

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ESGOTOS DE SÃO PAULO

C. E. P. A.
COMISSÃO ESPECIAL DO PLANO DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA
CIDADE DE SÃO PAULO

PRESIDENTE

ENG.º PAULO DE PAIVA CASTRO

MEMBROS EFETIVOS

ENG.º EDUARDO GOMES DOS REIS

ENG.º EDUARDO FERREIRA BORBA JUNIOR

MEMBROS CONSULTORES

ENG.º ADOLFO SANTOS JUNIOR

ENG.º EDUARDO RIOMEY YASSUDA

ENG.º JOSÉ CHIARA

ENG.º RAIMUNDO F. RIBEIRO FILHO

ENG.º VICENTE DE SÁ BARBOSA

ENG.º VICTOR OSCAR DE SEIXAS QUEIROZ

ENG.º WLASTEMIR GRIGOLETO — Rep. D.A.E.E.

Aproveitamento do Rio Juquerí para o Abastecimento de Água de São Paulo

ANTE-PROJETO

1 — CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

O rio Juquerí corre em direção oeste, paralelamente à crista da Serra da Cantareira, a uma distância média de 10 km desta. Há possibilidade de, em se aproveitando um de seus afluentes, o ribeirão Santa Inez, encurtar a distância de adução até o Guarará para 7 km. Pode-se indagar a razão pela qual não se pensou há mais tempo no aproveitamento dessa fonte de suprimento, tão perto da cidade, principalmente da zona Norte, sempre tão mal servida de água, preferindo-se buscar água a 80 km (Rio Claro) e 30 km (Cotia) de São Paulo.

A resposta a essa indagação não é difícil de ser encontrada, se considerarmos que, na época em que foram projetadas essas obras, o processo de tratamento de água, por filtração rápida, ainda estava em desenvolvimento, e que, dava-se grande preferência às possibilidades de adução por gravidade.

Quando, um pouco mais tarde, foi iniciado o aproveitamento do Guarapiranga para suplementar o abastecimento de água à cidade, pensou-se que essa fonte teria capacidade, com folga, para fornecer toda a água que São Paulo necessitasse.

Não se tinha idéia, então, e não se podia ter, do grande desenvolvimento que a Cidade teria.

Atualmente, está o DAE ultimando obras que lhe permitirão aproveitar a vazão total assegurada pela represa do Guarapiranga e que é da ordem de 10 m³/seg, e podemos prever que, se novas aduções não forem estudadas e construídas com urgência, a Cidade passará por sérias crises de falta de água.

O aproveitamento das águas do Juquerí, para o abastecimento de São Paulo, parece-nos o mais racional de todos os que se podem estudar para a Cidade, com exceção do Guarapiranga.

Conta, a seu favor, com as seguintes vantagens:

- a) Distância de adução relativamente curta (cerca de 7 km);
- b) Prazo de execução das obras, também, curto (cerca de 18 meses);
- c) Custo por m³ aduzido bem menor que qualquer outro;
- d) Atender à zona Norte, resolvendo de vez o problema de seu abastecimento;
- e) Possibilidades de ser ampliado, com a reversão para a bacia do Juquerí, das águas do Atibainha e do Cachoeira que, além de serem utilizadas no abastecimento, contribuirão para aumentar o potencial hidro-elétrico da região.

2 — ASPECTOS GEOGRÁFICOS

2.1 — Descrição

A bacia do Juquerí está localizada ao Norte de São Paulo, abrangendo os Municípios de Mairiporã, Franco da Rocha, Caieiras, Francisco Morato e distritos de Perus e Cajamar.

O rio Juquerí possui numerosos afluentes, que são pequenos córregos e ribeirões, entre os quais podemos citar: na margem esquerda, o ribeirão dos Pinheirinhos, o do Cavalheiro, o Cresciuma e o Santa Inez, e na margem direita, o córrego dos Abreus, o ribeirão do Eusébio e o do Itaim,

O rio Juquerí tem suas cabeceiras na Serra Negra e no prolongamento da Serra do Bananal; corre, a princípio, em direção leste-oeste, passando por Mairiporã até Franco da Rocha, onde inflete para sudoeste, até as proximidades de Perus, onde toma novamente a direção leste-oeste, até encontrar o Tietê entre Santana do Parnaíba e Pirapora.

Sua bacia, com a área total de, aproximadamente, 900 km², é limitada pelas serras da Cantareira, Pirurucaia, do Bananal, do Morro Grande, Negra, Botujuru, dos Cristais, Morro do Mateus, Morro do Botucavari, Morro Doce e Morro do Jaraguá.

Existem na bacia as cidades de Mairiporã (2 270 hab.), Franco da Rocha (11 315 hab.) e Caieiras (2 959 hab.) e as Vilas de Francisco Morato (1 591 hab.) Perus (6 785 hab.) e Cajamar (1 822 hab.).

2.2 — Considerações econômicas

As terras da bacia são pouco férteis e a produção agrícola é relativamente pequena. Existem algumas áreas reflorestadas com eucaliptos e pinheiro. Não existem mais matas virgens. Toda a área é coberta por capoeiras, cerradões e pastarias.

A única indústria de importância, existente a montante de Franco da Rocha, é a da cerâmica. Existem várias olarias que fabricam tijolos. Os tijolos, principalmente, da zona denominada Rio Abaixo, já não são de muito boa qualidade. A jusante de Franco da Rocha existem várias indústrias extrativas: cal e caulim e, em Caieiras, algumas fábricas de importância, sobressaindo-se a Companhia Melhoramentos, com sua grande indústria de papel. Em Perus existe a Fábrica de Cimento Perus.

2.3 — Comunicações

A bacia é cortada por 2 rodovias asfaltadas de 1.^a classe, a Fernão Dias, que passa por Mairiporã e a Via Anhanguera. Corta a bacia, também, a antiga estrada São Paulo-Jundiá, hoje asfaltada e que passa por Perus, Caieiras e Franco da Rocha. Existem, ainda, outras estradas de rodagem, sem pavimentação, como a antiga estrada de Santa Inez, a antiga estrada para Bragança e a estrada entre Mairiporã e Franco da Rocha.

