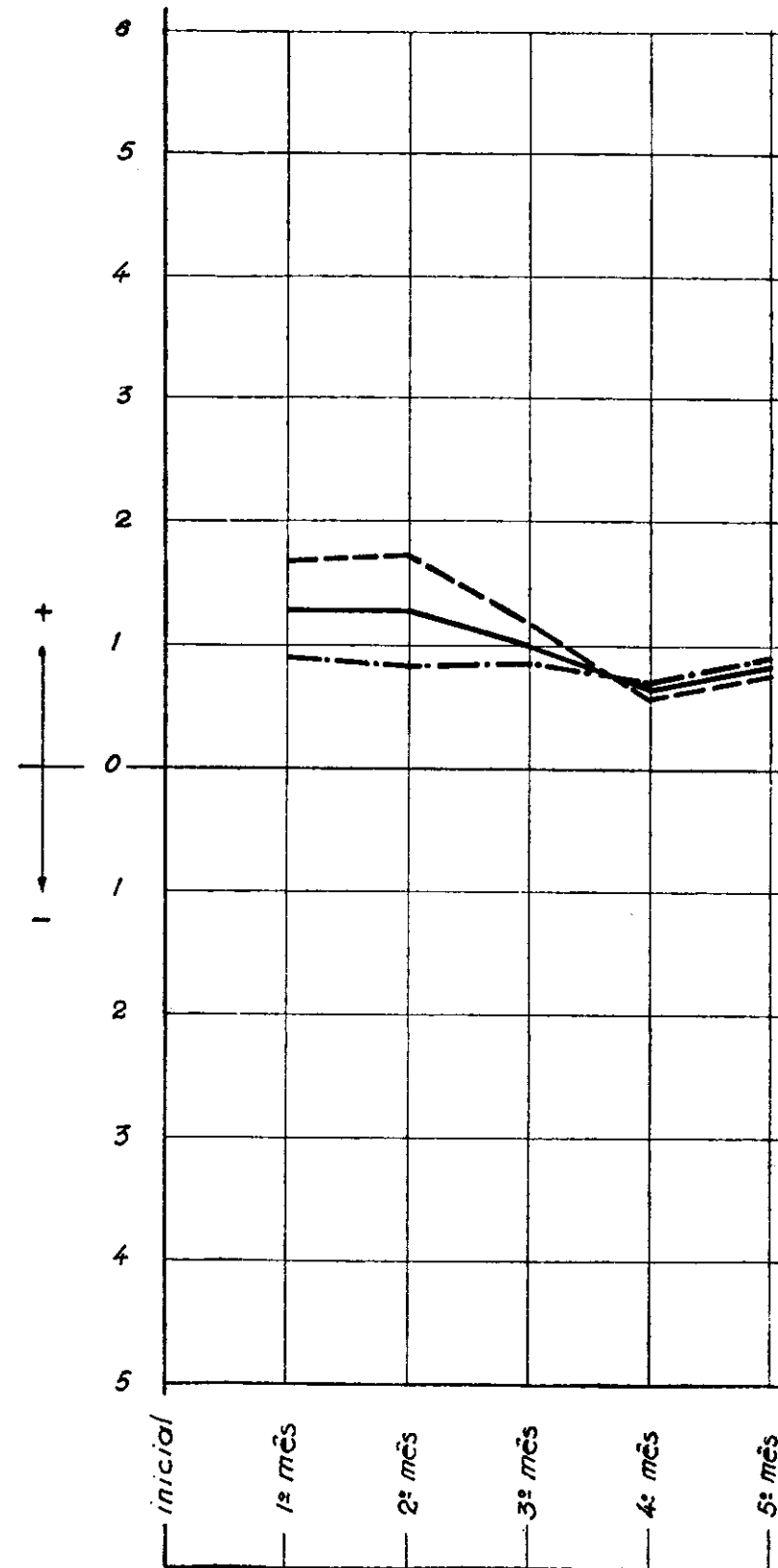
POR HORA



300 LITROS POR HORA



1500 LITROS POR HORA

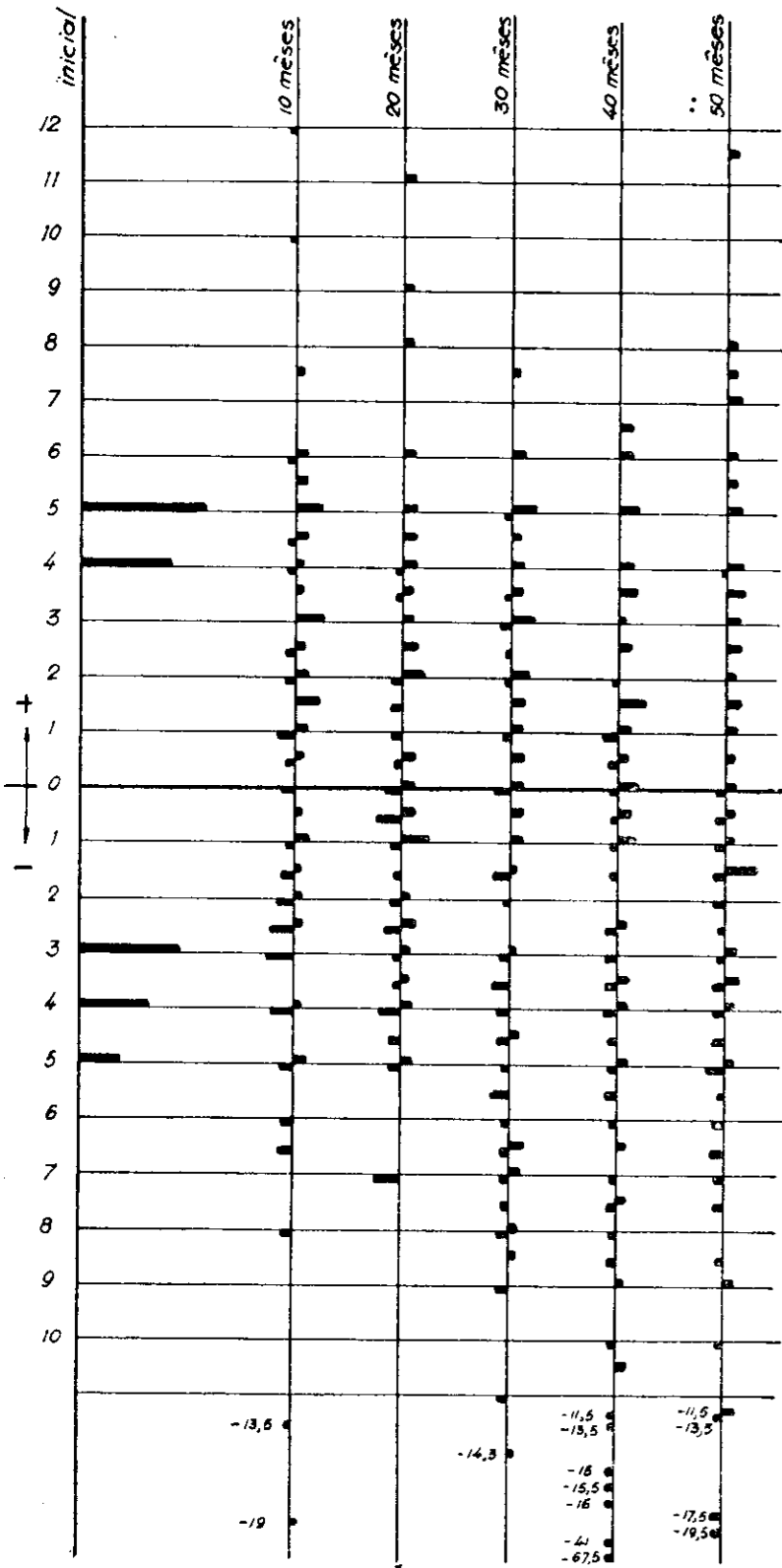


*Variação da média dos erros após 1, 2, 3, 4 e 5 meses, de 80 hidrometros "W"*

LEGENDA

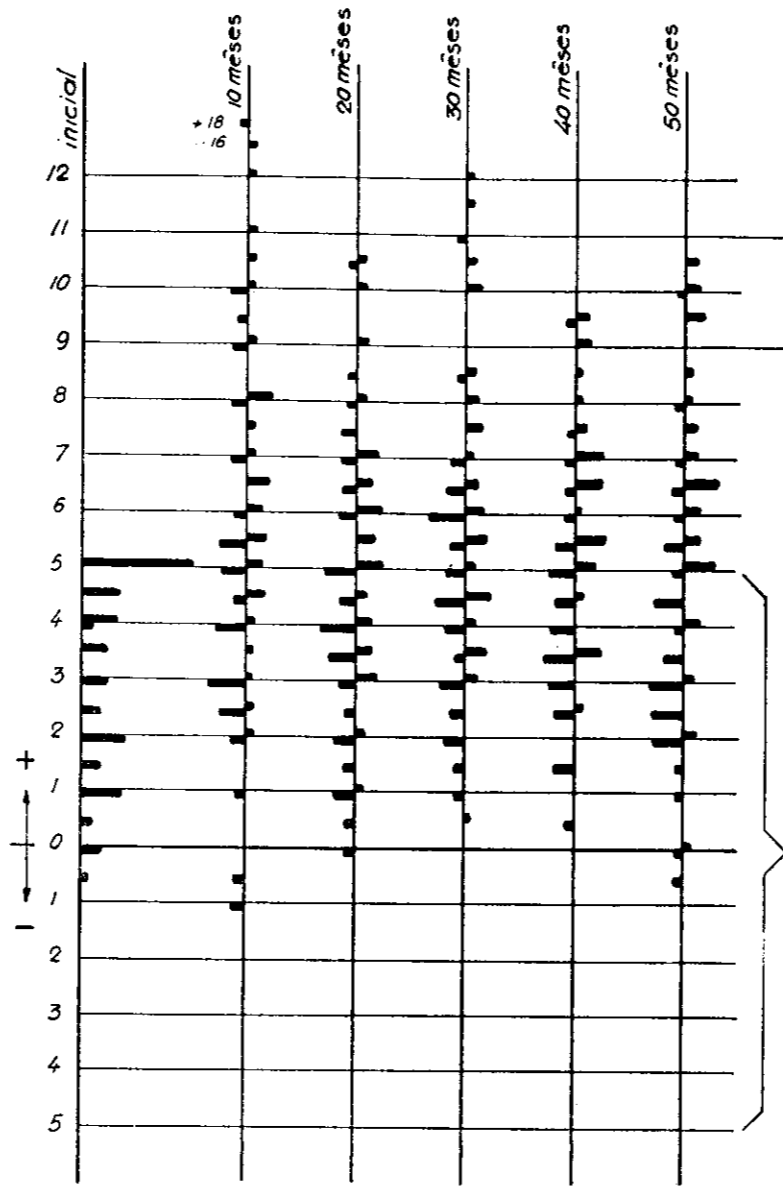
- 40 HIDROMETROS DE +4% E +5% EM 40 lt/h
- MEDIA
- .- 40 HIDROMETROS DE -4% E -5% EM 40 lt/h

40 Litros por hora



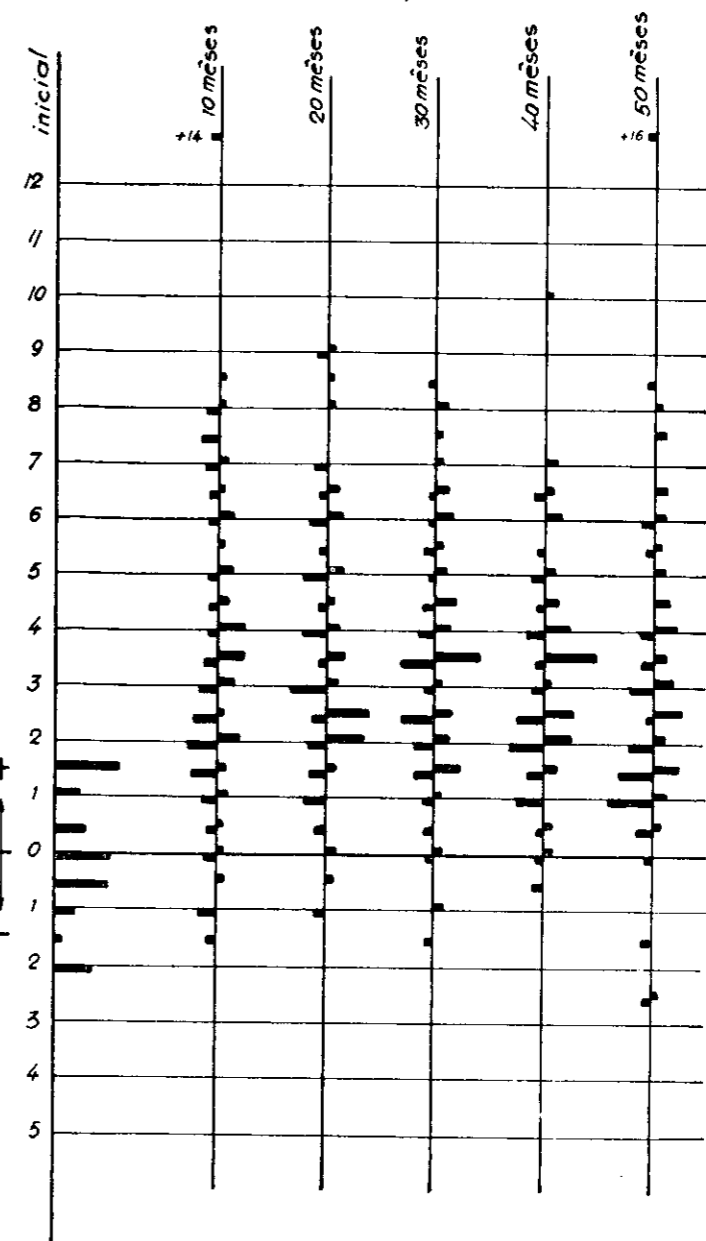
Campo de tolerancia ± 5%

150 Litros por hora



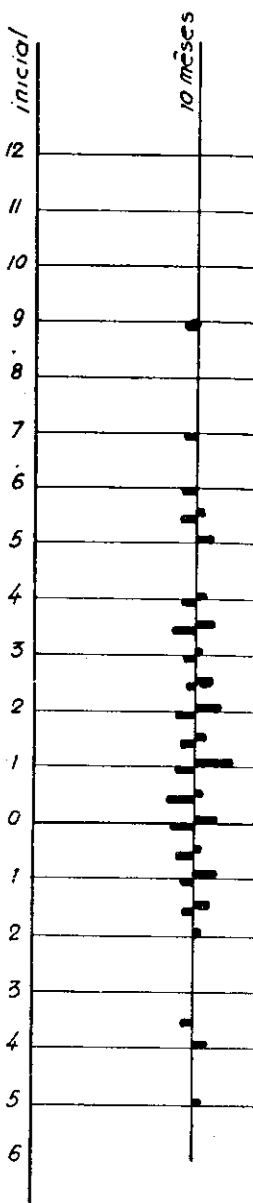
Campo de tolerancia ± 5%

300 Litros por hora



Campo de tolerancia ± 2%

1500



Desvios de erros

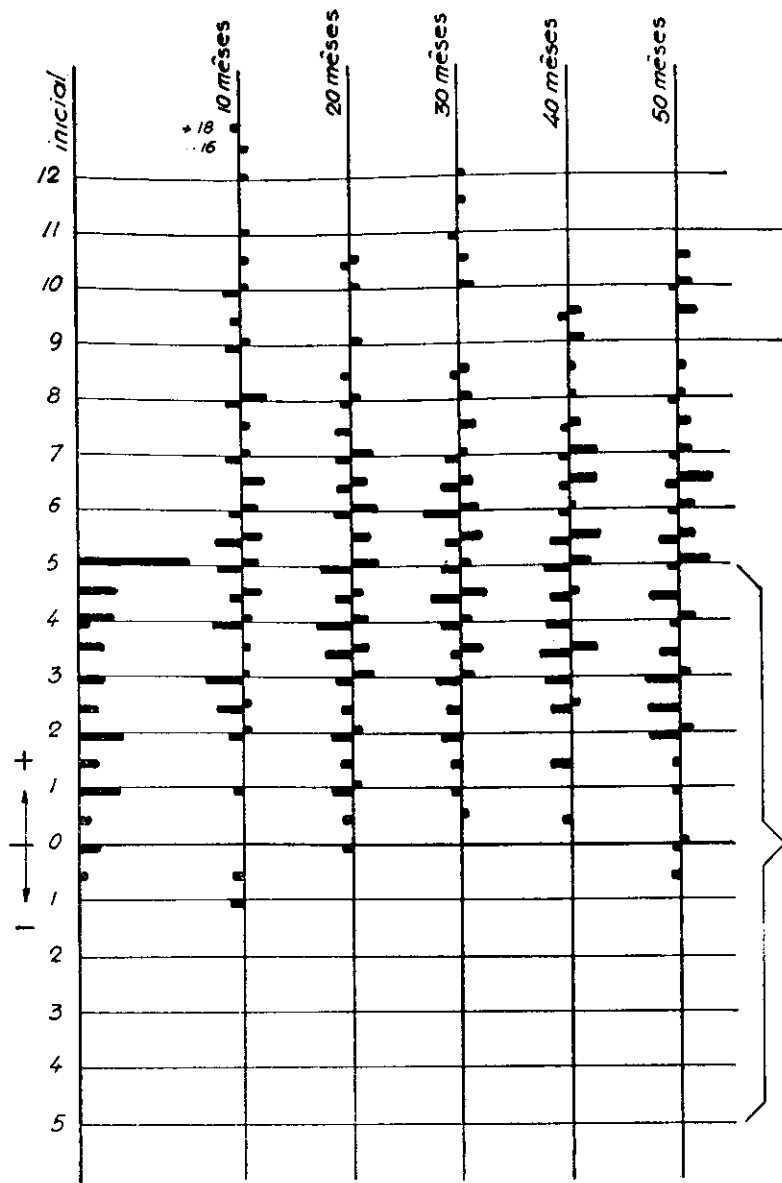
Desvios %	40 litros por hora					150 Litros por hora					300 Litros por hora					1500 Litros por hora					
	1º mês	2º mês	3º mês	4º mês	5º mês	1º mês	2º mês	3º mês	4º mês	5º mês	1º mês	2º mês	3º mês	4º mês	5º mês	1º mês	2º mês	3º mês	4º mês	5º mês	
0	17	12	14	11	16	15	29	25	27	27	10	26	27	26	31						
1	22	23	20	25	23	25	18	37	33	26	19	27	41	29	21						
2	11	18	19	18	19	15	18	20	27	27	30	14	12	17	23						
3	14	17	13	17	17	12	17	7	6	11	11	11	11	10	14						
4	6	12	12	6	6	13	5	5	3	7	3	10	8	4	7						
5	6	8	4	2	9	8	5	3	3	0	6	8	1	1	0						
6	10	0	4	8	2	2	4	3	0	1	4	5	0	3	2						
7	1	2	3	3	1	4	1	0	0	1	8	0	0	0	1						
8 a 10	9	4	8	6	6	4	0	0	1	0	3	0	0	0	0						
> 10	4	4	3	4	1	2	3	0	0	0	1	1	0	0	1						
Desvio medio geral	3,5	3,3	3,3	3,4	2,9	3,1	2,3	1,7	1,7	1,9	3,2	2,2	1,6	1,8	2,0						

ENSAIOS NA RÊDE  
DISTRIBUIÇÃO DE FREQUENCIA DOS  
APÓS 1, 2, 3, 4, E 5 MÊSES  
80 HIDROMETROS "W"

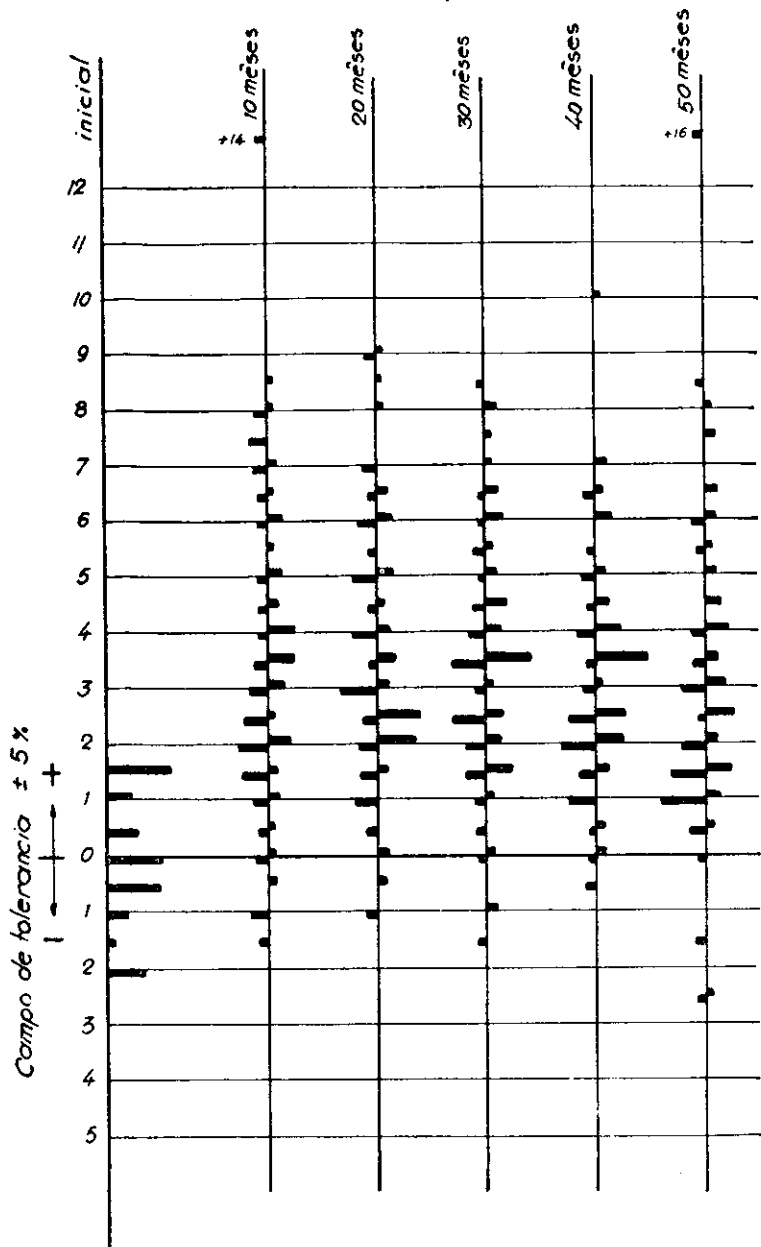
Observação: Campo de tolerancia de acordo com  
pela R.A.E para o recebimento de hidrometros.