A bacia é ainda cortada pela Estrada de Ferro Santos-Jundiá e pela Perus-Pirapora.

3 — GEOLOGIA GERAL DA ÁREA

A geologia da maior parte da bacia do Juquerí, enquadra-se no grupo São Roque. Na parte SSE, aflora o granito intensivo de textura porfírica, comumente chamado "ôlho de sapo". Exposições desse granito, de cor rosa ou cinzenta são encontrados na Serra do Ajuá, ramificação da Serra da Cantareira e também em Caieiras e no morro do Tico-Tico.

As rochas do grupo São Roque, mais comumente encontradas, são as metamórficas, predominando os filitos de cores cinza ou cinza esverdeado quando frescos. Com pouca extensão e espessura aparecem outros xistos, pertencentes ao mesmo grupo, tais como cloritaxistos, anfíbolioxistos, etc. Todos estes tipos de xistos apresentam-se, às vezes, bastante alterados, nas suas exposições, com coloração variando do vermelho ao pardo-escuro. Pela sua alteração, estes xistos formam um solo argiloso, pouco permeável e de fraca fertilidade. A direção destes xistos é no quadrante NE e as inclinações são fortes, de sentido variável, predominando, porém, para o Sul. As melhores exposições destes xistos estão na estrada de rodagem São Paulo-Jundiá, na Serra dos Cristais e na Estrada de Ferro Santos-Jundiá, entre Francisco Morato e Botujuru.

Em Bom Sucesso são encontrados calcários e dolomitos em ocorrências lenticulares.

Veios de quartzo leitoso e enfumaçado e diques de pegmatito são, também, encontrados, encaixados nos xistos de grupo São Roque.

Entre os minerais metálicos que ocorrem na bacia podem ser citados o ouro, que já foi lavrado no século XVIII, vestígios de cobre, ferro sob a forma de hematita, parcialmente alterada em limonita.

Dos minerais não metálicos que ocorrem na bacia, o calcário é explorado em 2 jazidas, perto de Bom Sucesso. Além desse mineral, existem mármore, cristal de rocha, quartzito, caulim, mica litinífera, argila e granito.

4 — METEOROLOGIA

4.1 — Pluviometria

Há na bacia do Juquerí, alguns postos para medida de chuva, porém, só obtivemos dados, por número razoável de anos, no posto E 3-5 (observador), situado em Mairiporã. Esses dados foram obtidos do Boletim Pluviométrico, editado pelo DAEE (1958), e cujos valores característicos vão a seguir:

Período total de observações: de janeiro de 1941 até dezembro de 1957:

Precipitação média anual de 17 anos (1940-1957)	1387.1 mm
Precipitação máxima anual (1957)	1735.8 mm
Precipitação mínima anual (1948)	1060.9 mm
Precipitação máxima mensal (janeiro de 1955)	355.0 mm
Precipitação mínima mensal (agosto de 1945, setembro de 1949 e julho de 1952)	0.0 mm
Precipitação máxima média, durante 3 meses consecutivos (janeiro, fevereiro e março de 1944)	333.4 mm
Precipitação máxima observada durante 3 meses consecutivos (janeiro, fevereiro e março de 1944)	1000.4 mm
Precipitação mínima média, durante 3 meses consecutivos (julho, agosto e setembro de 1948)	1.2 mm
Precipitação mínima observada em 3 meses consecutivos (julho, agosto e setembro de 1948)	3.6 mm
Precipitação máxima observada em 24 horas (9 de fevereiro de 1949)	81.1 mm

4.2 — Fluviometria

O rio Juquerí foi medido, desde agosto de 1929 até junho de 1955, em um posto da São Paulo Light S/A, na localidade de Gato Preto, apresentando os seguintes valores característicos:

Pôsto V-12-304

Área de drenagem	621 km ²
Vazão média de 25 anos	10,86 m³/seg
Vazão máxima diária (26/12/1930)	86,00 m ³ /seg
Vazão mínima diária (13/9/1954)	2,94 m ³ /seg

Para os anos de 1956 a 1960, as vazões foram determinadas por correlação com o rio Jundiá, em Itupeva, com dados do 1.º Distrito da Divisão de Águas do Ministério de Minas e Energia, desde outubro de 1939 até dezembro de 1960 (ver apêndice). A vazão média do rio Juquerí em Gato Preto (média de 30 anos) baixou então para **10,40 m³/seg**.

5 — ANTE-PROJETO

5.1 — Condições Gerais

5.1.1 — Em linhas gerais, o ante-projeto para o aproveitamento do Juquerí é bastante simples. Consta de barragem de regularização a ser locada pouco à jusante da divisa dos Municípios de Mairiporã e Franco da Rocha. As águas represadas seguirão pelo ribeirão Santa Inez, em contra corrente, até o sopé da serra da Cantareira, onde serão captadas e recalçadas para um ponto, de onde serão conduzidas por gravidade, em canais a céu aberto e túneis até as proximidades da antiga barragem de Guaraú, onde se processará o tratamento. Do reservatório de água filtrada seguirá para a distribuição.

5.1.2 — Para o estudo da barragem de regularização consideramos toda a área da bacia como sendo homogênea, com as mesmas condições de clima e idênticas características geológicas e fisiográficas. Nestas condições, podemos admitir uma vazão específica uniforme para a bacia. Assim, determinamos as vazões do Juquerí, no ponto escolhido para a implantação da barragem, multiplicando as vazões em Gato Preto, pela relação das áreas de drenagem nos dois pontos:

Área de drenagem no ponto da barragem	355 km ²
Área de drenagem em Gato Preto	621 km ²
355	
Relação das áreas = $\frac{\quad}{621}$ = 0,57	

Com os dados obtidos em Gato Preto, no posto V-12-304, completados por correlação com o rio Jundiá (vide apêndice) e multiplicados pela relação acima, obtivemos uma série de valores médios mensais para a vazão do rio Juquerí, no local escolhido para a construção da barragem, desde 1930 até 1960 (31 anos).

A vazão média nesse período, nesse local, é de $6.0 \text{ m}^3/\text{seg}$. Entretanto, por razões que adiante mencionaremos, só é possível aproveitar a vazão de $4 \text{ m}^3/\text{seg}$.