Legenda  
■ grupo negativo  
■ grupo positivo

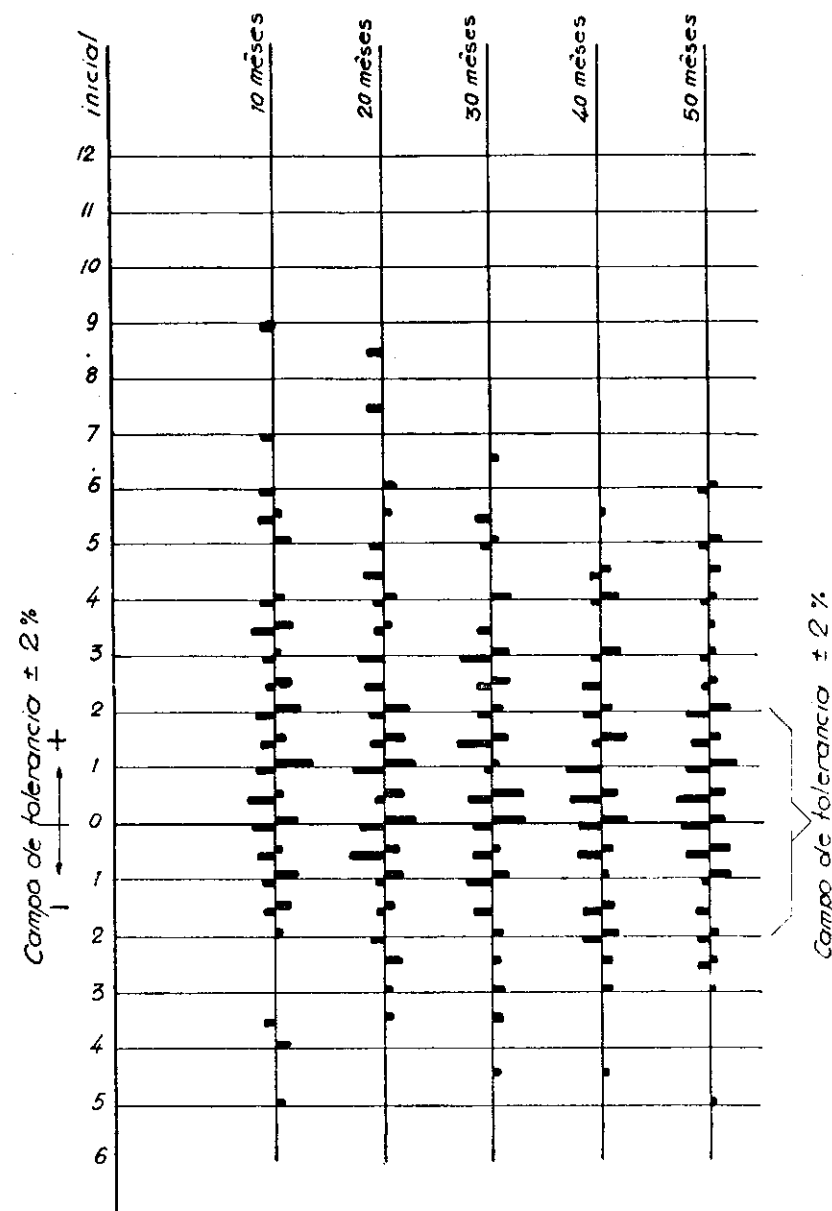
150 Litros por hora



300 Litros por hora



1500 Litros por hora



Desvios de erros

40 litros por hora					150 Litros por hora					300 Litros por hora					1500 Litros por hora				
1.º mes	2.º mes	3.º mes	4.º mes	5.º mes	1.º mes	2.º mes	3.º mes	4.º mes	5.º mes	1.º mes	2.º mes	3.º mes	4.º mes	5.º mes	1.º mes	2.º mes	3.º mes	4.º mes	5.º mes
17	12	14	11	16	15	29	25	27	27	10	26	27	26	31		26	37	31	31
22	23	20	25	25	25	18	37	33	26	19	27	41	29	21		29	25	29	30
11	18	19	18	19	15	18	20	27	27	30	14	12	17	23		14	20	17	21
14	17	13	17	17	12	17	7	6	11	11	11	11	10	14		9	9	18	11
6	12	12	6	6	13	5	5	3	7	3	10	8	4	7		11	5	3	4
6	8	4	2	9	8	5	3	3	0	6	8	1	1	0		6	3	1	2
10	0	4	8	2	2	4	3	0	1	4	5	0	3	2		1	3	0	1
1	2	3	3	1	4	1	0	0	1	8	0	0	0	1		3	0	1	0
9	4	8	6	6	4	0	0	1	0	3	0	0	0	0		1	0	0	0
4	4	3	4	1	2	3	0	0	0	1	1	0	0	1		0	0	0	0
3,5	3,3	3,3	3,4	2,9	3,1	2,3	1,7	1,7	1,9	3,2	2,2	1,6	1,8	2,0		2,2	1,6	1,6	1,6

**ENSAIOS NA RÊDE**  
**DISTRIBUIÇÃO DE FREQUENCIA DOS ERROS**  
**APÓS 1, 2, 3, 4, E 5 MÊSES**  
**80 HIDROMETROS "W" 13 m/m.**

Observação: Campo de tolerancia de acordo com o estabelecido pela R.A.E para o recebimento de hidrometros.

Procedeu-se, para isso a uma nova serie de ensaios sistematicos, com a utilização de 80 hidrometros "W" novos, que foram distribuidos na rêde em diversas zonas, que se servem de agua tratada ou apenas clorada e sob regimes de alta e baixa pressão.

Esse lote de 80 hidrometros constituiu-se de 2 grupos caracteristicos na vazão de 40 litros/hora: um com erros positivos e outro com erros negativos, dentro, porem, dos limites de tolerancia.

Dos resultados obtidos nessa experiencia valeu-se a comissão para estabelecer:

— a curva da variação da media dos erros de indicação para cada grupo de 40 hidrómetros e para o lote de 80 individuos, após, 1, 2, 3, 4 e 5 mezes de funcionamento na rêde (*anexo n.º 10*).

o gráfico de distribuição da frequencia dos erros, distinguindo-se os dois grupos após 1, 2, 3, 4 e 5 mezes de funcionamento (*anexo n.º 11*).

Tanto as curvas como o diagrama de frequencia nos indicam que, já após um mês de atividade do medidor, se produz o fenomeno de alteração dos erros para mais nas vazões médias e nas grandes, ao passo que, na de 40 litros/hora, apenas o grupo de erros positivos desce, mostrando-se com tendencia para a alta o grupo com erros negativos.

Observa-se mais que, já após um mez de trabalho, os hidrometros se apresentam em condições bem diversas das existentes por ocasião da aferição inicial na maquina de ensaio e que, nos 4 mezes subsequentes, as variações continuam, embóra menos acentuadas.

Os fenomenos observados apresentavam-se com a mesma intensidade, indistinctamente nos hidrometros instalados em zonas de agua tratada ou apenas clorada e sob regime de alta ou de baixa pressão.

b) *Verificações do erro no local* - Na suspeita de que, tanto o transporte dos hidrometros da rêde para a maquina de ensaios, como o escoamento com alta vazão que, habitualmente procede á aferição, estivessem concorrendo para a variação dos erros, resolveu-se proceder a diversas verificações no proprio local do serviço de cada hidrometro por meio de medição volumetrica diréta.

No quadro seguinte estão consignados os resultados dessas observações.

Erros verificados por medição direta na rede em fins de 1938 com hidrómetros colocados em 1937 e 1938

Marcas	Vazões: litros/hora				
	40	150	300	500	1.000
W	+ 5.0	+ 11.0	+ 8.5	—	—
»	+ 2.5	+ 8.0	+ 6.5	—	+ 6.5
»	— 23.0	+ 5.5	+ 4.0	—	+ 1.0
»	— 4.0	+ 5.5	+ 2.5	—	+ 1.5
»	— 51.0	— 3.0	— 1.5	—	— 3.0
»	— 82.0	+ 2.5	+ 6.5	—	— 1.5
»	— 4.0	+ 2.5	+ 5.5	—	— 1.5
»	— 19.0	+ 5.5	+ 4.0	—	+ 1.5
»	0	+ 6.5	+ 2.5	—	—
»	— 19.0	+ 5.5	+ 8.0	—	+ 2.5
»	— 24.5	0	+ 2.5	—	+ 5.5
»	—	+ 4.0	— 1.5	—	—
»	—	0	+ 9.5	—	—
»	—	0	+ 8.5	—	—
»	—	+ 1.5	— 2.5	—	—
»	—	+ 1.5	+ 5.5	—	—
Y	—	—	+ 3.0	+ 5.5	—
»	— 23.0	0	+ 3.0	—	—
M	—	+ 4.0	+ 3.0	—	—
»	— 16.0	+ 4.0	+ 2.5	—	+ 2.5
»	— 2.5	+ 5.5	+ 7.0	+ 5.5	—

De hidrometros velhos, examinados pelo mesmo processo de medição direta na rede, vão indicados no quadro seguinte alguns resultados mais característicos:

Marca do hidrometro	Mês na rede após revisão	Vazões: litros/hora					
		40	80	150	300	500	1.000
W (9 anos)	18	— 100.0	—	+ 24.5	+ 24.5	—	—
»	37	— 57.0	—	+ 22.0	+ 22.0	—	—
»	16	— 100.0	—	+ 15.0	+ 11.0	+ 11.0	—
K (13 anos)	3	— 100.0	—	— 5.5	— 11.0	—	+ 3.0
»	2	— 1.000	—	— 13.5	+ 3.0	—	+ 5.5

Observa-se também nestes hidrometros velhos, diversos casos de elevados erros positivos, provenientes de depositos e concreções.

*e) Variação dos resultados de ensaios na rêde e na máquina.*

Repetidos na máquina os ensaios, não só de hidrômetros que haviam sido verificados na rêde, como de outros cujos erros se determinaram com regime de escoamento contínuo, notaram-se grandes variações dos erros para menos, as quaes, ja se produziam mesmo com a simples alteração do fluxo ou interrupção deste. Um exame da tabela abaixo mostra a quêda dos erros verificados no local quando o ensaio é repetido na máquina.

M A R C A	Escoamento total	Erros nas vazões horarias de:			
		150 ls./h.		300 ls./h.	
		na rêde	na máq.	na rêde	na máq.
W (novo — 1 ano de rêde)	400 m <sup>3</sup>	+ 11.0	+ 5.0	+ 8.5	+ 7.5
	511 »	+ 8.0	+ 5.5	+ 8.0	+ 3.5
	828 »	+ 19.0	+ 4.0	+ 12.0	+ 2.5
M (novo — 1 ano de rêde)	1172 m <sup>3</sup>	—	—	+ 8.0	+ 2.5
	889 »	+ 5.5	+ 3.5	+ 7.0	+ 3.0
P (novo — 1 ano de rêde)	207 m <sup>3</sup>	—	—	+ 4.0	+ 1.5
	605 »	+ 5.5	+ 4.5	+ 11.0	+ 5.5
S (1 ano)	905 m <sup>3</sup>	+ 6.5	+ 1.5	+ 4.0	+ 2.5
	749 »	—	—	+ 3.0	+ 1.5
W (velho — 9 anos de rêde)	—	+ 22.0	+ 8.5	+ 22.0	+ 12.5
	—	+ 24.5	+ 16.0	+ 24.5	+ 26.0

A quêda do erro deve ser atribuída á remoção parcial dos depósitos e das concreções devida ao escoamento com grande vazão precedente aos ensaios na maquina. Os depósitos residuais ainda são suficientes, todavia, para manter o erro em nível elevado.

**5 — Estudo do prazo para revisão**

O estudo de medidores velhos, existentes em serviço, tornou-se necessario para, em face dos resultados consequentes, se estabelecer o prazo de revisão periodica dos hidrometros.

Visando a consecução dos elementos para a fixação desse prazo procedeu a Comissão a uma série de observações e ensaios de hidrometros velhos das seguintes marcas existentes na rede: Y, W e K, respectivamente com 13, 9 e 11 anos de serviço.



De cada uma desses marcas de hidrómetros, que, uma ou mais vezes, já as Oficinas de reparação tinham ajustado, formaram-se lotes, cuja ultima passagem pelo concerto datava de 2, 3 e 4 anos.

Os resultados consignados no quadro seguinte, referentes a hidrómetros cuja revisão datava de 2 anos, dispensam a apresentação dos elementos correspondentes a medidores com revisão após 3 e 4 anos.

Como os lotes de cada marca se constituíssem de hidrómetros de diversas capacidades, as vazões do quadro, para tornarem comparaveis entre si os resultados dos ensaios feitos, vão indicados em porcentagens de V. C.

*Hidrómetros velhos com 2 anos de rêde após a ultima revisão: % de hidrómetros fóra de tolerancia.*

Marca	Nº dos hidrómetros	Vazões em % da V. C.				Observações
		50	10	3	1.3	
Y	21	39%	50%	60%	100%	com 60% parado
W	20	75%	80%	45%	100%	com 60% parado
K	14	89%	61%	94%	100%	com 94% parado

Considerou-se como praticamente parado todo hidrómetro com erro negativo superior a 80%, na vazão 1,3% da V. C.

Os lotes de hidrómetros, cuja revisão datava de 3 e 4 anos, apresentaram, depois de examinados, porcentagem ainda maior fóra dos limites de tolerancia.

Os resultados acima nos levam á conclusão de que o *periodo de revisão não deve ir além de 2 anos*, pois que após esse prazo já os hidrometros se apresentam com erros de indicação que, ultrapassando os limites de tolerancia estabelecidos pela R. A. E., tornam muito precária sua função medidora. Essa observação é confirmada pela declaração de um fabricante de hidrómetros, que estipula o prazo de 2 anos para a revisão periodica de hidrómetros tipo velocidade, sendo que esse mesmo prazo periodico é recomendado por técnicos de serviços de abastecimento de agua da Allemanha, em publicações sobre o comportamento desse tipo de medidor de agua.

No quadro abaixo, que resume outras series de observações feitas pela Comissão, verifica-se que a porcentagem de hidrómetros fóra da tolerancia é apreciavel, mesmo para hidrómetros de *um ano* de permanencia na rêde.

*Hidrômetros novos após um ano na rede: % de hidrômetros  
fóra da tolerancia.*

MARCA	Nº de hidrômetros	Vazões em % da V. C.			
		50	10	5	1,3
W	106	20%	84%	60%	25% com 1 hidr. parado
Y	72	21%	22%	1%	31% » 1 » »
M	64	3%	41%	2%	45% » 2 » »
P	79	48%	21%	3%	66% » 1 » »

### 6 — Estado dos Hidrômetros

a) *Estado mecanico e vida dos hidrômetros*: A verificação do estado dos hidrometros e de suas condições de funcionamento, após longa estadia na rede, sem revisão, teve por fim obter elementos relativamente á vida provavel desses aparelhos de medição. Tratando-se de hidrômetros, que nunca mais tinham voltado para as oficinas de reparação, pôde essa permanencia na rede por muitos anos (9 a 13 anos conforme a marca), ser considerada como um ensaio prolongado de fadiga. O quadro seguinte nos mostra os resultados obtidos nessa pesquisa realisada com hidrometros velhos de 3 marcas, discriminados segundo a natureza da agua (tratada ou apenas clorada com que estiveram funcionando).

Esses hidrômetros velhos, que nenhuma reparação tinham sofrido apresentam-se com um estado mecanico de ordem a permitir ainda a sua utilização após adequada reparação.

A vida do hidrometro pode ser, pois, avaliada em 15 anos, desde que o bom estado mecanico do aparelho seja assegurado mediante revisões periodicas.

b) *Concreções e depositos* — Os elevados erros positivos que, nas diversas vazões, se notam no quadro de fls. 17, provém de concreções e depositos, mais ou menos acentuado conforme a marca do hidrômetro.

As concreções manifestam-se somente nos hidrometros funcionando em aguas filtradas após o emprego de coagulantes. Essas concreções provocam, em geral, erros positivos elevados nas grandes e nas médias vazões, sendo raros os casos de erros negativos. Nas pequenas vazões, as concreções provocam, ao contrario, e na maioria dos casos, a parada dos hidrometros.

Nas aguas apenas cloradas, são os hidrômetros isentos de concreções para se apresentarem somente com pequenos depositos de decantação, que exercem pouca influencia no funcionamento do aparelho e que raramente, provocam elevação normal dos erros positivos.

Erro medio (%) e limites de variação do erro em hidrometros velhos, nas seguintes vazões horarias:

Marca do hidrom.	Anos de rêde	N.º do hidrometro	Verificação	VAZÕES EM % DA V. C.					
				50%		10%		3%	
				tratada	não tratada	tratada	não tratada	tratada	não tratada
W	9	52	erro medio	+ 1.3	- 2.2	+ 1.4	- 2.0	- 44.0	- 31.0
			lim. var.	+ 10 a + 28	- 8 a + 8	- 49 + 29	- 21 a + 8	- 100 a + 28	- 100 a - 2.5
Y	13	19	erro medio	+ 13.5	- 0.2	+ 13.0	+ 3.2	+ 5.5	- 3.1
			lim. var.	0 a + 24	- 4 a + 6	- 4 a + 27	0 a + 13	- 3 a + 24	- 7 a + 7
K	11	8	erro medio	+ 12.2	-	+ 10.6	-	- 56	-
			lim. var.	+ 10 a + 19	-	+ 1 a - 17	-	- 100 a + 15	-

OBSERVAÇÃO: — Em vazão de 1,3% da V. C. quasi todos se achavam parados.

### 7. — Corrosão e concreções

A localisação sistemática das concreções e a existencia de determinados efeitos de corrosão, induziram a Comissão á suspeita de se tratar de fenomeno electro-quimico.

Afim de se averiguar essa suposição, e estudar minuciosamente a natureza das concreções e sua origem, recorreu a Comissão por intermedio da R. À. E. ao Instituto de Pesquisas Tecnologicas (IPT) que procedeu ás necessarias pesquisas.

Os estudos feitos pelo IPT. acham-se no relatorio apresentado por esse Instituto (Vide Boletim R. A. E. ano 3-n.º 6), do qual reproduzimos apenas as conclusões :

- “1) Todos os hidrometros enviados pela “Comissão de Estudos dos Hidrometros da Repartição de Aguas”, para o presente estudo, apresentavam uma corrosão generalizada nas superficies das peças que trabalham em contacto com a agua, comum nos latões de estrutura heterogenea como os que foram utilizados na confeção desses aparelhos.
- 2) Alem dessa corrosão generalizada, verificou-se outra, preferencial, de maior gravidade, atribuida a inumeros pares electro-quimicos, consequentes da diversidade de metais e ligas utilizadas na fabricaçaõ dos hidrómetros examinados.
- 3) Os hidrometros procedentes da rêde de aguas tratadas por sulfato de aluminio e hidroxido de calcio e subsequente esterilizaçaõ por cloro, apresentavam concreções em seu interior, nas regiões de corrosão mais intensa, constituídas, principalmente, de hidroxido de zinco. Essas concreções que são consecuencia da corrosão, alteravam e entravavam quasi completamente a marcha do mecanismo, inutilizando os hidrometros para a função a que se destinam.
- 4) Ha uma diferença de comportamento nos produtos da corrosão quanto á solubilizaçaõ e consequente arrastamento pela agua ou quanto á sua deposição em determinadas regiões do aparelho, que é atribuida ao aumento de concentraçaõ ionica decorrente da introdução de sulfato de calcio e á eliminaçaõ de materia organica coloidal, pelo tratamento da agua com sulfato de aluminio e hidroxido de calcio.
- 5) Os estudos procedidos demonstram que nenhum dos tres tipos de hidrometros apresentam, sobre os outros, construçaõ mais perfeita, no sentido de evitar ou de tornar menos nefastos os fenomenos de corrosão”.

Pelas pesquisas realizadas no IPT, verificou-se, pois, que as concreções que se apresentam nos hidrometros funcionando em aguas tratadas, mesmo após curta permanencia na rêde, são oriundas de fenomenos eletro-quimicos gerados no proprio hidrometro.

Em hidrometros de construção mais recente, (ver apendice do relatorio citado do IPT), esses fenomenos tendem a desaparecer em virtude do emprego de materiais mais adequados.

As verificações do IPT, confirmaram todavia, mesmo nos hidrometros de construção mais recente, quer sejam utilizados em aguas tratadas, quer em aguas cloradas, a subsistencia de formação de leve deposito por toda a superficie em contato com a agua. A esses depositos, cujo aspéto e composição variam conforme a natureza da agua, devem ser atribuidas as variações de erro para mais, tanto em ensaios de escoamento continuo, como nos de verificação na rêde, desde que esses depositos aderentes estejam localizados nos orificios da camara da turbina.

## C — Hidrometros volumetricos

Deante da instabilidade dos erros e inexatidão de medida constatadas nos hidrometros de velocidade em serviço na rêde de aguas de São Paulo, resolveu a Comissão estudar a possibilidade e conveniencia do emprego de hidrometros volumetricos, do tipo embolo-rotativo, até então considerado inadequado.

### 1 — Elementos para estudos

A Comissão que, inicialmente, se utilisou para seus estudos, de 10 hidrometros volumetricos, tipo embolo-rotativo existente na rêde, estendeu depois, por muito reduzido o numero de exemplares em observação, seus estudos a mais 39 individuos das seguintes procedencias :

- 23 "L", com 4 anos de serviço continuo;
- 4 "Q", com 12 anos de funcionamento continuo;
- 9 "Y" novos.

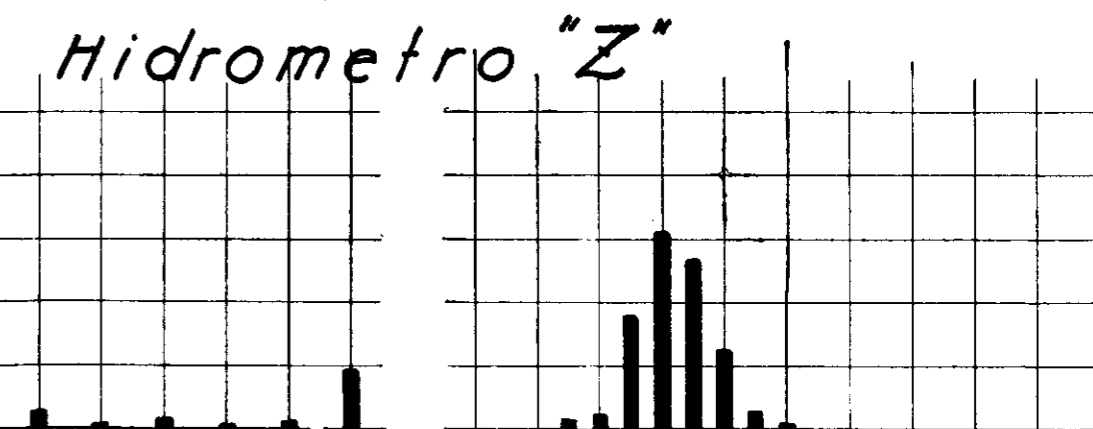
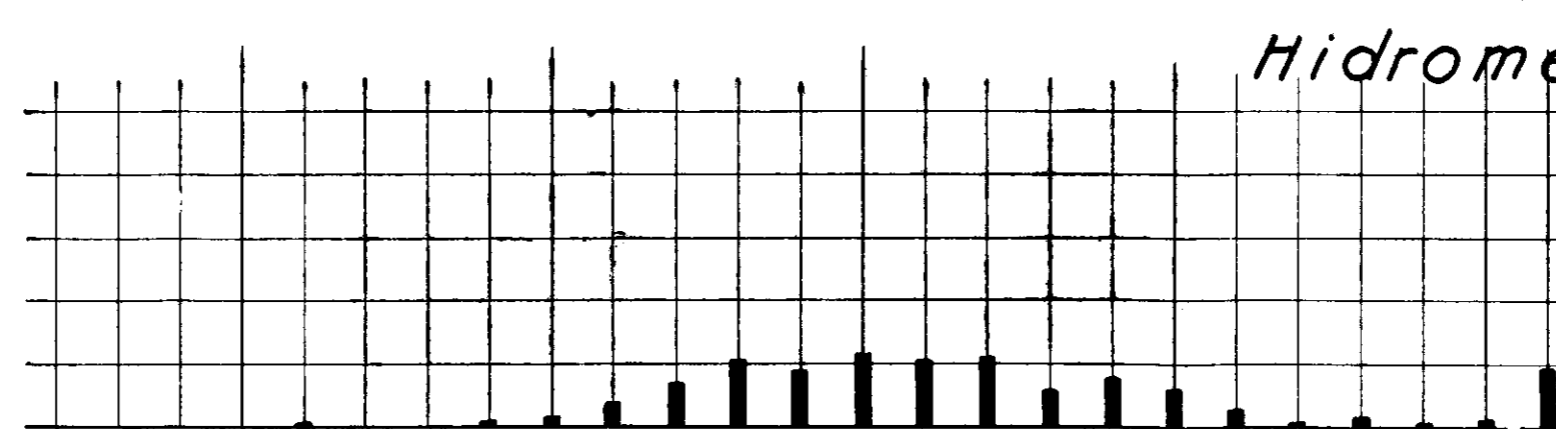
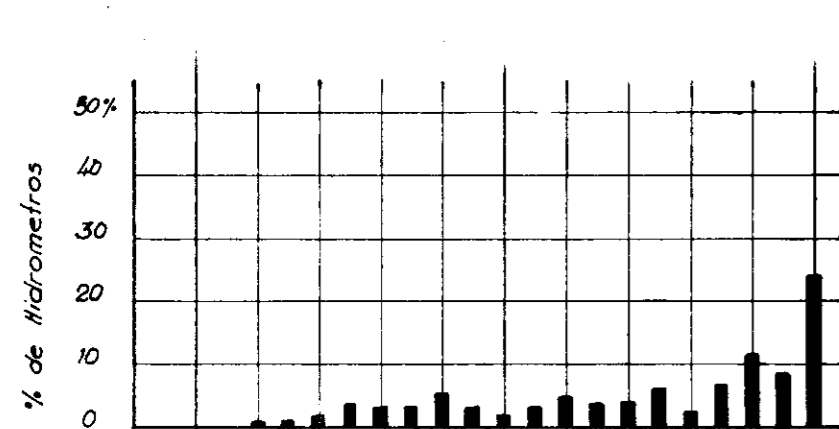
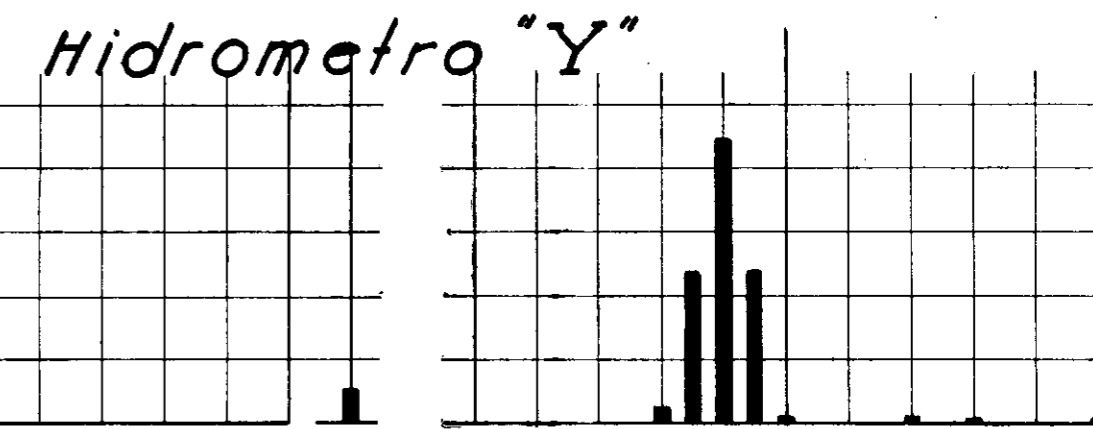
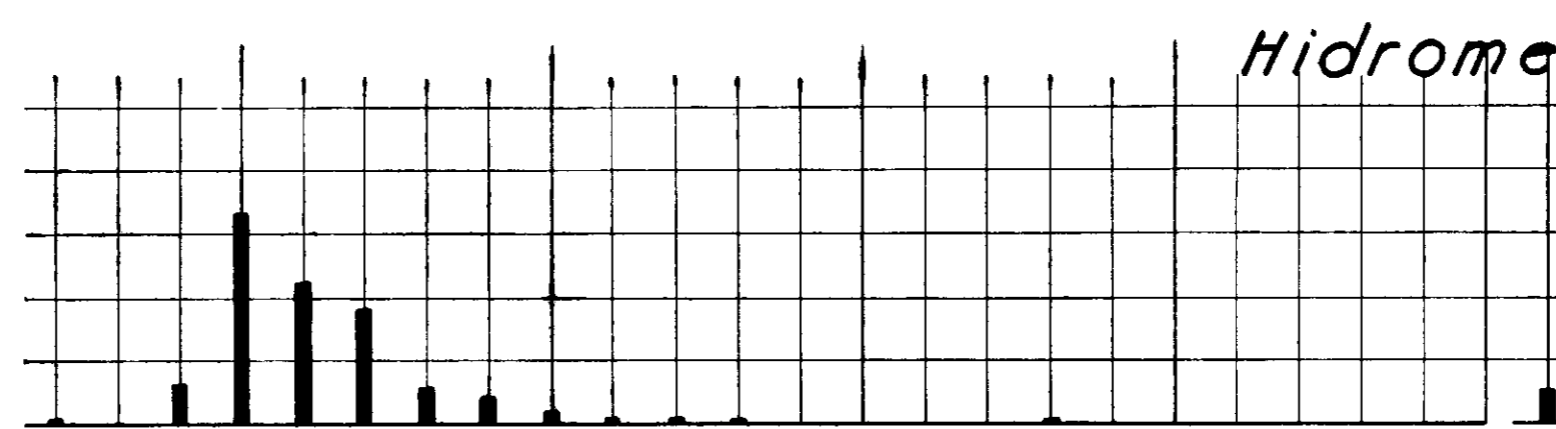
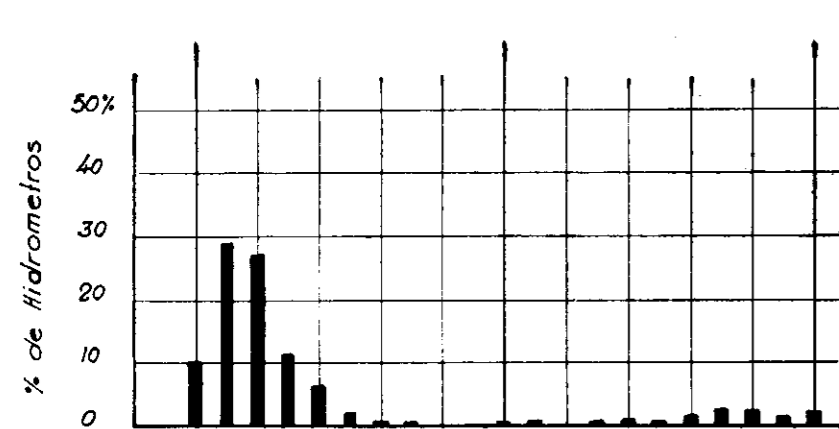
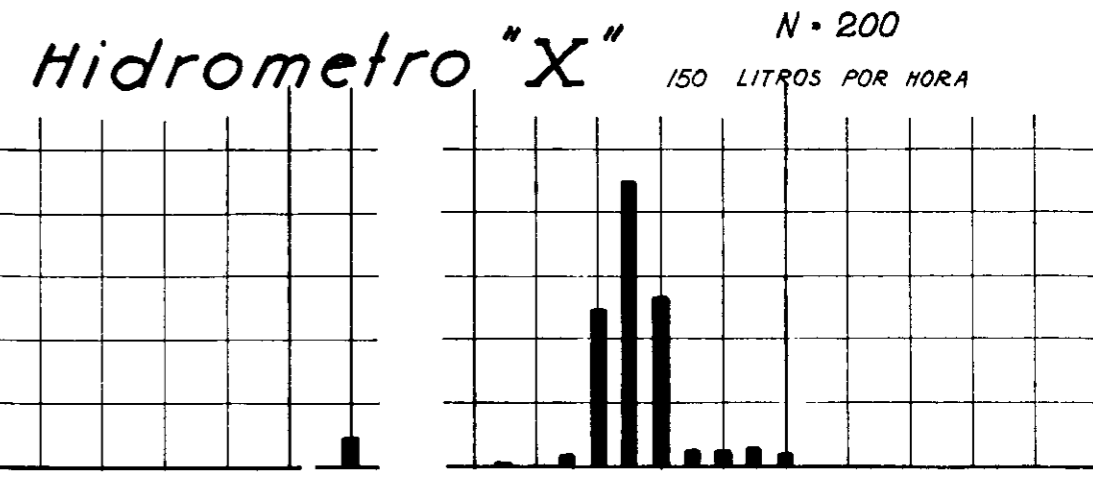
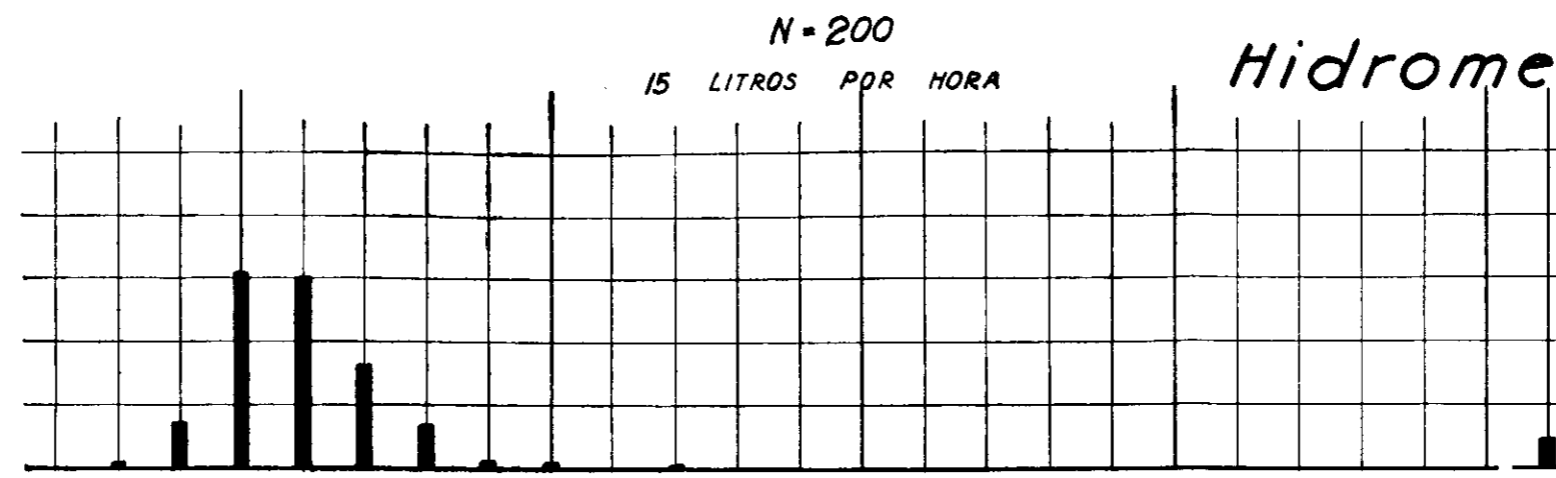
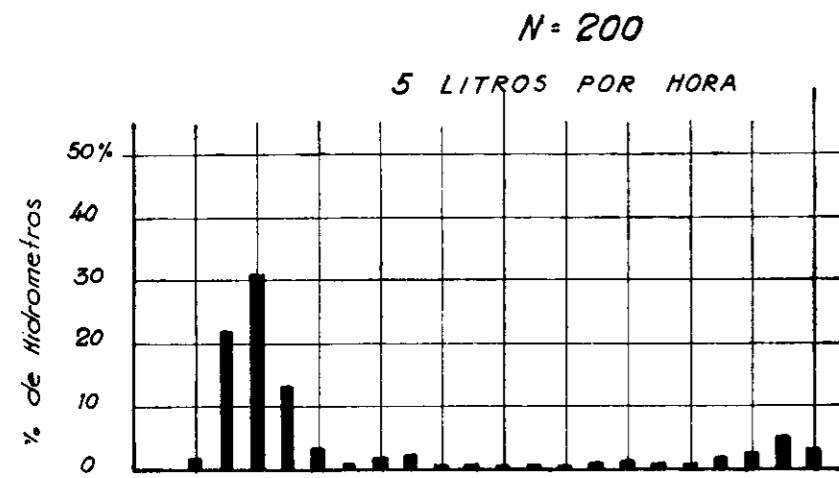
Como esse numero de hidrometros fosse ainda insufficiente para se obterem resultados concludentes, a R. A. E. resolveu, por sugestão da Comissão, adquirir 200 hidrometros volumetricos, do embolo-rotativo, de cada uma das marcas "X", "Y", "L" e "W".

A entrega desses 800 hidrometros á Comissão só em meados de março deste ano foi levada a termo.