5.2 — Estudos hidrológicos

Foi empregado para o estudo da capacidade a dar à barragem de acumulação, o diagrama das diferenças acumuladas de vazão, que se acha descrito no apêndice, item 1, do ante-projeto da reversão do Capivari-Monos para o Guarapiranga, trabalho desta Comissão, publicado na revista do DAE, n.º 51.

Com os dados obtidos, elaboramos o diagrama das vazões diferenciais acumuladas, vide desenho n.º 4 651 — B-701 fls. 1. Dêste diagrama tiramos os elementos para traçar o diagrama das vazões asseguradas, em função dos volumes de acumulação da barragem, desenho n.º 4651 B — 701 fls. 2.

5.3 — Barragem

Pelo diagrama das vazões asseguradas, verificamos que a barragem para assegurar a vazão de $4 \text{ m}^3/\text{seg}$, deverá ter um volume útil de acumulação de $35 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Escolhemos, para implantação da barragem um ponto, abaixo da divisa entre os municípios de Franco da Rocha e Mairiporã, onde há uma garganta, ver desenho n.º 4 648 — B — 701. Nesse local uma barragem com cerca de 18 metros de altura e 200 metros de comprimento, com o nível d'água na cota 737, terá o volume acumulado entre as cotas 737 e 730, de $35 \times 10^6 \text{ m}^3$, formando um lago com cerca de 8 km^2 de superfície. A cota de inundação (737) atingirá as proximidades da cidade de Mairiporã e é este o motivo principal que impossibilita um aproveitamento maior das águas do Juquerí. Se quizéssemos regularizar $4,50 \text{ m}^3/\text{seg}$, em lugar de $4,0 \text{ m}^3/\text{seg}$, verificaremos pelo diagrama das vazões asseguradas que necessitaríamos de uma barragem com volume de acumulação de $74 \times 10^6 \text{ m}^3$. Com tal barragem iríamos inundar completamente a cidade de Mairiporã. Outro motivo é o econômico, pois, a barragem para regularizar $4,5 \text{ m}^3/\text{seg}$, necessitaria de um acréscimo na altura de cerca de 5 metros e a área inundada passaria para cerca de 12 km^2 .

O tipo de barragem a ser utilizado, terra ou concreto, só poderá ser determinado por sondagens no local. Entretanto, pelo aspecto do solo e das condições locais, queremos crer que a barragem vai ser construída em terra.

O vertedor da barragem (ver apêndice 2) deverá ter capacidade para descarregar $200 \text{ m}^3/\text{seg}$, que é a vazão que se pode prever para uma enchente milenária. Este vertedor deverá ser bastante largo para evitar uma lâmina de água muito espessa sobre o vertedor, evitando assim inundações muito acima do nível normal.

5.4 — Captação

5.4.1 — A captação se fará no ribeirão Santa Inez, junto ao sopé da Serra da Cantareira (ver desenhos ns. 4 602 D 1 481 — F2 e 4 602 D 1 481 F3). Deverá ser feito um canal, aprofundando e retificando o ribeirão Santa Inez, com cerca de 500 metros e profundidade média de 10 metros.

Cada grupo deverá ter bombas com capacidade para $2 \text{ m}^3/\text{seg}$ e altura manométrica de 127,0 m, acopladas a motores elétricos de 4.800 HP.

5.5 — Linha de Recalque

Da casa de bombas sairá a linha de recalque, com capacidade para veicular $4 \text{ m}^3/\text{seg}$ e com 800 m de extensão. Para aço revestido, podemos usar o coeficiente C da fórmula de Hazen-Williams igual a 150 (journal A W W A, junho 1961, pág. 767, tabela 5.8). Adotando-se o diâmetro de 1,60 m (velocidade = $2,0 \text{ m}/\text{seg}$) teremos:

Altura geométrica de recalque	122.0 m (852-730)
Perdas de carga na Linha	2.2 m
Perdas de carga na casa de bombas	2.8 m
Altura manométrica total de recalque ..	127,0 m

5.6 — Linha de Gravidade

Da caixa de passagem, onde chega a água recalçada, na cota 852, sairá um canal, a céu aberto, a meia encosta, e que poderá ser construído em terra ou em alvenária, conforme a sondagem do terreno α recomendar. Esse canal deverá ter 2 290 m de extensão, com 2 trechos, um de 150 m e o outro de 200 m, que talvez devam ser abertos em túnel, se as sondagens acusarem rocha. Admitimos uma declividade geral para o canal de 0,8 m/km o que dará uma perda de carga total de cerca de 2,0 m.

5.7 — Lago de Passagem

Para a passagem da água entre o fim do canal e o início do túnel, previmos a construção de um lago artificial, com a construção de uma barragem no ribeirão Santa Inez (ver planta 4 602 D 1 481 F2). Esta barragem deverá ter 25 metros de altura e 100 metros de comprimento; deverá ser, provavelmente, construída em concreto. O nível de água nesse lago deverá atingir a cota 850. Com a construção desse lago, economizaremos cerca de 1 500 metros de tubulação de grande diâmetro. Da ponta nordeste do lago deverá ser aberto um canal, com as mesmas características do canal da referência 5.6, com a extensão de 660 metros, até a boca de entrada do túnel.

5.8 — Túnel

Para a travessia da Serra da Cantareira, será necessária a construção de um túnel com a extensão de 2 750 metros. Esse túnel deverá ser aberto com seção suficiente para conduzir a água do Juquerí (4 m³/seg) e os reforços possíveis (mais 13 m³/seg) e portanto para a vazão total de 17 m³/seg. Previmos uma declividade para esse túnel de 0,4 m/km, que nos dará a cota 848,48, para o nível d'água, na saída do túnel.

Da saída do túnel a água deverá seguir por um canal, que segundo nos parece, poderá também ser construído a céu aberto, com 1 320 metros de comprimento. Esse canal deverá atravessar o córrego Guaraú, por uma ponte canal, com cerca de 80 metros de comprimento.

5.9 — Estação de Tratamento

A água deverá chegar à Estação de Tratamento, na cota 845,40, saindo a água filtrada na cota 837,40. Teríamos então a altura de 8 metros disponível para construção da E. T. A. Da E. T. A. a água sairá para um reservatório de água filtrada cuja cota de fundo, poderá ser 829,00, o que dará a altura de 8,40 m para a construção desse reservatório. A capacidade desse reservatório deverá ser de cerca de 100 000 m³. Do reservatório a água sairá diretamente para distribuição nos reservatórios e torres da zona Norte.

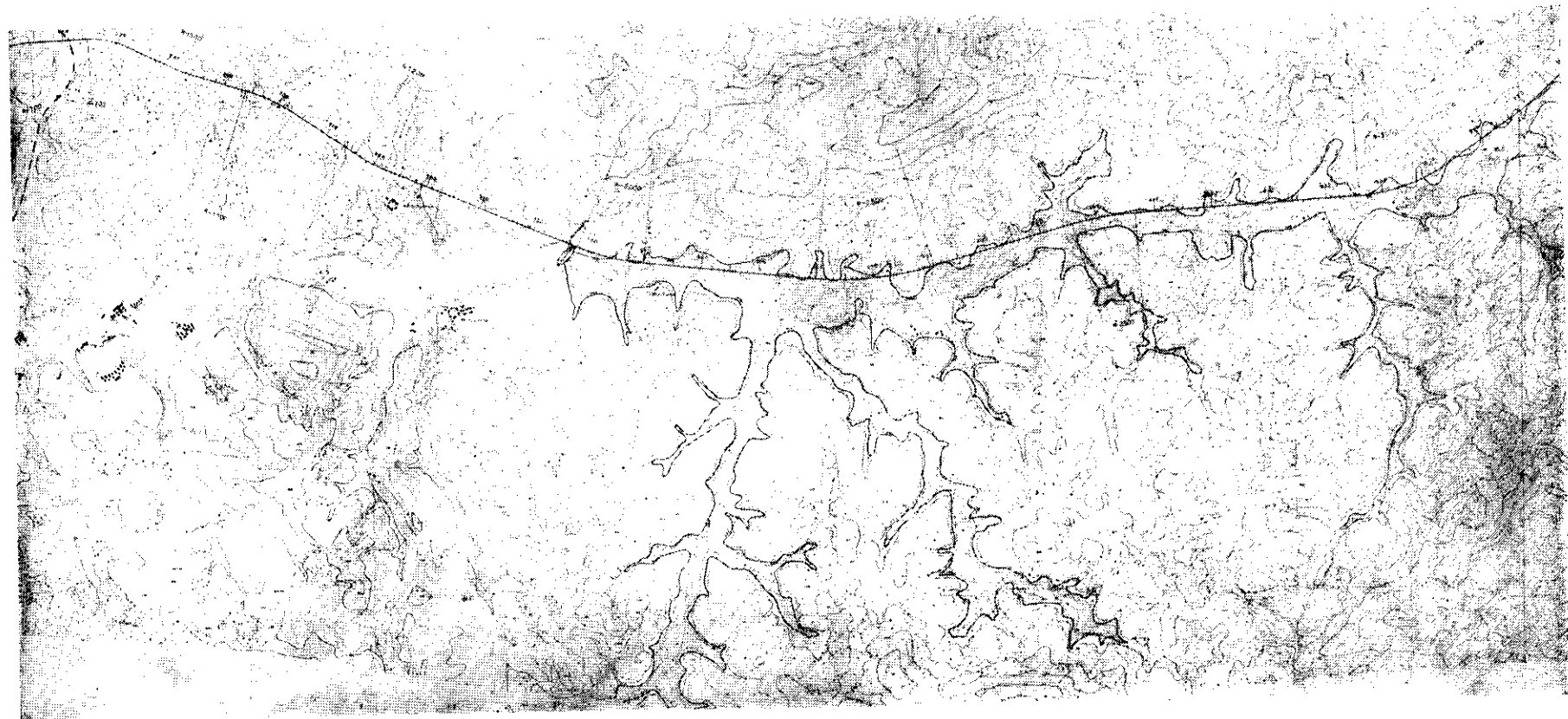
5.10 — Proteção da Barragem

Para proteção da barragem há necessidade de ser construído um interceptador na margem esquerda do lago, que esgote também os despêjos de Mairiporã.