Os hidrometros "W" não puderam ser incluidos nos estudos, porque, segundo declaração do representante dessa marca em S. Paulo, um acidente teria ocorrido na sua fabricação, tendo sido examinado,

# HIDROMETROS VOLUMETRICOS

Distribuição de Frequencia de Erros



10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100  
+ ← - Erros em %

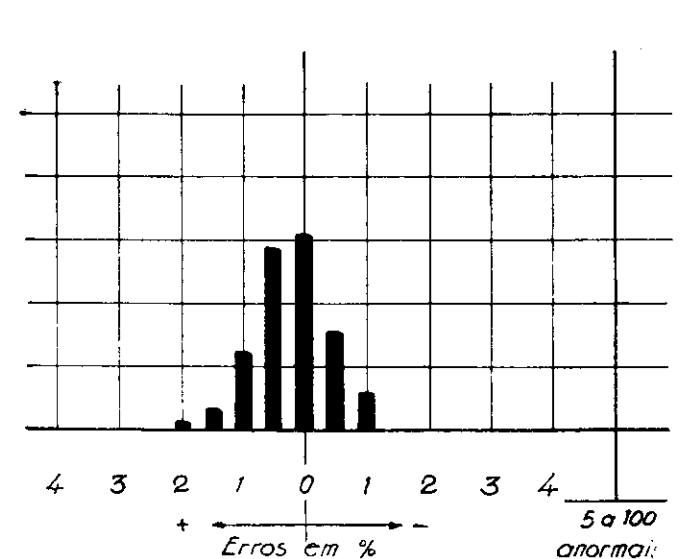
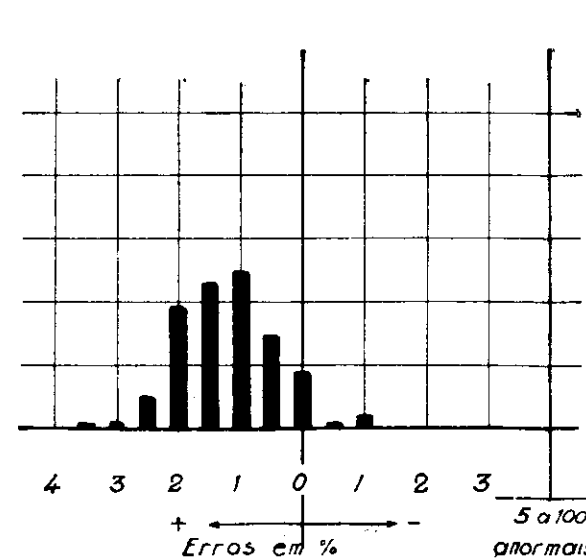
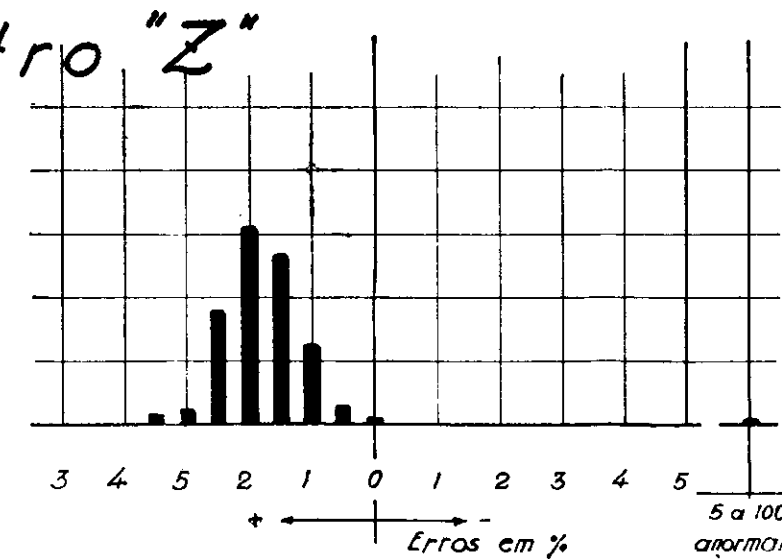
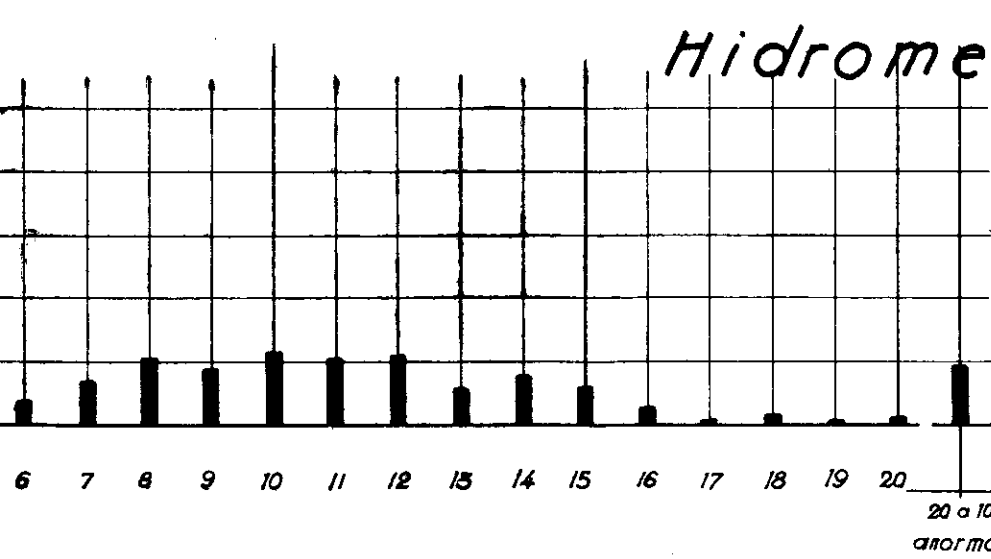
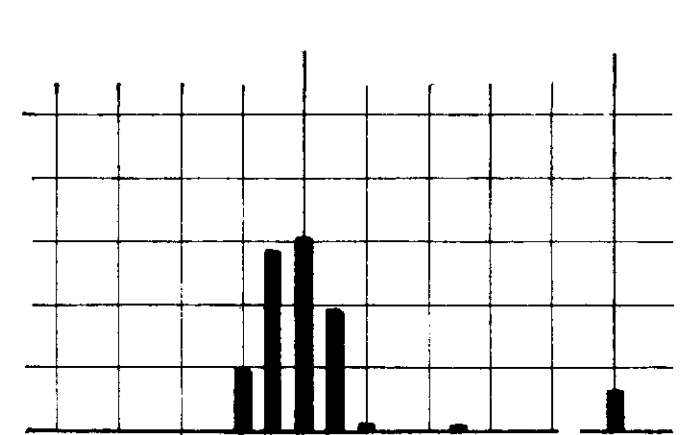
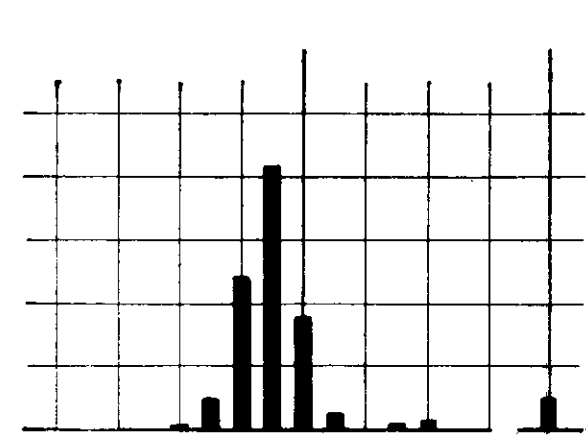
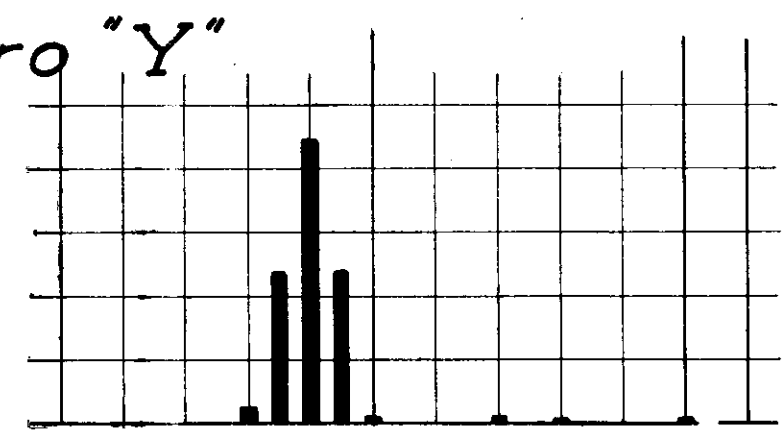
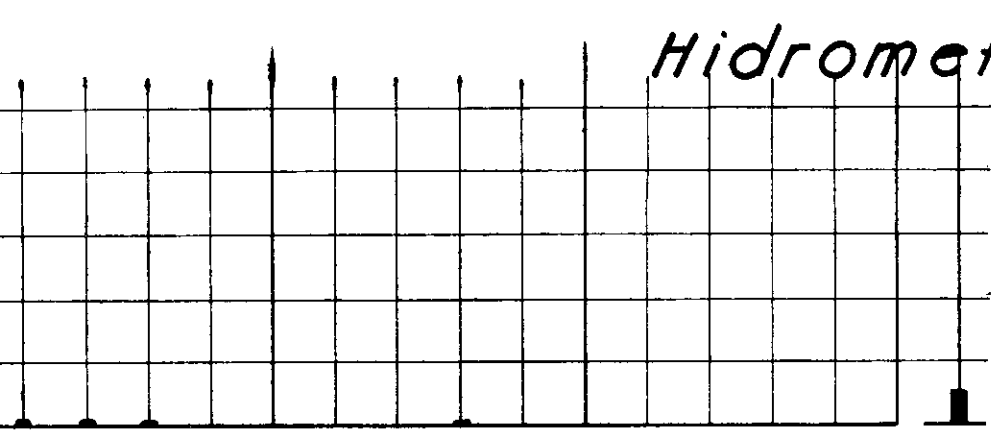
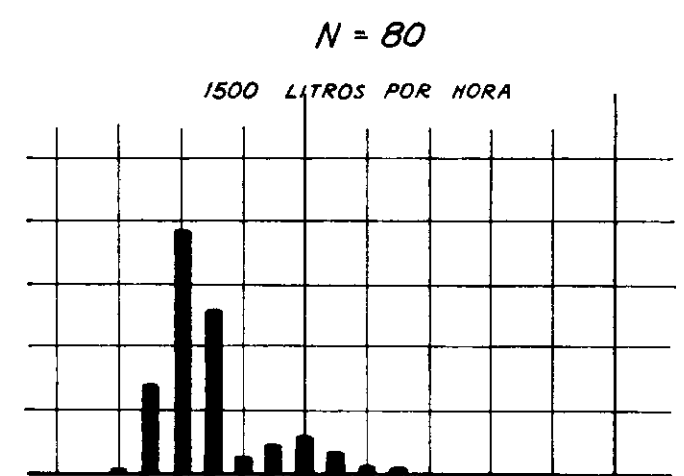
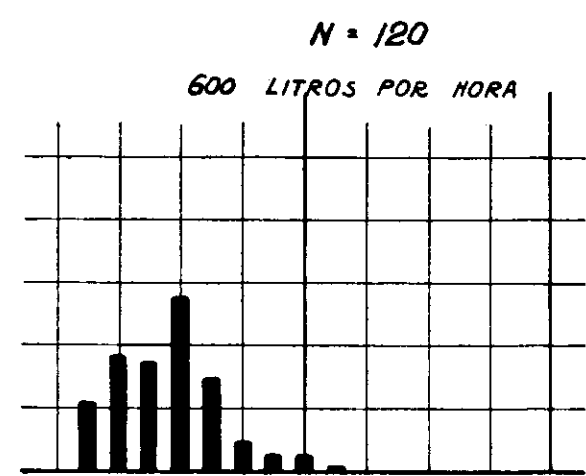
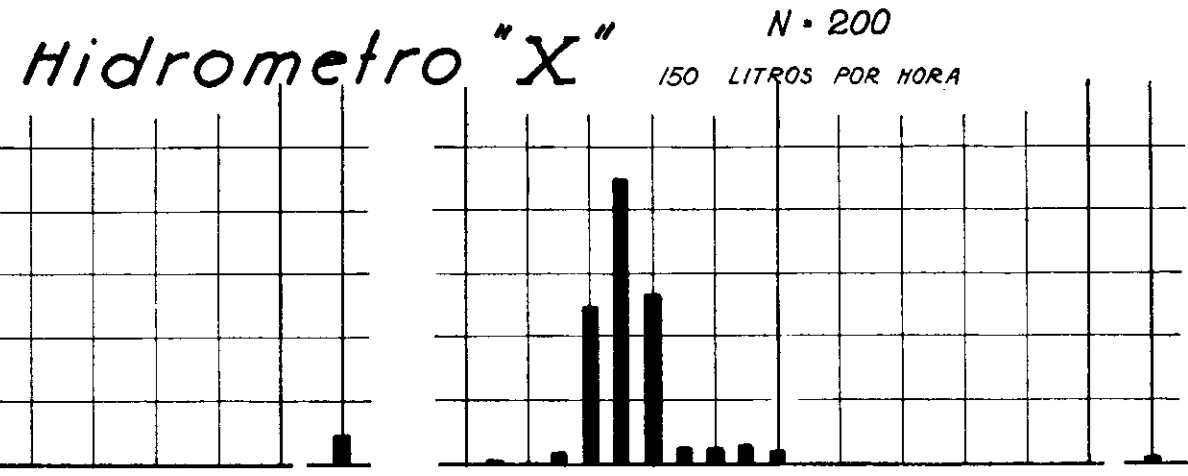
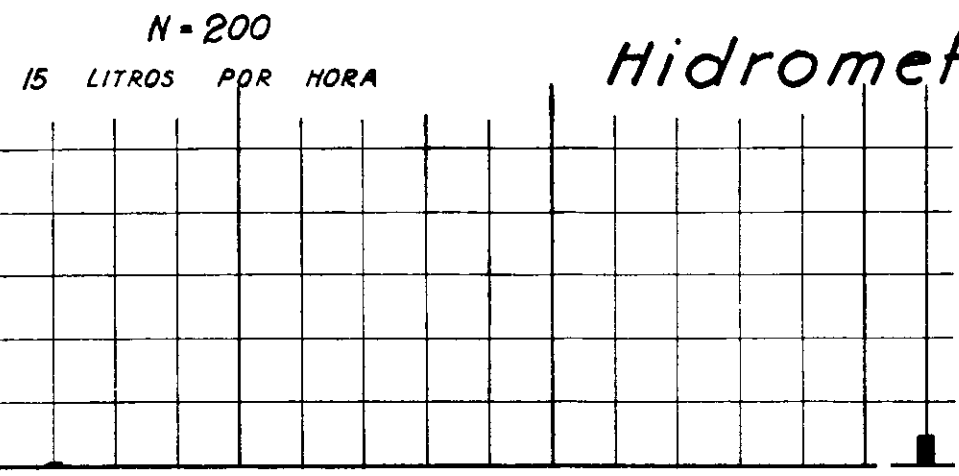
3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20  
+ ← - Erros em %

20 a 100  
anormais

3 4 5 2 1 0 1 2 3 4 5  
+ ← - Erros em %

# HIDROMETROS VOLUMETRICOS

Distribuição de Frequencia de Erros



a titulo informativo apenas, um exemplar que viéra posteriormente como amostra do lote a substituir os 200 hidrometros defeituosos.

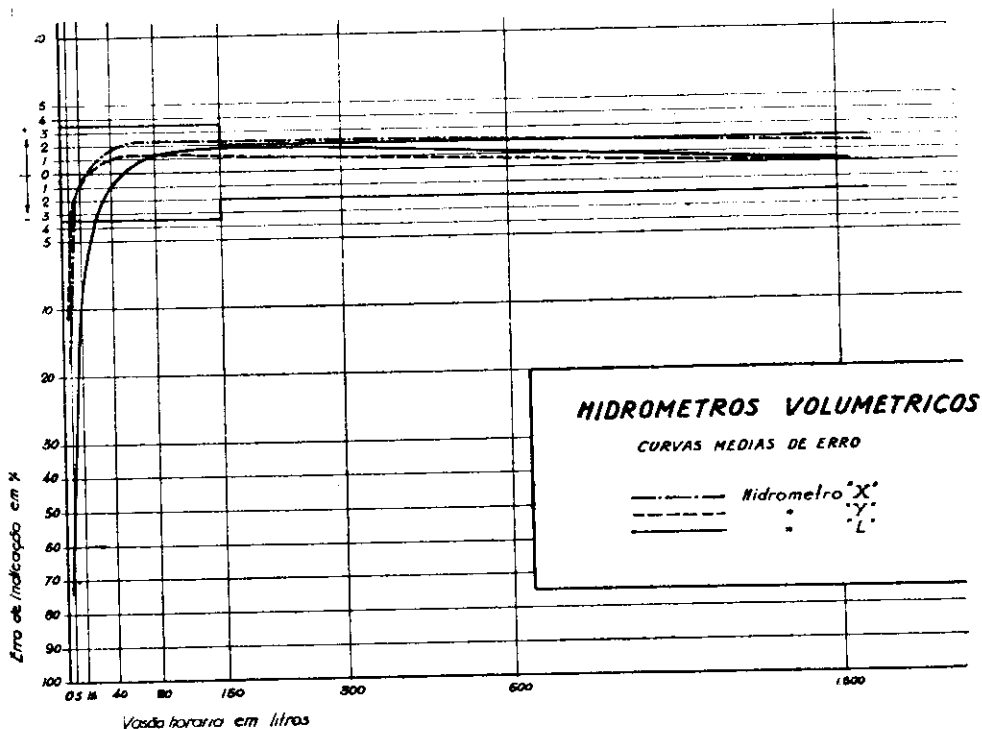
Dessa forma o material de observação ficou reduzido a 646 hidrometros, nesse numero incluídos os 600 recém-chegados.

Os 200 hidrometros volumetricos "Y", que foram os primeiros a serem entregues á Comissão, isto em principios de fevereiro deste ano, instalaram-se imediatamente na rêde para estudos comparativos do consumo registrados por hidrometros de velocidade e por hidrometro volumetrico. Assim, exeção feita de observações num pequeno grupo retido para aferição, todos os resultados obtidos com esses hidrometros "Y" referem-se a individuos que já haviam permanecido durante um mês em funcionamento na rêde.

## 2 — Carateristicas de medida

Como carateristica de medida foi organizada uma curva média, obtida mediante verificação de grande numero de exemplares de cada uma das marcas "X", "Y" e "L". Cada uma dessas curvas, figuradas no grafigo *anexo n.º 12*, mostra as qualidades de medidas, que podem ser consideradas representativas de cada marca, tendo sido eliminados, no calculo da media, os resultados anormais.

### ANEXO N.º 12





A distribuição e frequencia dos erros obtidos nos ensaios acham-se representadas no grafico *anexo n.º 13*.

Com o unico exemplar de hidrometro volumetrico da marca "W" foram obtidos os seguintes resultados que, a titulo informativo, vão abaixo traneritos:

Vazões: ls/hora . . . .	5	15	150	1500
Erros: % . . . . . —	4,0	+ 1,0	+ 2,3	0

A verificação da vazão carateristica (V.C.) e a da perda de pressão (P. p.), em algumas vazões, foram obtidas de um exemplar normal de cada marca. Os resultados vão inscritos no quadro abaixo:

*Hidrometro volumetrico de 3 m<sup>3</sup>*

Marca	Vazão ls/h.	Perda pressão m. c. a.	Vazão ls/h.	Perda pressão m. c. a.	Vazão ls/h.	Perda pressão m. c. a.	Vazão ls/h.	Perda pressão m. c. a.
X	2.975	10	1.500	2,6	600	0,45	150	0,03
Y	3.396	10	1.500	2,2	600	0,35	150	0,03
L	3.273	10	1.500	2,2	600	0,35	150	0,03
W	3.158	10	1.500	2,5	—	—	150	0,03

### 3 — Validade dos ensaios

Para se averiguar a validade dos ensaios, de tipo industrial realizados com hidrometros volumetricos colocados em serie, procedeu-se á repetição dos ensaios em diversas vazões, com grande numero de hidrometros das 3 marcas estudadas.