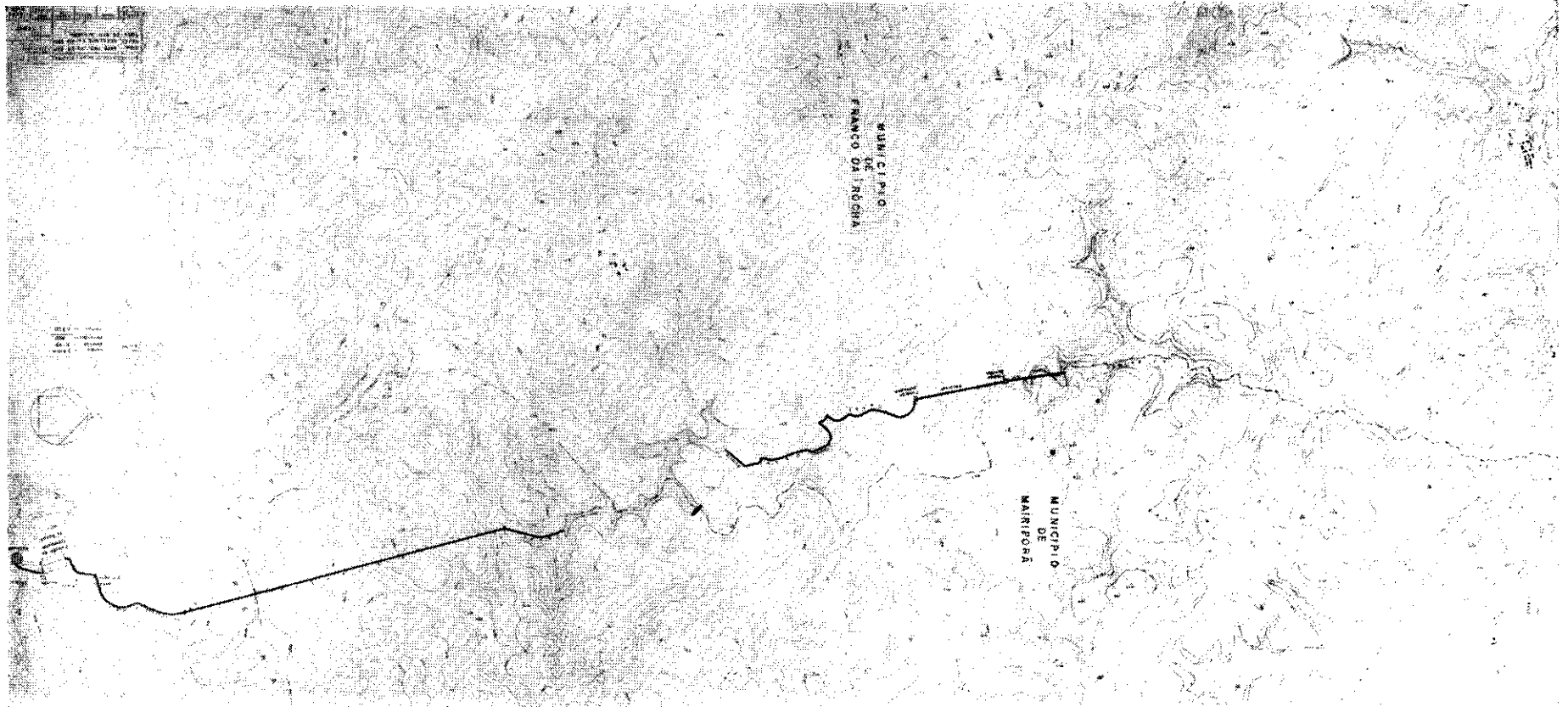
5.11 — Considerações Finais

Desejamos chamar a atenção de que o presente trabalho é apenas um ante-projeto. Nessas condições, tôdas as cotas, dimensões etc., apontadas tem apenas valor especulativo. Servem, apenas, para mostrar a viabilidade do estudo. O ante-projeto traça um rumo geral à seguir no projeto. Depois de feitas as sondagens necessárias e pronta a topografia terrestre em escala conveniente, é que esses detalhes deverão ser fixados.

Entretanto, desejamos frisar o valor da concepção do ante-projeto em causa. Se confirmadas pelas sondagens, as condições do solo esperadas, o aproveitamento das águas do Juquerí, segundo os rumos traçados por este ante-projeto, tornar-se-á um dos aproveitamentos mais econômicos que se possa conceber.



D. A. E.
COMISSÃO ESPECIAL DO PLANO DE ABASTECIMENTO DE AGUA
C E P A
ANTE PROJETO DA CAPTAÇÃO, RECALQUE E LINHA ADUTORA
DO RIO JUQUERI
ESCALA 1:10.000



VAZÕES MÉDIAS MENSAIS NA BARRAGEM PROJETADA

(m3/s)

↙ Ano Mês	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945
Jan.	-	9,52	11,51	14,59	11,68	8,38	6,61	6,78	14,19	8,55	9,29	8,15	8,21	7,01	7,07	5,13	3,59
Fev.	-	12,14	28,50	9,75	9,35	7,81	9,23	6,16	7,07	6,55	9,69	24,22	5,98	7,58	7,12	7,75	11,29
Mar.	-	8,04	19,84	13,62	7,24	5,47	6,95	10,94	5,87	6,04	6,21	9,01	7,41	7,35	7,64	9,58	4,56
Abr.	-	6,27	10,89	8,21	6,44	5,19	6,16	5,93	7,24	5,53	4,96	6,04	5,64	6,04	4,67	4,79	3,70
Mai.	-	5,76	6,90	8,04	5,87	3,88	5,13	5,02	6,16	5,13	5,24	5,07	4,50	4,56	3,70	3,82	3,19
Jun.	-	5,36	6,44	7,41	5,64	3,76	5,24	3,99	5,47	4,33	4,67	4,22	3,70	4,45	3,48	3,53	5,36
Jul.	-	4,84	4,67	6,50	5,07	3,19	4,16	3,88	4,50	4,10	3,88	3,82	3,02	5,53	3,25	3,48	4,27
Ago.	6,61	4,56	5,98	5,87	4,62	3,19	3,99	4,96	4,45	4,62	3,08	3,53	2,68	3,76	3,19	2,96	3,48
Set.	6,21	4,67	7,98	4,79	4,67	3,48	5,93	5,24	3,53	4,39	3,36	3,53	5,41	3,88	3,25	2,74	3,42
Out.	5,47	6,04	6,90	6,44	4,84	3,53	8,89	4,22	5,53	6,84	3,42	4,27	5,24	3,42	4,62	2,74	3,02
Nov.	5,41	7,87	6,67	5,64	3,99	3,31	5,30	4,39	7,81	6,55	5,64	5,07	4,56	4,10	4,45	3,48	3,70
Dez.	11,46	17,50	16,19	13,62	4,79	12,37	5,24	8,04	8,78	8,26	5,19	5,59	5,58	5,98	4,33	3,36	4,73
Total		92,57	132,47	104,48	74,20	63,56	72,83	69,55	80,60	70,89	64,63	82,52	61,93	63,66	56,77	53,36	54,31
Média		7,71	11,04	8,71	6,18	5,30	6,07	5,80	6,72	5,91	5,39	6,88	5,16	5,30	4,73	4,45	4,53