Verificou-se boa permanencia de resultados nas vazões medias e altas, sendo que nas pequenas vazões as variações alcançam maior amplitude, existindo ainda, uma porcentagem de 4 a 10% de hidrometros, conforme a marca, que apresentam grandes variações, consideradas anormais.

### 4 — Influencia da pressão

Foram submetidos 2 hidrometros de cada uma das 3 marcas á ensaios com pressão de 10 m. c. a. e de cerca de 35 m. c. a., na vazão de 15 ls/h.

Os resultados desses ensaios demonstraram que esses hidrometros volumetricos mantem sensivelmente seus erros nessa pequena vazão, quando se passa de uma pressão de 10 m. c. a. para a de 35 m. c. a.

## 5 — Comportamento de hidrometros novos em serviço

## a — Após escoamento continuo.

Afim de verificar a permanencia de medida dos hidrometros após determinado escoamento continuo foram realizados os seguintes ensaios :

— 10 hidrometros com escoamento continuo total de cerca de 60 m<sup>3</sup> — na vazão de 150 ls/h — considerado equivalente a 2 mezes de funcionamento na rede.

Média do erro (%) dos hidrometros antes e após o escoamento:

Marca	Verificações	Vazões em ls/hora								Parados em 5 ls.
		1500	600	300	150	80	40	15	5	
X	Antes	+ 1.4	+ 3.0	+ 2.4	+ 2.4	+ 2.3	+ 1.5	- 1.2	- 16.4	0
	Após escoamento	+ 1.8	+ 2.6	+ 2.4	+ 2.2	+ 2.6	+ 1.0	- 2.4	- 45.0	1
Y	Antes	- 0.2	+ 0.8	+ 0.6	+ 8.0	+ 1.3	+ 0.8	- 0.5	- 8.7	0
	Após escoamento	0	+ 0.7	+ 0.9	+ 1.0	+ 1.8	+ 0.3	- 2.3	- 18.0	2
L	Antes	+ 0.2	+ 1.8	+ 2.4	+ 2.2	+ 1.4	- 0.3	- 7.5	- 42.5	0
	Após escoamento	+ 0.6	+ 1.7	+ 2.0	+ 1.4	+ 0.9	- 2.0	- 8.8	- 71.5	4

— 10 hidrometros com escoamento continuo total de cerca de 350 m<sup>3</sup> — na vazão de 800 a 1000 ls/h — considerado equivalente a um ano de funcionamento na rede.

Média do erro (%) dos hidrometros antes e após o escoamento:

Marca	Verificações	Vazões em ls/h.								Parados em 5 ls
		1500	600	300	150	80	40	15	5	
X	Antes	+ 1.7	+ 3.1	+ 2.4	+ 2.8	+ 2.5	+ 2.1	- 0.3	- 17.7	0
	Após escoamento	+ 1.7	+ 2.9	+ 2.9	+ 2.9	+ 3.0	+ 2.0	- 0.5	- 19.5	0
Y	Antes	+ 0.1	+ 1.0	+ 1.2	+ 1.0	+ 1.5	+ 1.6	+ 0.1	- 4.6	0
	Após escoamento	+ 0.3	+ 1.0	+ 1.2	+ 1.4	+ 2.2	+ 1.1	- 1.4	- 14.5	0
L	Antes	+ 0.2	+ 1.5	+ 1.7	+ 1.9	+ 1.3	- 0.9	- 8.4	- 62.5	0
	Após escoamento	+ 0.3	+ 1.5	+ 1.6	+ 2.2	+ 1.5	- 1.8	- 11.7	- 92.0	6

Observa-se, nos resultados dos dois quadros acima, bõa permanência dos erros após o escoamento nas vazões altas e medias, apresentado-se o erro nas pequenas vazões (40 e 15 ls/h) com leve variações para menos, variação essa que, conforme a marca, se acentua na vazão de 5 ls/h.

b — *Após funcionamento na rêde.*

Apenas tres hidrometros "Y", de que poude dispor a Comissão em tempo oportuno, foram submetidos a experiencia de funcionamento prolongado na rêde, com o seguinte resultado após escoamento, de cerca de 400 m<sup>3</sup>.

Média do erro (%) dos 3 hidrometros antes o após o escoamento:

Marca	Verificações	Vazões em ls/h.							
		1500	600	300	150	80	40	20	10
Y	Antes	0	+ 1.0	+ 1.5	+ 2.2	+ 1.3	+ 1.2	+ 0.3	- 0.5
	Após escoamento	+ 0.4	+ 0.8	+ 0.9	+ 1.6	+ 2.1	+ 1.1	- 0.3	- 4.0

Os resultados obtidos com estes hidrometros em funcionamento na rêde, confirmam os observados nos hidrometros submetidos a escoamento continuo.

c — *Após ensaio de fadiga.*

Para a pesquisa da permanencia do erro, da perda de pressão e do estado mecanico dos hidrometros após grande escoamento com alta vazão foram submetidos a ensaio de fadiga tres hidrometros, normais, sendo um de cada marca.

O escoamento atingiu a 1000 m<sup>3</sup>, sob regime de vazão constante de 3000 ls/h, tendo-se obtido os resultados abaixo:

Erros (%) antes e após ensaio de fadiga:

Marca	Verificações	Vazões em ls/hora							
		3000	1500	600	150	80	40	15	5
X	Antes	+ 1.7	+ 2.2	+ 3.0	+ 3.0	+ 3.0	+ 2.5	0	- 20.0
	Após fadiga	+ 1.2	+ 1.2	+ 2.0	+ 2.5	+ 2.0	+ 0.5	- 1.0	- 65.0
Y	Antes	- 0.5	- 0.2	+ 0.5	+ 1.5	+ 2.5	+ 1.5	+ 0.7	- 3.3
	Após fadiga	- 0.5	0	+ 0.5	+ 0.5	+ 2.0	+ 1.5	0	- 40.0
L	Antes	- 0.5	0	+ 1.8	+ 2.0	+ 1.5	- 1.0	- 5.0	- 25.0
	Após fadiga	- 0.2	+ 0.5	+ 1.0	+ 1.5	0	- 1.5	- 10.0	- 100.0

## Perda de pressão (p. p.) antes e após ensaio de fadiga:

X				Y				L			
Antes		Após		Antes		Após		Antes		Após	
vas.	p. p.	vas.	p. p.	vas.	p. p.	vas.	p. p.	vas.	p. p.	vas.	p. p.
2975	10	2951	10	3396	10	3364	10	3273	10	3303	10
1500	2.6	1500	2.6	1500	2.2	1500	2.2	1500	2.2	1500	2.15
600	0.45	600	0.45	600	0.35	600	0.4	600	0.35	600	0.35
150	0.03	150	0.03	150	0.03	150	0.03	150	0.03	150	0.03

A verificação do estado mecânico dos tres hidrometros submetidos a essa prova de fadiga, permitiu constatar a ausencia de qualquer desgaste apreciavel.

Os resultados obtidos após a prova de fadiga indicam boa permanencia das qualidades de medida e do material desses hidrometros, mesmo com a solicitação interna utilizada para esse ensaio.

#### 6 — Comportamento de hidrometros velhos após longa permanencia na rêde

Existiam na rêde de São Paulo alguns hidrometros volumetricos, de embolo rotativo, das marcas, A, B e C, que haviam permanecido em funcionamento, sem reparação, durante 6 a 8 anos conforme a marca. Esses hidrometros foram retirados da rêde e submetidos á verificações de suas atuais condições de medida, conforme abaixo especificados:

— *Hidrometros A* — com 7 anos de funcionamento na rêde e escoamento total medio de 3900 m<sup>3</sup>, ensaiados “no estado” em que vieram da rêde.

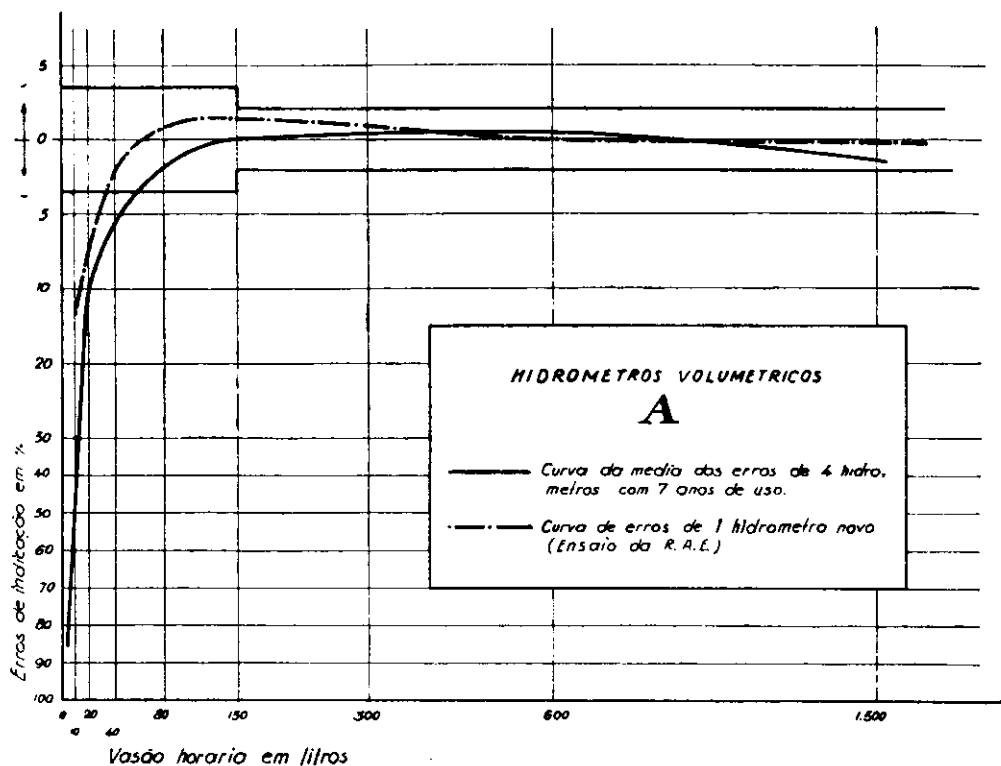
A media dos erros desses 4 hidrometros A, bem como, a titulo de comparação, os erros obtidos com um hidrometro novo, ensaiado pela R. A. E., acham-se representados nas curvas do anexo n.º 14.

— *1 Hidrometro B* — Com 6 anos de funcionamento na rêde e escoamento total de 10.000m<sup>3</sup>, ensaiado “no estado”.

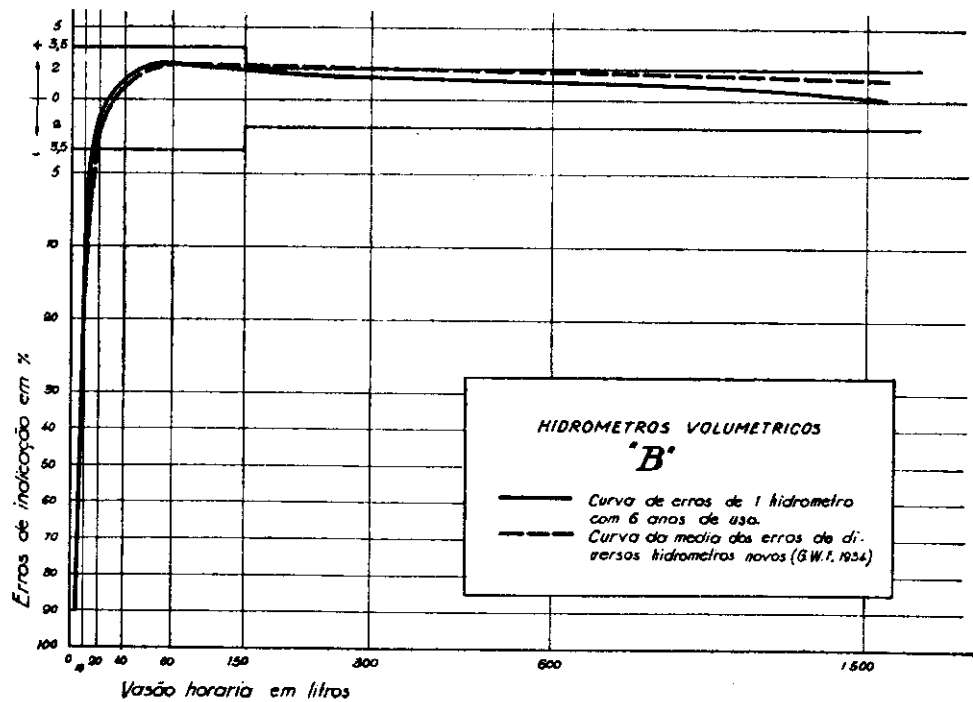
O resultado desse ensaio, bem como, a titulo de comparação, a média dos erros obtidos com diversos hidrometros novos, segundo publicação do G. W. F. 1934, constam das curvas representadas no anexo n.º 15.

— *4 Hidrometros C* — com 8 anos de funcionamento na rêde e escoamento total medio de 2300m<sup>3</sup>, ensaiados “após limpeza e ajustagem”.

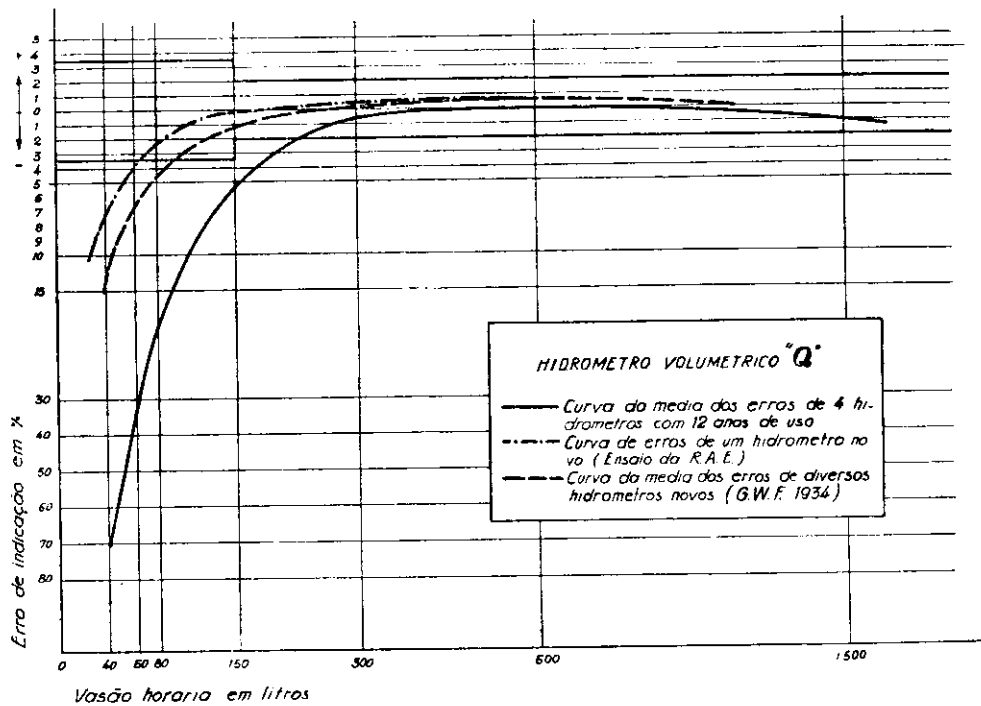
**ANEXO N.º 14**



**ANEXO N.º 15**

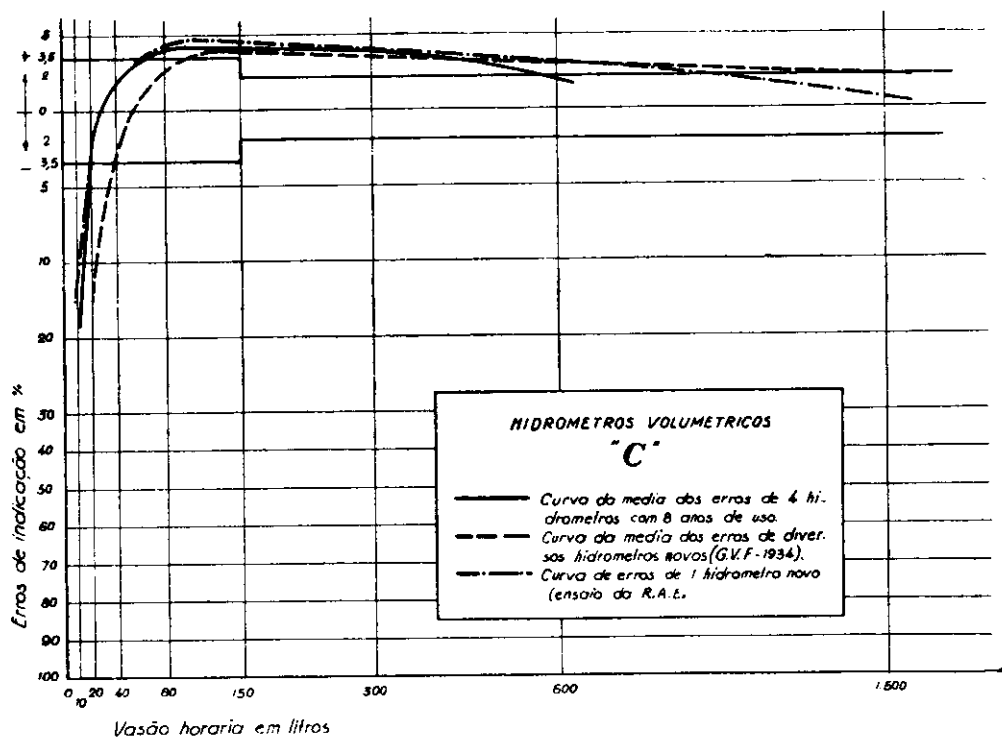


## ANEXO N.º 16 A



A media dos erros desses 4 hidrometros C acha-se indicada por uma das curvas do *anexo n.º 16*. As duas outras curvas indicadas, a titulo de comparação, se referem, uma a um hidrometro novo ensaiado pela R. A. E., e outra á media dos erros obtidos com diversos hidrometro novos, segundo publicação do G. W. F. 1934.

## ANEXO N.º 16



Com os hidrometros *L* e *Q*, retirados da rede de aguas e que nunca tinham sofrido reparação alguma, foram obtidos os seguintes resultados :

— 15 Hidrometros *L* — com 4 anos de funcionamento na rêde e escoamento total medio de 2200 m<sup>3</sup>, ensaiados "no estado".

As curvas do *anexo n.º 17* mostram os erros medios desses 15 hidrometros *L* e ainda, a titulo de comparação, o resultado do ensaio com um exemplar novo de Santos, bem como o resultado medio de diversos hidrometros novos, segundo publicação de G. W. F. 1934.

— 4 Hidrometros *Q* — com 12 anos de funcionamento na rêde de Campinas e escoamento total avaliado em 4000 m<sup>3</sup>, ensaiados "no estado".

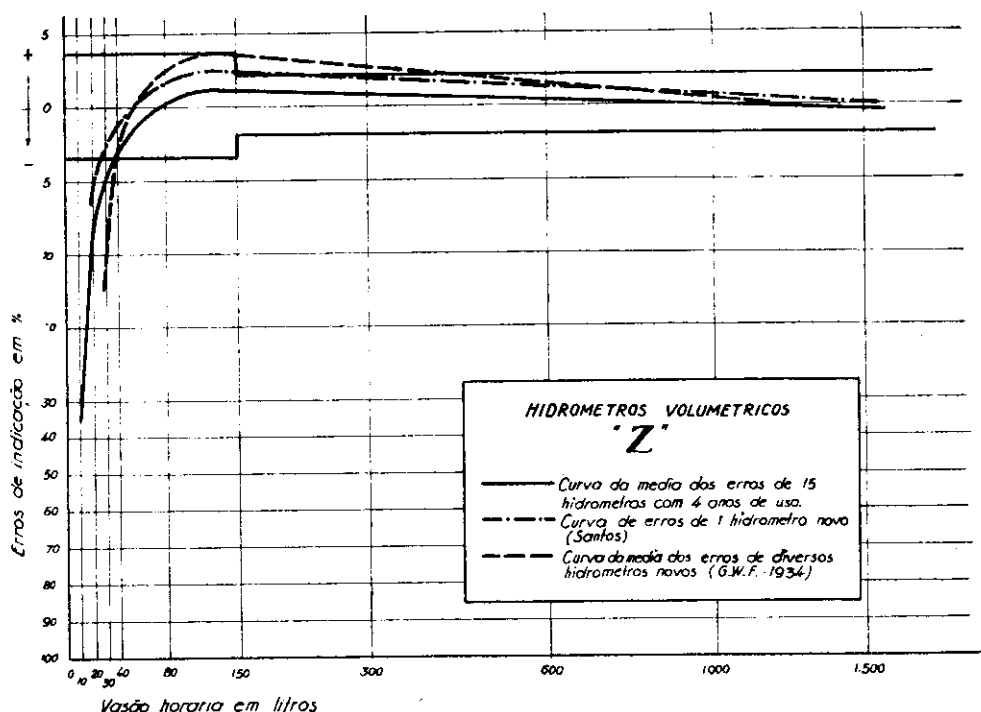
No *anexo n.º 26* observa-se a curva da media do erros obtidos neste ensaio e mais o resultado de um hidrometro novo en-

saiado pela R. A. E. e de diversos hidrometros novos, segundo o G. W. F. 1934.

Em todos os ensaios acima especificados nota-se que, apesar de longo tempo de serviço na rêde e da falta de revisão periodica, os hidrometros mantêm ainda uma aceitavel precisão de medida.

Apenas na marca "Q", cujo funcionamento ininterrupto nas aguas não tratadas foi demasiadamente prolongado, apresenta-se uma queda muito acentuada da precisão de medida.

### ANEXO N.º 17



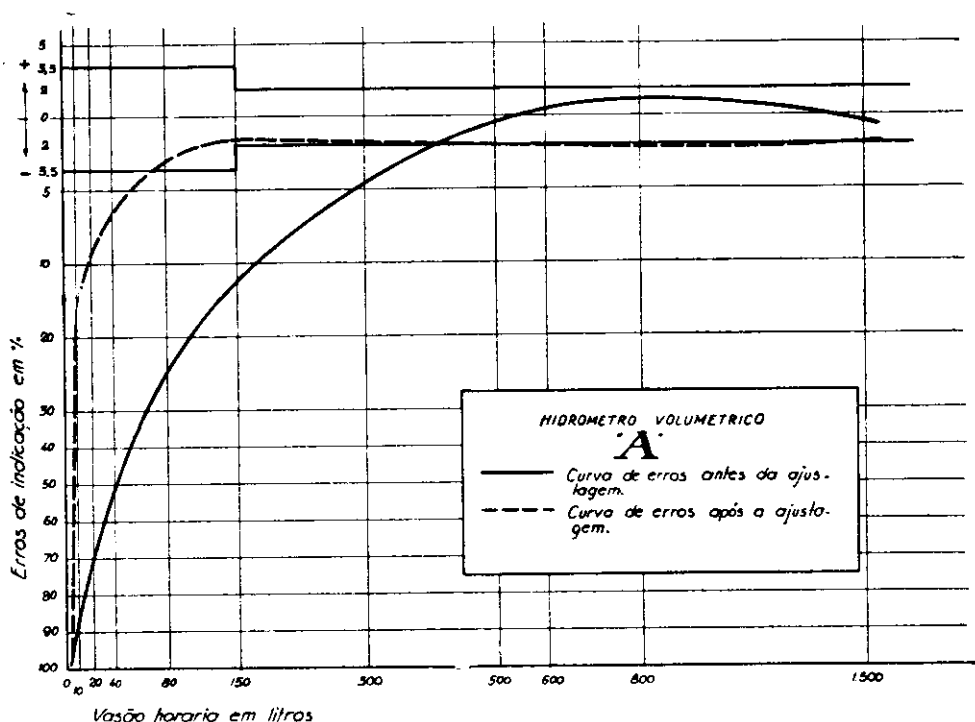
#### 7 — Estado de hidrometros velhos e sua conservação

Dentre os hidrometros volumetricos de embolo-rotativo retirados da rêde de São Paulo, alguns exemplares que apresentavam queda mais acentuada na precisão de medida foram limpos e ajustados, trocando-se apenas o pequeno rolete de guia inferior do embolo.

O resultado dessa revisão se evidencia da comparação das duas curvas, correspondentes aos erros antes e depois da ajustagem, indicadas:

para um hidrometro A no *anexo n.º 18*  
para um hidrometro B no *anexo n.º 19*





Observa-se pelas curvas obtidas, que a ajustagem proporcionou novamente ao hidrometro suas boas qualidades de medida.

O estado mecanico dos hidrometros velhos examinados pela Comissão, não apresentava sinão minimos indicios de desgaste. Algumas medições micrometricas feitas em camaras de medida e em embolos da marca "Q", que se achavam em peores condições, revelaram desgastes que não ultrapassaram 0.1 m.m.

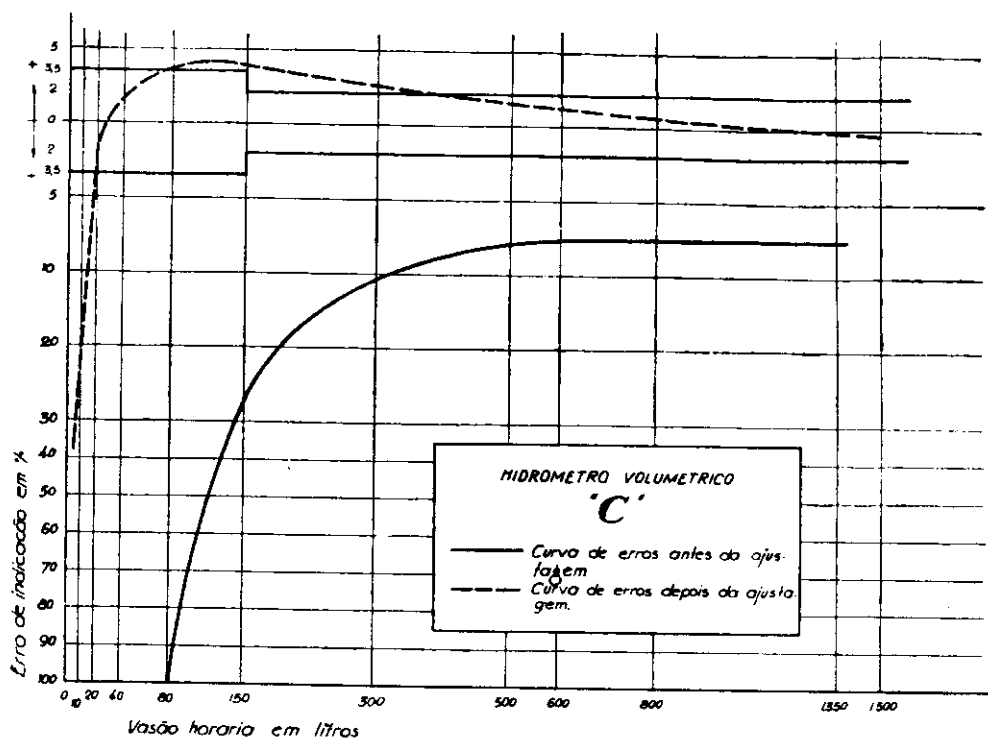
No pequeno rolete de guia inferior do embolo é que o desgaste se verifica com mais intensidade, sendo porem essa peça de preço infimo e de muito facil substituição.

De acordo com as observações feitas, não apresenta o hidrometro volumetrico de embolo rotativo, dificuldade para sua conservação que, após alguns anos, ainda se resume em limpeza e troca de uma peça.

A essa mesma conclusão chega o Eng. Eggers na publicação do G. W. F. 1934, de que reproduzimos alguns trechos a seguir:

*"O desgaste das peças sujeitas à usura é muito pequeno e só vem influenciar a precisão de medida após muitos anos de funcionamento".*

*"Si, com o tempo, se nota uma diminuição de sensibilidade de medida, basta em geral trocar o rolete de guia inferior do embolo".*



## D — Comparação entre hidrómetros volumetricos e os de velocidade

Os resultados dos estudos que, relativamente a hidrometros de velocidade multijácto, foram apresentados na *letra B do capítulo II* e os indicados para hidrometros volumetricos de embolo rotativo, na *letra C* do capítulo citado, já, de modo suficiente, evidenciam as características de medida de cada um desses tipos de medidores.

Para a comparação desses dois tipos de hidrometros, restringiremos nossas considerações a uma síntese confrontando os resultados mais importantes obtidos com os dois tipos de medidores.

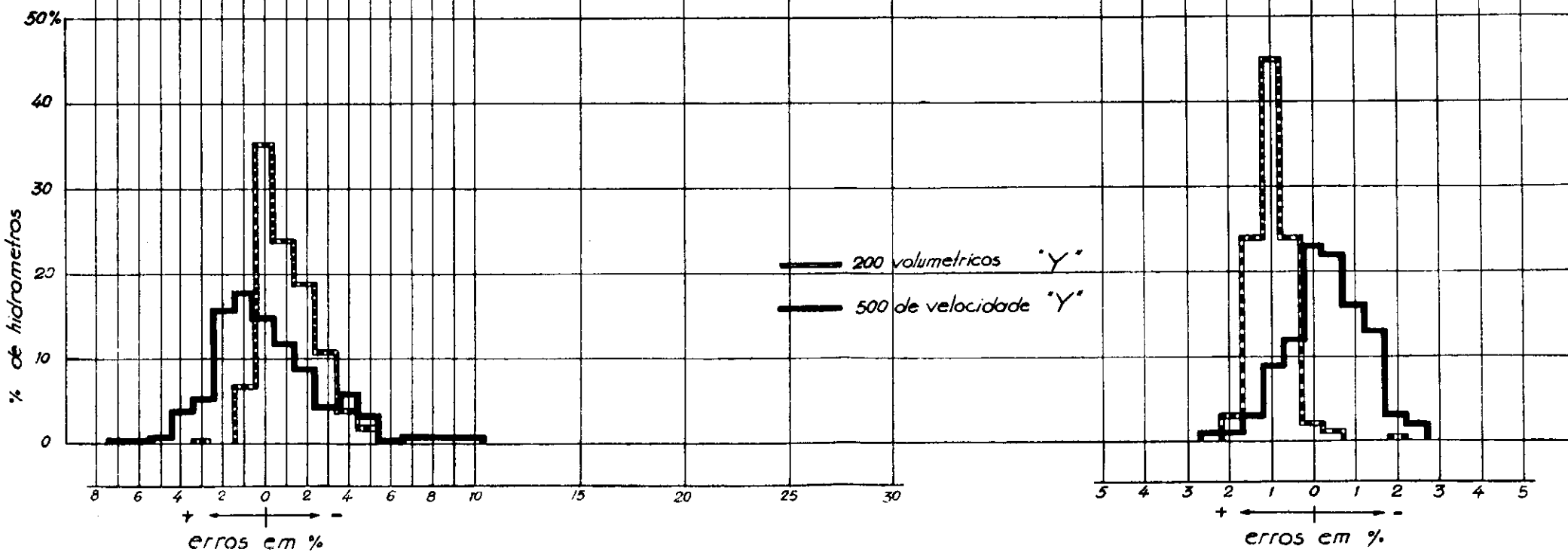
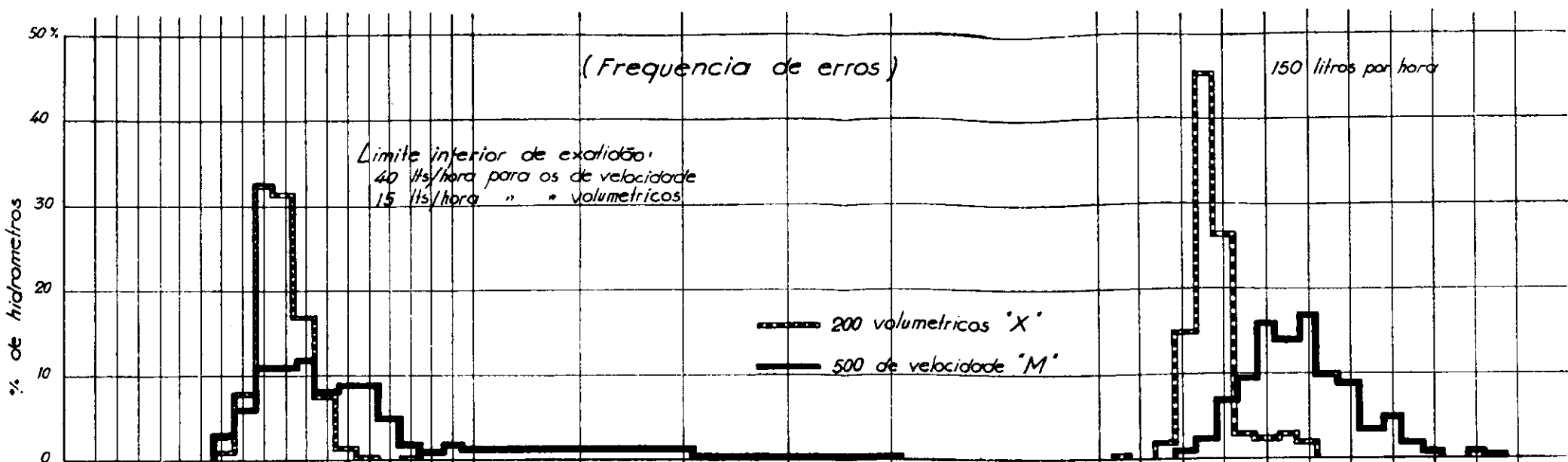
### 1 — Estabilidade e homogeneidade dos erros de indicação

Nos hidrometros de velocidade, constatou-se, tanto nos ensaios industriais de recebimento como nas verificações feitas na rede e em aferições periodicas, acentuada variação dos erros, com experiencias repetidas em condições idênticas.

Nos hidrometros volumetricos essas variações são de amplitude muito maior, apresentando esse tipo de hidrometro maior estabilidade dos erros do que o de velocidade, conforme se observa nas curvas do *anexo n.º 20*.

Essas curvas, apresentadas a titulo de demonstração, representam a frequência de distribuição do desvio dos erros em experiencias repetidas, para uma marca de hidrometro de velocidade (W) e para duas marcas de hidrometros volumetricos (X e Y).

# COMPARAÇÃO ENTRE HIDROMETROS DE VELOCIDADE E VOLUMETRICOS



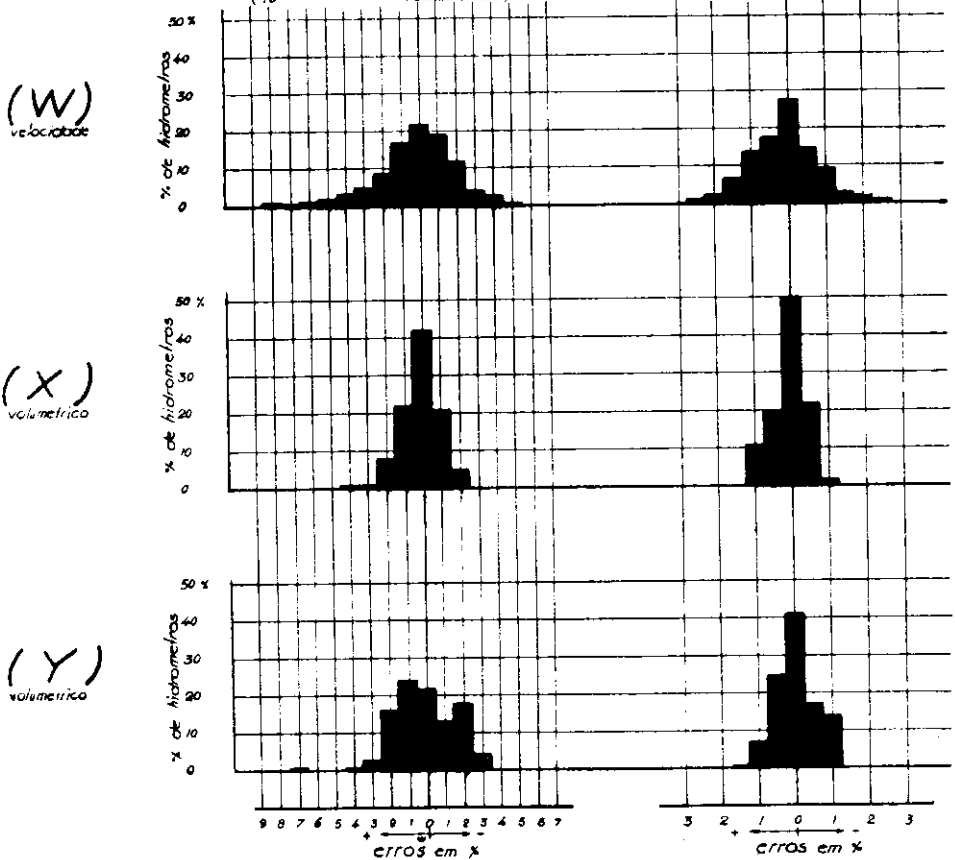
**ANEXO N.º 20**

**COMPARAÇÃO ENTRE HIDROMETROS DE VELOCIDADE E VOLUMETRICOS**

DISTRIBUIÇÃO DE FREQUENCIA DE DESVIOS DE ERROS EM ENSAIOS REPETIDOS

Limite inferior de exatidão  
(40 litros para os de velocidade)  
(15 " " " " volumetricos)

150 Litros por hora



A homogeneidade dos resultados obtidos, com grande numero de hidrometros, resalta das curvas de frequencia de erros do *anexo n.º 21*, em que são indicados, a titulo de demonstração, em duas vazões significativas, os poligonos de frequencia de erros para hidrometros de velocidade e para volumetricos dos mesmos fabricantes.

Os graficos demonstram a homogeneidade muito maior dos hidrometros volumetricos.

**2 — Precisão de medida**

Para hidrometros de velocidade e volumetricos de mesma vazão característica, as garantias dadas pelo fabricante, quanto ao inicio de funcionamento e á precisão de medida, são, em geral, para hidrometro de 3 m<sup>3</sup>, as constantes do quadro seguinte:

TIPO	Início de funcionamento (vazão)	Limite inferior de exatidão		Do limite inferior de exatidão até a vazão característica. (erro)
		vazão	erro	
Hidr. velocidade (multijácto mostrador seco)	18 l/h.	40 l/h.	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$
Hidr. volumetrico (embolo rotativo mostrador seco)	5 l/h.	15 l/h.	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$

Pelos dados acima verifica-se que os hidrometros volumetricos são construidos para registrarem vazões muito pequenas, que são frequentes no consumo domiciliario, conforme demonstram os graficos de variação desse consumo, mencionados no capitulo II, letra A.

Os hidrometros de velocidade não apresentam essa vantagem: para inicio de funcionamento, com movimento continuo, necessitam de uma vazão 3,5 vezes maior e atingem o limite inferior de exatidão com uma vazão cerca de 3 vezes superior á necessaria aos hidrometros volumetricos para alcançarem o mesmo limite.

Deve-se notar que se verificam frequentemente nos hidrometros volumetricos resultados melhores do que os exigidos para o inicio de funcionamento e para o limite inferior de exatidão, ao passo que nos hidrometros de velocidade esses limites muitas vezes não são atingidos.

### 3 — Concreções e depositos

a) *Nos hidrometros de velocidade.* A intensidade das concreções verificadas, que se originam de fenomenos eletro-quimicos gerados no proprio hidrometro, varia segundo a natureza do material empregado na sua construção, ao passo que os depositos de substancias insolúveis carriadas pela agua são, de um modo geral, constatadas em toda e qualquer marca de medidor tipo velocidade. As concreções e depositos acima mencionados e que se formam já após mezes de uso perturbam o funcionamento do aparelho, tornando muito incerta a medição.

b) *Nos hidrometros volumetricos.* As concreções e depositos, que não se constataram sinão naqueles hidrometros de prolongada permanencia na rêde, eram fracos e localizados de forma a não perturbarem as qualidades de medida do aparelho.