↙ Ano Mês	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	RESUMO	
																TOTAL	MÉDIA
Jan.	10,37	9,58	10,54	8,09	10,77	11,80	6,10	3,82	7,12	9,86	3,36	10,49	6,84	9,69	10,66	269,35	8,69
Fev.	10,71	10,43	10,89	10,32	17,95	9,52	10,89	7,52	8,83	4,16	3,25	9,80	10,03	7,81	8,44	310,74	10,02
Mar.	9,58	14,65	14,82	7,81	12,54	8,38	9,40	4,33	6,73	3,88	4,56	9,75	10,09	8,83	7,92	269,04	8,68
Abr.	5,98	6,21	11,51	7,18	9,86	6,33	5,70	5,81	4,16	3,13	3,25	7,01	5,81	8,32	4,84	192,80	6,22
Mai.	4,45	5,36	8,61	5,07	6,95	4,79	3,88	3,65	4,62	2,91	4,62	4,96	6,73	5,07	4,96	158,60	5,12
Jun.	4,62	4,50	6,78	4,45	5,81	4,33	4,56	3,48	3,88	2,79	6,55	4,27	6,73	4,16	4,33	148,29	4,78
Jul.	4,50	4,45	5,81	3,88	4,96	4,27	3,53	3,25	2,91	1,94	3,93	4,27	5,41	3,76	3,65	128,68	4,15
Ago.	3,88	4,39	5,36	3,31	3,93	3,93	3,31	3,30	2,62	2,17	4,90	3,88	4,05	4,33	3,31	121,59	3,92
Set.	3,13	4,90	4,33	2,85	3,42	3,08	3,31	3,36	2,22	2,05	3,36	7,01	4,33	3,31	3,02	123,95	4,00
Out.	3,82	5,19	4,67	2,68	6,27	4,22	3,59	3,65	3,88	1,99	3,13	4,62	4,27	3,48	3,48	138,90	4,48
Nov.	4,16	5,88	4,67	2,91	5,64	4,27	4,56	4,73	2,45	3,25	2,51	5,02	5,47	4,27	4,73	147,05	4,74
Dez.	3,36	12,77	4,96	5,93	5,87	4,96	3,48	4,96	4,27	4,27	2,56	5,19	7,30	7,24	15,28	221,95	7,16
Total	68,56	88,31	92,95	64,48	93,97	69,88	62,31	51,86	53,69	42,40	45,98	76,27	77,06	70,27	74,62	2230,94	6,00
Média	5,71	7,36	7,75	5,37	7,83	5,82	5,19	4,32	4,47	3,53	3,83	6,36	6,42	5,86	6,22		

RIO JUQUERÍ

TABELA DAS DIFERENÇAS DE VAZÃO ACUMULADAS

m3/seg

Ano	Mês	Q	Q - M (Q - Q)
1920			
J		9,52	3,52
F		12,14	9,66
M		8,04	11,70
A		6,27	11,97
M		5,76	11,73
J		5,36	11,09
J		4,84	9,93
A		4,56	8,49
S		4,67	7,16
O		6,04	7,20
N		7,87	9,07
D		17,50	20,57
1921			
J		11,51	26,08
F		28,50	48,58
M		19,84	62,42
A		10,89	67,31
M		6,90	68,21
J		6,44	68,65
J		4,67	67,32
A		5,98	67,30
S		7,98	69,28
O		6,90	70,18
N		6,67	70,85
D		16,19	81,04
1922			
J		14,59	89,63
F		9,75	93,38
M		13,62	101,00
A		8,21	103,21
M		8,04	105,25
J		7,41	106,66
J		6,50	107,16
A		5,87	107,03
S		4,79	105,82
O		6,44	106,26
N		5,64	105,90
D		13,62	113,52
1923			
J		11,68	119,20
F		9,35	122,55
M		7,24	123,79
A		6,44	124,23
M		5,87	124,10
J		5,07	123,74
J		3,64	122,81
A		4,67	121,43
S		4,62	120,10
O		4,84	118,94
N		3,99	116,93
D		4,79	115,72
1924			
J		8,38	118,10
F		7,81	119,91
M		5,47	119,38
A		5,19	118,57
M		3,88	116,45
J		3,76	114,21
J		3,19	111,40
A		3,19	108,59
S		3,48	106,07
O		3,53	103,60
N		3,31	100,91
D		12,37	107,28
1925			
J		6,61	107,89
F		9,23	111,12
M		6,95	112,07
A		6,16	112,23
M		5,13	111,36
J		5,24	110,60
J		4,16	108,76
A		3,99	106,75
S		5,93	106,68
O		8,89	109,57
N		5,30	108,87
D		5,24	108,11
1926			
J		6,78	108,89
F		6,16	109,05
M		10,94	113,99
A		5,93	113,92
M		5,02	112,94
J		3,99	110,93
J		3,88	108,81
A		4,96	107,77
S		5,24	107,01
O		4,22	105,23
N		4,39	103,62
D		8,04	105,66
1927			
J		14,19	113,85
F		7,07	114,92
M		5,87	114,79
A		7,24	116,03
M		6,16	116,19
J		5,47	115,66
J		4,50	114,16
A		4,45	112,61
S		3,53	110,14
O		3,53	109,67
N		2,81	111,48
D		8,78	114,26
1928			
J		8,55	116,81
F		7,81	119,91
M		5,47	119,38
A		5,19	118,57
M		3,88	116,45
J		3,76	114,21
J		3,19	111,40
A		3,19	108,59
S		3,48	106,07
O		3,53	103,60
N		3,31	100,91
D		12,37	107,28
1929			
J		9,29	116,44
F		9,69	120,13
M		6,21	120,34
A		4,96	119,30
M		5,24	118,54
J		4,67	117,21
J		3,88	115,09
A		3,08	112,17
S		3,99	109,53
O		3,36	106,95
N		3,42	106,59
D		5,64	105,78
1930			
J		8,15	107,93
F		24,22	126,15
M		9,01	129,16
A		6,04	129,20
M		5,97	128,27
J		4,22	126,49
J		3,82	124,31
A		3,53	121,84
S		3,53	119,37
O		4,27	117,64
N		5,07	116,71
D		5,59	116,30
1931			
J		8,21	118,51
F		5,98	118,49
M		7,41	119,90
A		5,64	119,54
M		4,50	118,04
J		3,70	115,74
J		3,02	112,76
A		2,68	109,44
S		5,41	108,85
O		5,24	108,09
N		4,56	106,65
D		5,58	106,23

RIO JUQUERÍ

TABELA DAS DIFERENÇAS DE VAZÃO ACUMULADAS

m3/seg

Ano	Mês	Q	Q - M (Q - Q)
1942			
J		7,01	107,24
F		7,58	108,82
M		7,35	110,17
A		6,04	110,21
M		4,56	108,77
J		4,45	107,22
J		5,53	106,75
A		3,76	104,51
S		3,88	102,39
O		3,42	99,81
N		4,10	97,91
D		5,98	97,89
1943			
J		7,07	98,96
F		7,12	100,08
M		7,64	101,72
A		4,67	100,39
M		3,70	98,09
J		3,48	95,57
J		3,25	92,82
A		3,19	90,01
S		3,25	87,26
O		4,62	85,88
N		4,45	84,33
D		4,33	82,66
1944			
J		5,13	81,79
F		7,75	83,54
M		9,58	87,12
A		4,79	85,91
M		3,82	83,73
J		3,53	81,26
J		3,48	78,74
A		2,96	75,70
S		2,74	72,44
O		2,74	69,18
N		3,48	66,66
D		3,36	64,02
1945			
J		3,59	61,61
F		11,29	66,90
M		4,56	65,46
A		3,70	63,16
M		3,19	60,35
J		5,36	59,71
J		4,27	57,98
A		3,48	55,46
S		3,42	52,88
O		3,02	49,90
N		3,70	47,60
D		4,73	46,33
1946			
J		10,37	60,70
F		10,71	55,41
M		9,58	58,99
A		5,98	58,97
M		4,45	57,42
J		4,62	56,04
J		4,50	54,54
A		3,88	52,42
S		3,13	49,55
O		3,82	47,37
N		4,16	45,53
D		3,36	42,89
1947			
J		9,58	46,47
F		10,43	50,90
M		14,65	59,55
A		6,21	59,76
M		5,36	59,12
J		4,50	57,62
J		4,45	56,07
A		4,39	54,46
S		4,90	53,36
O		5,19	52,55
N		5,88	52,43
D		12,77	59,20
1948			
J		10,54	63,74
F		10,89	68,63
M		14,82	77,45
A		11,51	82,96
M		8,61	85,57
J		6,78	86,35
J		5,81	86,16
A		5,36	85,52
S		4,33	83,85
O		4,67	82,52
N		4,67	81,19
D		4,96	80,15
1949			
J		8,09	82,24
F		10,32	86,56
M		7,81	88,37
A		7,18	89,55
M		5,07	88,62
J		4,45	87,07
J		3,88	84,95
A		3,31	82,26
S		2,85	79,11
O		2,68	75,79
N		2,91	72,70
D		5,93	72,63
1950			
J		10,77	77,40
F		17,95	89,35
M		12,51	95,89
A		9,86	99,75
M		6,95	100,70
J		5,81	100,51
J		4,96	99,47
A		3,93	97,40
S		3,42	94,82
O		6,27	95,09
N		5,64	94,73
D		5,87	94,60
1951			
J		11,80	100,40
F		9,52	103,92
M		8,38	106,30
A		6,33	106,63
M		4,79	105,42
J		4,33	103,75
J		4,27	102,02
A		3,93	99,95
S		3,08	97,03
O		4,22	95,25
N		4,27	93,52
D		4,96	92,48
1952			
J		6,10	92,58
F		10,89	97,47
M		9,40	100,87
A		5,70	100,57
M		3,88	98,45
J		4,56	97,01
J		3,53	94,54
A		3,31	91,85
S		3,31	89,16
O		3,59	86,75
N		4,56	85,31
D		3,48	82,79
1953			
J		3,82	80,61
F		7,52	82,13
M		4,33	80,46
A		5,81	80,27
M		3,65	77,92
J		3,48	75,40
J		3,25	72,65
A		3,30	69,95
S		3,36	67,31
O		3,65	64,96
N		4,73	63,69
D		4,96	62,65

RIO JUQUERÍ
TABELA DAS DIFERENÇAS DE VAZÃO ACUMULADAS
 m3/seg

ANO	Mês	Q	Q - M (Q - Q)
1954	J	7,12	63,77
	F	8,83	66,60
	M	6,73	67,33
	A	4,16	65,49
	M	4,62	64,11
	J	3,88	61,99
	J	2,91	58,90
	A	2,62	55,52
	S	2,22	51,74
	O	3,88	49,62
	N	2,45	46,07
	D	4,27	44,34
1955	J	9,86	48,20
	F	4,16	46,36
	M	3,88	44,24
	A	3,13	41,37
	M	2,91	38,28
	J	2,79	35,07
	J	1,94	31,01
	A	2,17	27,18
	S	2,05	23,23
	O	1,99	19,22
	N	3,25	16,47
	D	4,27	14,74
1956	J	3,36	12,10
	F	3,25	9,35
	M	4,56	7,91
	A	3,25	5,16
	M	4,62	3,78
	J	6,55	4,33
	J	3,93	2,26
	A	4,90	1,16
	S	3,36	- 1,48
	O	3,13	- 4,35
	N	2,51	- 7,84
	D	2,56	-11,28
1957	J	10,49	- 6,79
	F	9,80	- 2,99
	M	9,75	0,76
	A	7,01	1,77
	M	4,96	0,73
	J	4,27	- 1,00
	J	4,27	- 2,73
	A	3,88	- 4,85
	S	7,01	- 3,84
	O	4,62	- 5,22
	N	5,02	- 6,20
	D	5,19	- 7,01

ANO	Mês	Q	Q - M (Q - Q)
1958	J	6,84	- 6,17
	F	10,03	- 2,14
	M	10,09	1,95
	A	5,81	1,76
	M	6,73	2,49
	J	6,73	3,22
	J	5,41	2,63
	A	4,05	0,68
	S	4,33	- 0,99
	O	4,27	- 2,72
	N	5,47	- 3,25
	D	7,30	- 1,95
1959	J	9,69	1,74
	F	7,81	3,55
	M	8,83	6,38
	A	8,32	8,70
	M	5,07	7,77
	J	4,16	5,93
	J	3,76	3,69
	A	4,33	2,02
	S	3,31	- 0,67
	O	3,48	- 3,19
	N	4,27	- 4,92
	D	7,24	- 3,68
1960	J	10,66	0,98
	F	8,44	3,42
	M	7,92	5,34
	A	4,84	4,18
	M	4,96	3,14
	J	4,33	1,47
	J	3,65	- 0,88
	A	3,31	- 3,57
	S	3,02	- 6,55
	O	3,48	- 9,07
	N	4,73	-10,34
	D	15,28	- 1,06

EFBJ/Jg.