4 — Permanencia da pressão

a) *Nos hidrometros de velocidade.* Os elementos perturbadores mencionados e o desgaste das partes mais delicadas do hidrometro não permitem que a precisão se mantenha e ela apresenta, com o uso prolongado, grandes variações que, embora de possivel mas difficil correção obrigam a uma revisão frequente do aparelho.

Essa falta de permanencia da precisão se evidencia de modo concreto nas tabelas e graficos de que tratam os itens 3 a 6 da letra B, Cap. II.

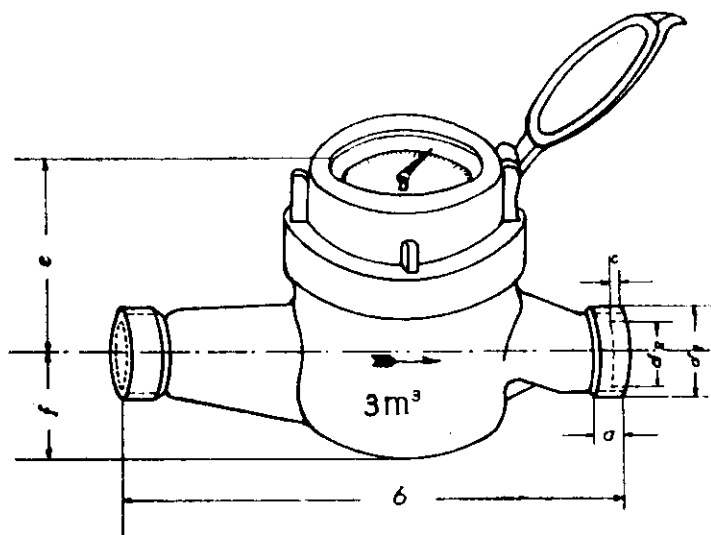
b) *Nos hidrometros volumetricos.* Nota-se, de modo geral, boa permanencia de precisão. Nos diversos ensaios a que se procedeu em hidrometros que haviam permanecido em serviço por espaço de tempo variando de alguns mezes a doze anos, o desvio de precisão, aliás de facil correção, foi relativamente pequeno, proporcionando a esse tipo de medir um prazo maior para revisão do que o exigido para a revisão do hidrometro de velocidade.

E — Normas para aprovação e recebimento de hidrometros volumetricos até 20 m<sup>3</sup>/hora de capacidade

Com base, assim nas observações e estudos feitos, como nas indicações extraídas, umas dos catalogos das fabricas, outras de revistas técnicas, foram organisadas pela Comissão as normas para aprovação de recebimento de hidrometros volumetricos, tipo embolo rotativo.

1 — Construção

a) *Caixas dos hidrometros* — As caixas dos hidrometros devem ser desmontaveis em duas partes: corpo e cabeça, ou corpo e fundo.



Estas duas partes, que devem ser ajustadas por superposição mediante parafusos ou por meio de roscas nas peças, terão junta de vedação em toda a superficie de apoio.

O corpo da caixa e o fundo, quando este existir, serão de bron-

ze da melhor composição, sem falhas nem defeitos de fundição. Deverão ser ainda protegidos, internamente, nas partes em contato com a agua por um revestimento de material não sujeito á corrosão e inalteravel á ação da agua.

A *cabeça*, será de latão de alta qualidade e sem defeito nem falha de fundição.

As *caixas*, que deverão ser providas de dispositivo de selagem para evitar a violação não só do hidrometro, como de suas ligações com o ramal domiciliario, terão as seguintes inscrições:

INSCRIÇÃO	TIPO	LOCALISAÇÃO
Vazão característica	Fundido em alto relevo	De um lado do corpo
Sentido do fluxo	Flexa fundida em alto relevo	Dos dois lados do corpo
Marca da fabrica	Em alto ou baixo relevo	Na cabeça (tampa)
Iniciais RAE. S. P.	Em alto relevo	De um lado do corpo
N.º de ordem especial para a RAE	Em baixo ou alto relevo	Na tampa e no corpo

As dimensões externas das caixas dos hidrometros serão as seguintes:

Capacidade do hidrometro: m <sup>3</sup> /hora.	Dimensões em m/m.						
	d <sub>1</sub> (*)	d <sub>2</sub>	a	e (minimo)	b	e (maximo)	f (maximo)
3	R. C. 1"	25	14	6	190	150	100
5							
7	R. C. 1 1/4"	31	16	6	260	180	120
10							
20	R. C. 2"	46	18	7	300	210	140

(\*) Rosca de cano (Waitworth).

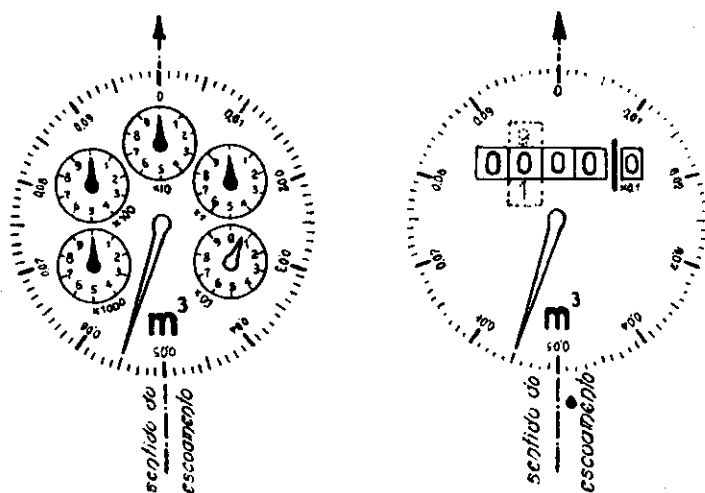
b) *Crivos* — Os hidrometros serão providos, antes da camara de medida, de crivos de nikel puro. Terão esses crivos orificios com o diametro maximo de 1 m/m, devendo sua area total ser, no minimo, 2,5 vezes maior do que a da seção de admissão da agua.

c) *Orgão medidor* — O embolo rotativo, será de ebonite ou material semelhante, não hygroscopica e indeformavel em alto gráu, destacavel da caixa, compor-se-á de duas partes: — copo inteiriço e tampa superior — feitas do mesmo material, para o qual se exige resistencia á corrosão e inalterabilidade á ação da agua.

d) *Mecanismo redutor e indicador* — Os mecanismos redutor e indicador deverão formar conjuntos distintos, separados por uma placa e dispositivo de vedação que façam perfeitamente estanque o compartimento do mecanismo indicador.

As peças do mecanismo redutor que estiverem em contato com a agua, deverão ser de nikel ou de ebonite, ou de material equivalente a esta quanto á sua resistencia mecanica e inalterabilidade á ação da agua.

e) *Mostrador* — O mostrador poderá ser de ponteiro ou de cifras saltantes, tendo campo de leitura desde zero até 10.000  $m^3$ , com menor divisão correspondente a *um* litro.



Nos mostradores de ponteiros deve a rotação destes ter o sentido da rotação dos ponteiros de relógio.

O sentido da rotação dos roletes, no caso de mostradores de cifras saltantes, será de baixo para cima, conforme está indicado em traço pontilhado, no desenho.

f) *Estojo de vidro e tampa* — O estojo de fixação do vidro deve ser amovível ou preso na cabeça do hidrometro por meio de charneira, permitindo, neste caso, abertura, no minimo de 90.º.

A fixação do estojo á cabeça far-se-á, em ambos os casos por meio de parafusos e de forma a permitir a colocação de selo de inviolabilidade.



Entre o vidro e a sua superfície de apoio deverá ser interposta uma junta de vedação para evitar a possibilidade da penetração da agua de chuva no mecanismo indicador.

O estojo será construido de forma a permitir, para a leitura até metro cubico (inclusive), perfeita visibilidade do mostrador, mesmo com um angulo de incidencia de 30°.

A tampa deve recobrir perfeitamente o vidro, e ser presa ao estojo de modo que possa abrir-se até 180°.

g) *Fenómenos eletro-quimicos* — As ligas metalicas, como os metaes puros, empregados na construção do hidrometro, deverão ser escolhidas, quanto á sua composição e natureza, e dispostas quanto á colocação das peças em que são empregadas, de modo a evitar o mais possivel a formação de pares eletro-quimicos.

h) *Estanqueidade e resistencia a pressão interna* — O hidrometro deverá ser estanque e resistente a uma pressão de ensaio de 20 atmosféricas.

## 2 -- Caracteristicas de Medida

As caracteristicas de medida dos hidrometros volumetricos deverão ter os valores indicados na tabela seguinte:

	Vazão característica (V. C.)				
	3m <sup>3</sup> /h.	5m <sup>3</sup> /h.	7m <sup>3</sup> /h.	10m <sup>3</sup> /h.	20m <sup>3</sup> /h.
<i>Maxima perda de pressão</i> (em ms. de c. a.)	10	10	10	10	10
<i>Inicio de funcionamento com a vazão horaria de. . . . .</i>	5 ls.	7 ls.	10 ls.	12 ls.	20 ls.
<i>Limite inferior de exatidão com a vazão horaria de. . .</i>	15 ls.	20 ls.	30 ls.	35 ls.	50 ls.
<i>Exatidão de medida:</i>					
a) com vazão de 100% até 5% da V. C. . . . .	± 2%	± 2%	± 2%	± 2%	± 2%
b) com vazão compreendida entre 5% (exclusive) da V. C. e o limite inferior de exatidão	± 3,5%	± 3,5%	± 3,5%	± 3,5%	± 3,5%
<i>Solicitações maximas admissiveis:</i>					
a) escoamento por mês (30 vezes a V. C.). . . . .	90 m <sup>3</sup> .	150 m <sup>3</sup> .	210 m <sup>3</sup> .	300 m <sup>3</sup> .	600 m <sup>3</sup> .
b) escoamento por dia (2 vezes a V. C.). . . . .	6 m <sup>3</sup> .	10 m <sup>3</sup> .	14 m <sup>3</sup> .	20 m <sup>3</sup> .	40 m <sup>3</sup> .
c) vazão maxima passageira em ls/ seg. . . . .	0,8	1,4	1,9	2,8	5,5

*Permanencia de medida* — Após o escoamento de 350 m<sup>3</sup> á razão de 1.000 ls/hora as características de medidas dos hidrometros deverão permanecer dentro dos limites e erros indicados na tabela anterior.

### 3 — Notas para recebimento (\*)

a) *Grupo amostra para ensaio* — Cada remessa de hidrometros feita pelo fornecedor constituirá uma partida, que será subdividida em lotes de 1.000 exemplares cada um. Desses lotes de 1.000 individuos será extraído o “grupo amostra” composto de 100 hidrometros, tirados em igual proporção de cada caixa.

No caso de ser a remessa inferior a 1.000 individuos, o “grupo amostra” será, mesmo assim, de 100 hidrometros. Para verificação da V. C. tomar-se-ão 10 exemplares do “grupo amostra”.

b) *Condições para recebimento* : —

Na V.C. (média do resultado de 10 hidrometros) com tolerancia até 2%  
 Nas vazões entre 100% e 5% (inclusive) da V. C.:

80% do “grupo amostra” com erro de .....	± 2%
10% » » » » » até .....	± 3%
10% » » » » » alem de .....	± 3%

Nas vazões entre 5% (exclusive) da V.C. até o limite inferior de exactidão:

80% do “grupo amostra” com erro de .....	± 3,5%
10% » » » » » até .....	± 5%
10% » » » » » alem de .....	± 5%

Na vazão de inicio de funcionamento :

75% do “grupo amostra” com erro até .....	80%
25% » » » » » alem de .....	80%

*Observação* : — Para verificação do inicio de funcionamento o escoamento mínimo será de 40 litros.

### F — Padronização do cavalete

As normas existentes na R. A. E. para a instalação do cavalete e respectivo abrigo, foram estabelecidas tendo em vista os hidrometros existentes, de tipos e de dimensões variaveis.

Essa adaptação do cavalete a elementos diversos redundava, porem, num encarecimento do serviço, devido á necessidade de colocação de diversas peças em cada casa e ao consequente aumento de mão de obra.

(\*) Estas normas se referem apenas a hidrometros do 3m.<sup>3</sup> pois que, para medidores de maior capacidade a Comissão não as pode estabelecer por falta dos elementos necessários.

Tanto na colocação do hidrometro novo, como tambem, frequentemente, na substituição do hidrometro de uma marca por outro de marca diferente, são necessarias alterações na composição do cavalete exigindo serviço ambulante de encanador para corte de canos, abertura de roscas, etc., Esses serviços, feitos na rua, gastam material e aumentam o custo da mão de obra e do transporte, reduzindo de muito a eficiencia das turmas na colocação e na substituição de hidrometros.

Pela estatistica do custo dos serviços de hidrometros, a que nos referimos no Capitulo III — A-3, verifica-se que a despesa atual se distribue da seguinte forma, quanto á mão de obra, ao transporte e ao material:

para colocação de um hidrometro (custo total 8\$800)	{	Mão de obra — 15% — 1\$320 por hydr.		
		Transporte — 12% — 1\$056	>	>
		Material — 50% — 4\$400	>	>
para substituição de um hidrometro (custo total 5\$600)	{	Mão de obra — 20% — 1\$120	<	>
		Transporte — 32% — 1\$792	>	>
		Material — 12% — \$672	>	>

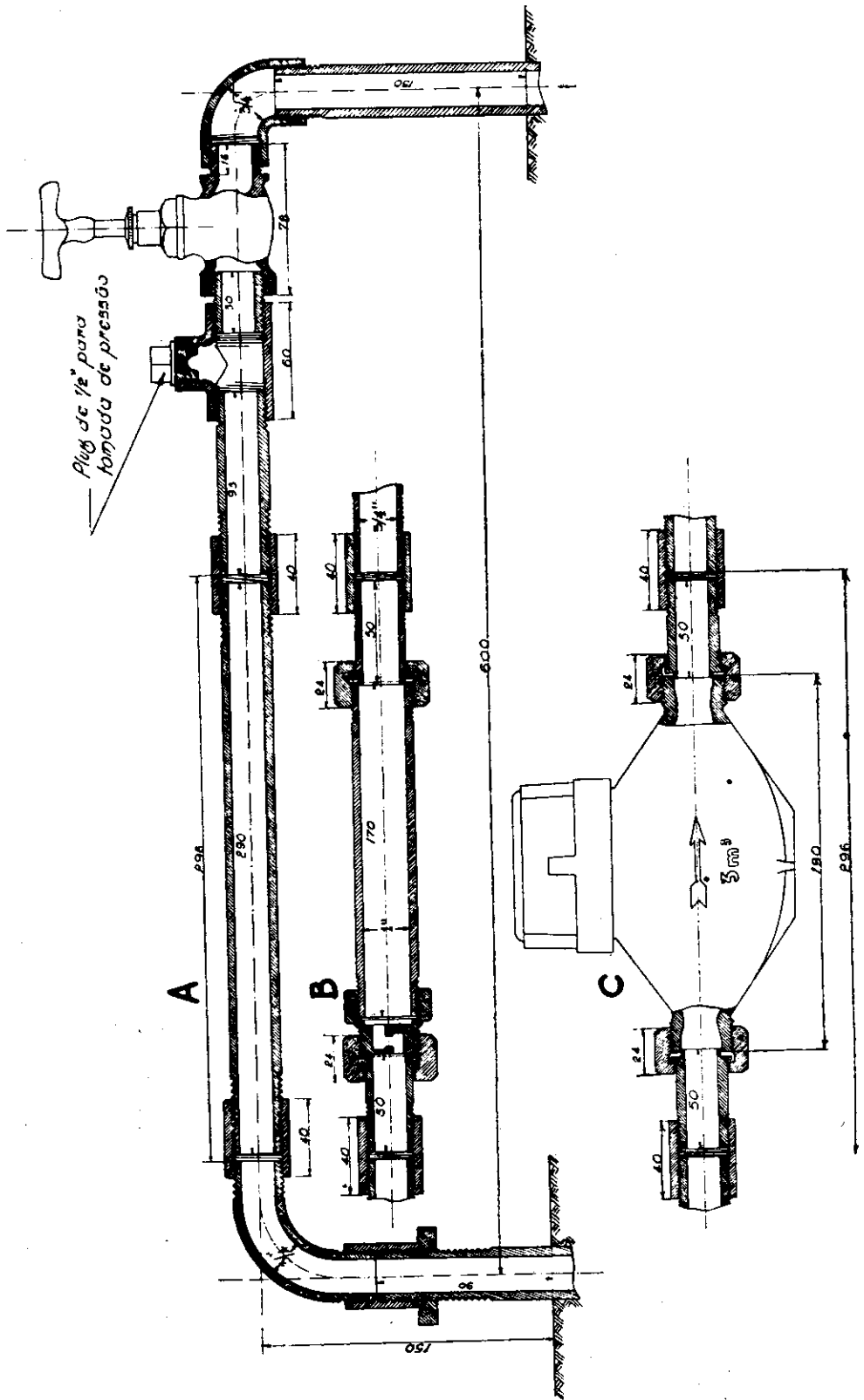
Salienta-se, nos custos acima indicados, o do material que, na colocação, representa 50% da despesa total desse serviço unitario; e ainda, na substituição, o custo das peças atinge \$672, para cada hidrometros substituido.

Essas parcelas podem e devem desaparecer completamente, o que se dará logo que, na encomenda de hidrometros novos, seja observada uma especificação unica. Assim, a adaptação de hidrometros de tipos diversos e de marcas diferentes, ou da pena, ao novo cavalete padronizado se fará sem gasto de material e com mão de obra reduzida ao minimo, aumentando consequentemente a eficiencia das turmas de colocação e de substituição. O desenho do cavalete padronizado (*anexo ns. 22 — 23*) referentes a ramais domiciliarios de 3/4" e 1", mostra as tres fases sucessivas: a primeira que se refere á instalação do cavalete pelo encanador particular; a segunda, em que a R.A.E. coloca a pena e a terceira, constante da troca da pena pelo hidrometro.

Verifica-se, que, padronizado tambem o comprimento dos hidrometros de 3 e 5 m<sup>3</sup>, de acordo com as especificações do DIN (adotadas pela Comissão), bastará uma simples movimentação de duas porcas com leve desvio de uma parte do trecho horizontal para colocar o hidrometro, ou substituil-o por outro.

Para evitar que o cavalete seja desmontado, quer para a verificação de falta dagua, quer para a tomada de pressão, foi previsto um plug especial.

ANEXO N.º 22





## G — Proteção ao hidrometro

É indiscutível a necessidade de uma proteção eficiente ao hidrometro. Atualmente, a grande maioria dos hidrometros está desprotegida e a facil alcance para qualquer depredação.

Verificou-se que, anualmente, cerca de 20% dos hidrometros existentes na rêde são recolhidos ás oficinas para verificações e reparações, por motivo de depredações. Nessa porcentagem de hidrometros recolhidos ás oficinas para verificações e reparações, 15% tem apenas o seu selo de inviolabilidade rompido, e outros 5% necessitam de substituição de peças (vidros, ponteiro, mostrador, etc.)

Para o primeiro grupo, o serviço de substituição importa em 12\$000 por hidrometro e para o segundo grupo em 15\$000, em média, podendo variar de 12\$000 até o custo de um hidrometro completo.

Si considerarmos que ao terminar o plano de generalização do serviço de hidrometros, — e que se dará dentro de 3 anos, — cerca de 150.000 predios estarão ligados á rêde de aguas, com uma proteção adequada do hidrometro a R.A.E. economizará anualmente a importancia aproximada de 400:000\$000.

Economizará, é bem o termo a ser empregado, pois embora esse serviço seja executado em "Conta Alheia", isto é, por conta do responsavel pelo consumo de agua no predio onde se verificou a depredação, o movimento burocratico de processo da "Conta" atraza a sua cobrança e frequentemente o responsavel não reside mais no local apontado, deixando por isso de saldar o seu debito.

## H — Plano de generalização

O plano de generalização acha-se discriminado no quadro de fls. 54 e foi subdividido em 3 fases, cujo objetivo é o seguinte:

1.ª fase — *de generalização* propriamente dita com a duração de 3 anos, a partir de 1939, em que serão colocados hidrometros em todos os predios ligados á rede, em numero de 148.000, de acordo com a previsão estabelecida para fins de 1941.

Durante esta fase serão eliminados apenas os hidrometros velhos imprestaveis e especialmente os de marca "D".

2.ª fase — *de renovação*, com duração até 3 anos, de 1942 a 1944, em que serão substituidos os hidrometros velhos por novos eliminando-se todos os hidrometros velhos que tiverem atingido ou ultrapassado o periodo normal de vida.

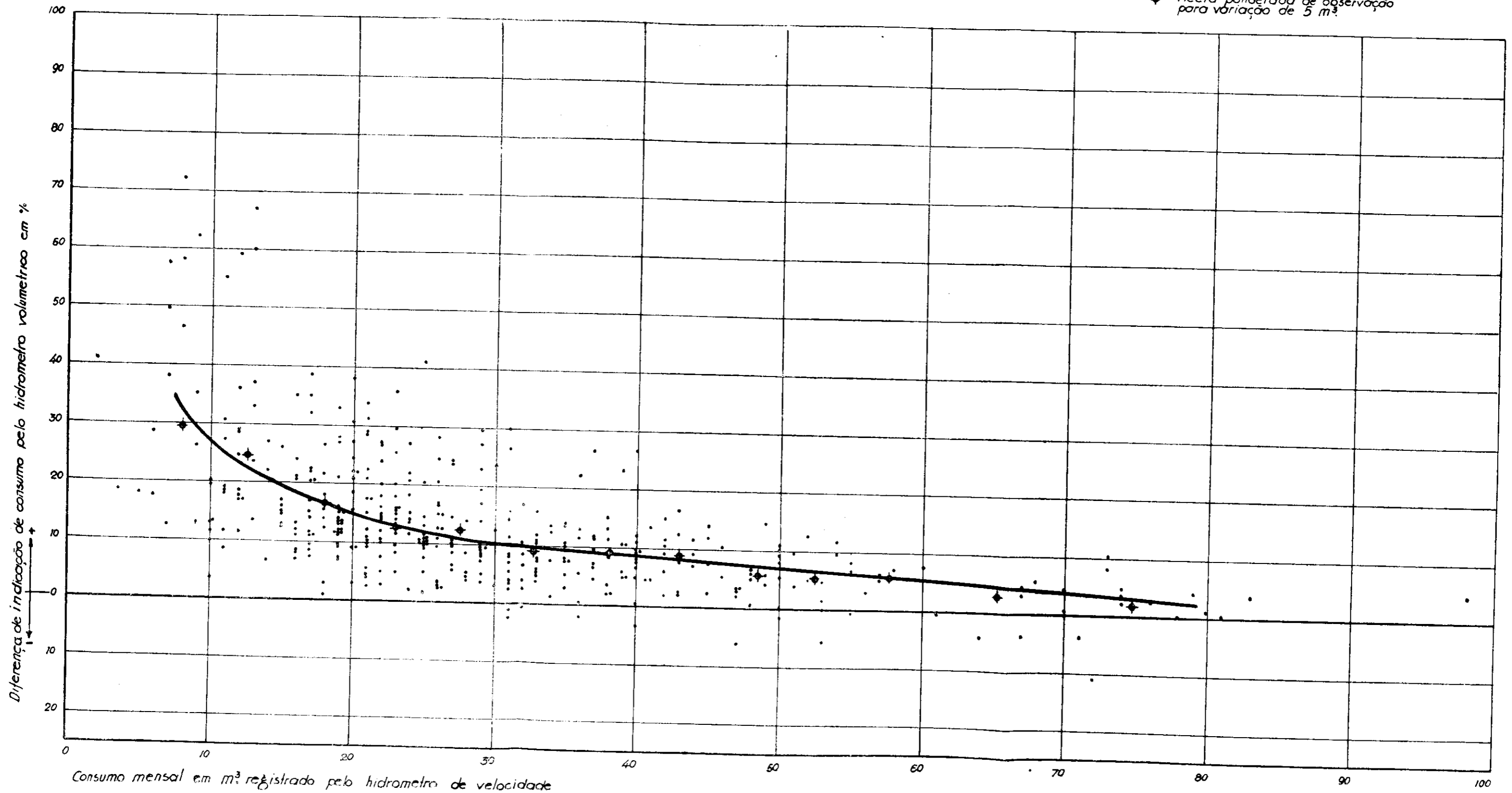
PLANO DE GENERALIZAÇÃO

Fase	Ano	Previsão de prédios ligados até o fim do ano	Existência na rede no início do ano			Aquisição	Colocação	REPARAÇÃO				Eliminação de velhos	Movimento total de revisão e colocação	Reserva
			Novos	Velhos	Total			Novos	Velhos	Avarias	Total			
1ª Generalização	1939	128.000	14.500	38.000	52.500	20.000	20.000	5.000	12.500	2.500	20.000	3.000	40.000	0
	1940	138.000	34.500	35.000	69.500	40.000	40.000	5.000	11.500	3.500	20.000	3.000	60.000	0
	1941	148.000	74.500	32.000	106.500	45.000	44.500	4.500	10.000	5.500	20.000	3.000	64.500	500
2ª Generalização	1942	158.000	119.000	29.000	148.000	20.000	20.000	30.000	0	7.000	37.000	10.000	57.000	500
	1943	163.000	139.000	19.000	158.000	15.000	15.000	35.000	0	7.500	42.500	10.000	57.500	500
	1944	168.000	154.000	9.000	163.000	15.000	14.000	40.000	0	8.500	48.000	9.000	62.000	1.500
3ª Desenvolvimento normal	1945	173.000	168.000	0	168.000	5.000	5.000	42.000	0	8.500	50.500	0	55.500	1.500
	1946	178.000	173.000	0	173.000	5.000	5.000	43.000	0	9.000	52.000	0	57.000	1.500

# CURVA MEDIA DOS AUMENTOS DE INDICAÇÃO DO HIDROMETRO VOLUMETRICO EM RELAÇÃO AO DE VELOCIDADE

*Predio com reservatório domiciliar*

- Observação por predio
- ◆ Média ponderada de observação para variação de 5 m<sup>3</sup>





3.<sup>a</sup> fase -- *de desenvolvimento normal*, em que será acrescido anualmente o numero de hidrometros novos necessario ao crescimento normal da rêde e em que se procederá à revisão periodica de 4 em 4 anos.

O plano obedece, de modo geral, aos seguintes requisitos :

- a) fluxo equilibrado dos serviços de colocação, substituição e reparação ;
- b) eliminação progressiva dos hidrometros velhos, com intensidade reduzida na 1.<sup>a</sup> fase e acelerada na 2.<sup>a</sup> fase ;
- c) aquisição distribuida em 6 anos e mais intensa na 1.<sup>a</sup> fase, de modo a prover com hidrometros todos os predios que estarão ligados na rêde no fim do ano de 1941.

### III

## ESTUDO ECONOMICO PARA ADOÇÃO DO HIDROMETRO VOLUMETRICO

### A — Importancia economica de indicação mais exata do consumo.

Com o fim de verificar qual o aumento na indicação de consumo registrada pelo hidrometro volumetrico em relação á do hidrometro de velocidade, procedeu-se a ensaios diretos em diversos predios sob diferentes regimes de consumo.

*a) Comparação de hidrometro volumetrico novo com hidrometro de velocidade de apenas 1 ano de uso.*

Serviu de base para escolha dos predios, a frequencia de grandeza de consumos estudada no cap. II - letra A - item 1 (*anexo ns. 1 e 2*), empregando-se nesse estudo os hidrometros volumetricos "Y" que foram os primeiros - dentre os 800 encomendados - a ser entregues á Comissão.

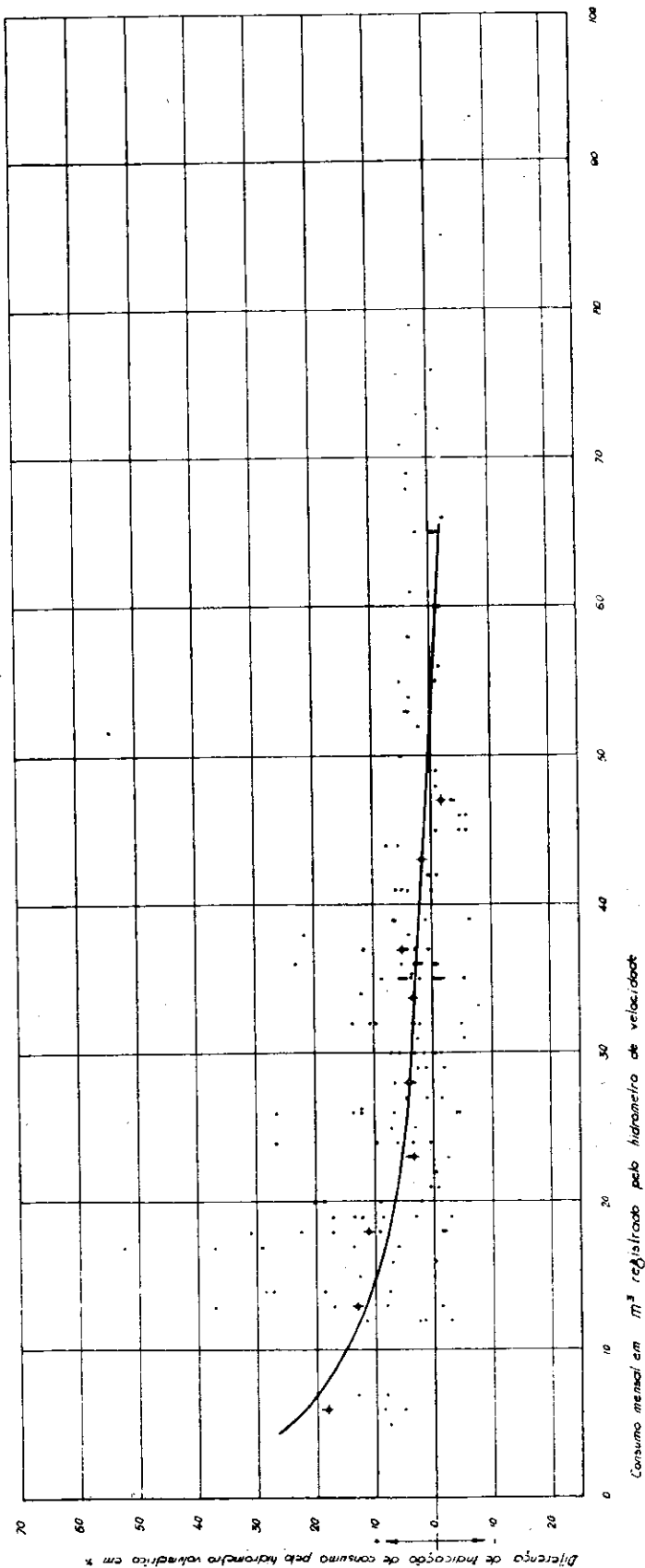
A curva media dos aumentos na indicação (em % dos consumos) é a do *anexo n.º 24* para o caso de predios dotados de reservatorios domiciliarios e a do *anexo n.º 25* para os predios alimentados diretamente pela rêde, caso este considerado excepcional, não sendo por isso levado em consideração.

As porcentagens de aumento de consumo obtidas no presente estudo com o hidrometro volumetrico, coincidem com as verificadas na Alemanha, segundo publicação do engenheiro G. Eggers (G. W. F. 1934

**CURVA MEDIA DOS AUMENTOS DE INDICAÇÃO DO HIDROMETRO  
VOLUMETRICO EM RELAÇÃO AO DE VELOCIDADE**

(PRÉDIO SEM RESERVATÓRIO DOMICILIAR)

• Observação por período  
+ Média ponderada de observações para variação de 5 m<sup>3</sup>



ns. 46 e 47): "o hidrometro volumetrico de embolo rotativo apresentou em geral quando colocado depois de um hidrometro de velocidade na mesma ligação, um aumento de consumo de 5 a 20 % e até mais, conforme o tipo e a grandeza da ligação. O aumento da indicação foi maximo para as ligações cujo consumo se processava por muito pequenas vazões ao passo que as ligações, que apresentavam principalmente grandes vazões, deram menores aumentos de indicação".

Pela nova lei de taxa de agua, a renda dos predios de consumo inferior a 25 m<sup>3</sup>. por mês é fixa. Todavia, com uma indicação mais exata, dada por hidrometro de volume, os predios com consumo compreendido entre 20 e 25 m<sup>3</sup>. virão a dar exesso pagavel á razão de \$600/m<sup>3</sup>. ou \$540/m<sup>3</sup>. com desconto.

Por essa razão é que o estudo economico apresentado a seguir abrange os predios de consumo desde 20 até 90 m<sup>3</sup>. por mês, predios esses que representam 63% daqueles que devem ser providos de hidrometros de 3 m<sup>3</sup>. de capacidade.

Grupo de consumo m <sup>3</sup> /mês	% indicação a mais pelo hidr. volumet.	% de hidrometro no grupo	Consumo medio pelo hidr. veloc. m <sup>3</sup> /mês	Exesso de indicação sobre 25 m <sup>3</sup> /mês	Renda a mais
20 a 25	13	14	23	1.0	\$540
26 a 35	10	20	30	3.0	1\$620
36 a 45	9	12	40	3.6	1\$950
46 a 55	7	7	50	3.5	1\$890
56 a 65	5	4	60	3.0	1\$620
66 a 75	4	3	70	2.8	1\$510
76 a 85	2	2	80	1.6	\$860
86 a 90	1	1	88	0.9	\$480

Renda a mais (média ponderada): 1\$420/hidrometro.

2) *Comparação de hidrometro volumetrico com 6 a 8 anos de uso com hidrometro de velocidade de 9 anos de uso.*

Para este estudo não dispunha a Comissão senão de 10 hidrometros volumetricos, motivo porque as observações são em numero mais reduzido. Os predios escolhidos foram classificados em 3 grupos, quanto ao seu consumo mensal.

O quadro abaixo apresenta os resultados conseguidos.

Grupo de consumo m <sup>3</sup> /mês	% de indic. a mais pelo hid. volum.	% de hidrometro no grupo	Cons. medio pelo hidr. vel. m <sup>3</sup> /mês	Excesso de ind. sobre 25m <sup>3</sup> /mês	Renda a mais
20 a 25	35	14	23	6.0	3\$240
26 a 45	16	32	34	5.4	2\$940
46 a 90	12	17	62	7.5	4\$040

Renda a mais (media ponderada) = 3\$300/hidrometro.

3) *Media geral dos valores.*

A media dos resultados obtidos nos itens 1 e 2 pode representar a comparação de hidrometro com 5 anos de uso (media para hidrometro de 1 ano e de 9 anos).

Assim a renda media a mais por mês para hidrometros de 3m<sup>3</sup> de capacidade, colocados em predios cujo consumo mensal varia desde 20 até 90m.<sup>3</sup> é de:

*2\$360 por um hidrometro.*

A Comissão adotou por medida de segurança, esta media como quota de renda a mais durante o prazo de utilização dos hidrometros, o qual atinge 12 a 15 anos.

Considerando agora, que os hidrometros capazes de produzir essa renda media a mais, representam 63% da totalidade dos hidrometros de capacidade de 3m<sup>3</sup>. a renda calculada para cada hidrometro de tal capacidade será de:

$$2\$360 \times \frac{63}{100} = 1\$500 \text{ por hidrometro por mês.}$$

**B — Importancia economica do prazo de revisão**

Segundo verificações feitas pela Comissão e indicações colhidas em revistas tecnicas, podem ser adotados os seguintes prazos para revisão:

hidrometro velocidade — 2 anos  
hidrometro volumetrico — 4 anos

Sendo o custo de uma revisão, incluindo retirada, reparação e re-colocação do hidrometro:

para hidrometro de velocidade (estatistica da Comissão) — 13\$500  
para hidrometro volumetrico (dados de Santos) — 15\$000

dahi resulta:

custo anual da revisão de um hidrometro de velocidade — 6\$750  
custo anual da revisão de um hidrometro volumetrico — 3\$750

donde:

economia anual por hidrometro, usando-se o tipo volumetrico em substituição ao de velocidade — 3\$000  
quota mensal de economia na revisão — \$250

No calculo acima não foi computada a menor despesa de juros e amortisação do capital empregado nas instalações de reparação dos hidrometros.

**C — Renda final a mais por hidrometro por mês :**

Proveniente da indicação mais exata	—	1\$500
Proveniente da economia na revisão	—	\$250
Total:	—	1\$750

Com essa *renda a mais de 1\$750 por hidrometro mensalmente*, poderá a majoração de cerca de 50\$000 no preço do hidrometro volumetrico de 3 m.<sup>3</sup>, comparado com o do hidrometro de velocidade, ser amortizada, inclusive juros a 8%, em prazo pouco inferior a 3 anos.

Dahi em diante *será líquida a renda a mais*, e atingirá por ano a importancia de cerca de 2.000:000\$000 igual á arrecadação prevista para a taxa de aluguel de hidrometros.

**D — Utilização dos hidrometros de velocidade ultimamente adquiridos.**

Deante dos dados apresentados anteriormente é evidente a vantagem da aquisição de hidrometros volumetricos para a rêde de aguas de S. Paulo, na parte em que a agua é tratada.

Quanto ao emprego de hidrometros volumetricos em aguas não tratadas, que abastecem cerca de 20 % dos predios, serão necessarias ainda verificações mais demoradas pela R. A. E., se bem que em Campinas e Santos os hidrometros desse tipo tivessem funcionado satisfatoriamente durante muitos anos em aguas não filtradas.

Durante esse periodo de verificação a R. A. E. poderá utilizar de preferencia nas zonas de aguas não filtradas os hidrometros de velocidade ultimamente adquiridos.

**Conclusão**

Deante dos resultados dos estudos apresentados neste relatorio, conclue a comissão:

- 1.º — que, em vista do caracter industrial da instalação e reparação de hidrometros bem como a verificação de consumo de agua, deve ser creado um órgão especializado para essas atividades, dentro da R.A.E. sob a denominação de "Serviço de Medidores e Consumo".
- 2.º — que, de acordo com o resultado das pesquisas técnicas, o hidrometro volumetrico apresenta vantagem sobre o de velocidade quanto á sensibilidade, exatidão de medida, estabilidade de erros, homogeneidade e permanencia de características de medida e portanto, deve ser o hidrometro adotado na rêde de aguas de S. Paulo, nas zonas em que a agua é tratada.

- 3.º que, nas zonas de aguas não filtradas, em que são abastecidos cerca de 20% dos predios, enquanto durarem as verificações mais demoradas de comportamento dos hidrometros volumetricos, em taes aguas, deve a R.A.E. utilizar os hidrometros de velocidade ultimamente adquiridos.
- 4.º — que, a importancia a mais a ser dispendida com a aquisição dos hidrometros volumetricos, não póde constituir embaraço na sua adoção, pois que, dentro de um prazo inferior a 3 anos o acrescimo da despesa estará completamente amortizado.
- 5.º — que, após os 3 anos necessarios para a amortisação acima indicada a renda a mais proveniente da adoção do hidrometro volumetrico será anualmente da ordem de.....  
2.000:000\$000.
- 6.º — que, atendendo ao fluxo equilibrado e progressivo dos serviços e ás verbas prefixadas pelo decreto n.º 10. 151 de 26 de abril de 1939, deve ser adotado o plano de generalisação proposto, afim de permitir que até fins de 1941 todos os predios então ligados á rêde de aguas estejam providos de hidrometros.

São Paulo, 6 de Maio de 1939

a) *Roberto Mange*

a) *C. Machado Alvim*

a) *José P. de Camargo*