DETERMINAÇÃO DAS EQUAÇÕES DAS RETAS DO DIAGRAMA ($Q_{asseg.}$, $V_{armaz.}$) PARA O RIO JUQUERI

1 Reta (1)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Junho } 55 : + 35,07 \\ \text{Julho } 55 : + 31,01 \end{array} \right\} t = 1$$

$$Q_1 = 6,00 - \left[\frac{35,07 - (31,01 + V)}{1} \right]$$

$$Q_1 = 6,00 - \frac{4,06 - V}{1} \quad p/v = 0$$

2 Reta (2)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Junho } 55 : + 35,07 \\ \text{Outubro } 55 : + 19,22 \end{array} \right\} t = 4$$

$$Q_2 = 6,00 - \left[\frac{35,07 - (19,22 + V)}{4} \right]$$

$$Q_2 = 6,00 - \frac{15,85 - V}{4}$$

3 Reta (3)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Maio } 55 : + 38,28 \\ \text{Outubro } 55 : + 19,22 \end{array} \right\} t = 5$$

$$Q_3 = 6,00 - \left[\frac{38,28 - (19,22 + V)}{5} \right]$$

$$Q_3 = 6,00 - \frac{19,06 - V}{5}$$

4 Reta (4)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Abril } 55 : + 41,37 \\ \text{Outubro } 55 : + 19,22 \end{array} \right\} t = 6$$

$$Q_4 = 6,00 - \left[\frac{41,37 - (19,22 + V)}{6} \right]$$

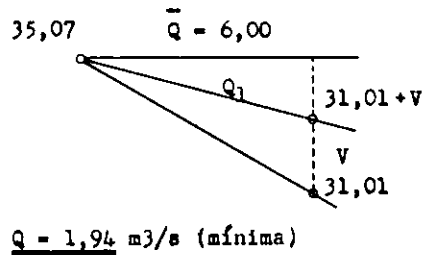
$$Q_4 = 6,00 - \frac{22,15 - V}{6}$$

5 Reta (5)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Março } 55 : + 44,24 \\ \text{Outubro } 55 : + 19,22 \end{array} \right\} t = 7$$

$$Q_5 = 6,00 - \left[\frac{44,24 - (19,22 + V)}{7} \right]$$

$$Q_5 = 6,00 - \frac{25,02 - V}{7}$$



6 Reta (6)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Março } 55 : + 44,24 \\ \text{Novembro } 55 : + 16,47 \end{array} \right\} t = 8$$

$$Q_6 = 6,00 - \left[\frac{44,24 - (16,47 + V)}{8} \right]$$

$$Q_6 = 6,00 - \frac{27,77 - V}{8}$$

7 Reta (7)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Março } 55 : + 44,24 \\ \text{Fevereiro } 55 : + 9,35 \end{array} \right\} t = 11$$

$$Q_7 = 6,00 - \left[\frac{44,24 - (9,35 + V)}{11} \right]$$

$$Q_7 = 6,00 - \frac{34,89 - V}{11}$$

8 Reta (8)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Fevereiro } 55 : + 46,36 \\ \text{Fevereiro } 56 : + 9,35 \end{array} \right\} t = 12$$

$$Q_8 = 6,00 - \left[\frac{46,36 - (9,35 + V)}{12} \right]$$

$$Q_8 = 6,00 - \frac{37,01 - V}{12}$$

9 Reta (9)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Fevereiro } 55 : + 46,36 \\ \text{Abril } 56 : + 5,16 \end{array} \right\} t = 14$$

$$Q_9 = 6,00 - \left[\frac{46,36 - (5,16 + V)}{14} \right]$$

$$Q_9 = 6,00 - \frac{41,20 - V}{14}$$

10 Reta (10)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Fevereiro } 55 : + 46,36 \\ \text{Dezembro } 56 : - 11,28 \end{array} \right\} t = 22$$

$$Q_{10} = 6,00 - \left[\frac{46,36 - (-11,28 + V)}{22} \right]$$

$$Q_{10} = 6,00 - \frac{57,64 - V}{22}$$

11 Reta (11)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Maio } 54 : + 64,11 \\ \text{Dezembro } 56 : - 11,28 \end{array} \right\} t = 31$$

$$Q_{11} = 6,00 - \left[\frac{64,11 - (-11,28 + V)}{31} \right]$$

$$Q_{11} = 6,00 - \frac{75,39 - V}{31}$$

12 Reta (12)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Março } 54 : + 67,33 \\ \text{Dezembro } 56 : - 11,28 \end{array} \right\} t = 33$$

$$Q_{12} = 6,00 - \left[\frac{67,33 - (-11,28 + V)}{33} \right]$$

$$Q_{12} = 6,00 - \frac{78,61 - V}{33}$$

13 Reta (13)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Abril } 52 : + 100,57 \\ \text{Dezembro } 56 : - 11,28 \end{array} \right\} t = 56$$

$$Q_{13} = 6,00 - \left[\frac{100,57 - (-11,28 + V)}{56} \right]$$

$$Q_{13} = 6,00 - \frac{111,85 - V}{56}$$

14 Reta (14)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Abril } 51 : + 106,63 \\ \text{Dezembro } 56 : - 11,28 \end{array} \right\} t = 68$$

$$Q_{14} = 6,00 - \left[\frac{106,63 - (-11,28 + V)}{68} \right]$$

$$Q_{14} = 6,00 - \frac{117,91 - V}{68}$$

15 Reta (15)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Abril } 40 : + 129,20 \\ \text{Dezembro } 56 : - 11,28 \end{array} \right\} t = 200$$

$$Q_{15} = 6,00 - \left[\frac{129,20 - (-11,28 + V)}{200} \right]$$

$$Q_{15} = 6,00 - \frac{140,48 - V}{200}$$

Intersecções

$Q_1 = Q_2$

$$6,00 - \frac{4,06 - V}{1} = 6,00 - \frac{15,85 - V}{4}$$

$$16,24 - 4V = 15,85 - V$$

$$3V = 0,39$$

$$V = 0,13$$

$$Q_1 = Q_2 = 2,07 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_2 = Q_3$

$$6,00 - \frac{15,85 - V}{4} = 6,00 - \frac{19,06 - V}{5}$$

$$79,25 - 5V = 76,24 - 4V$$

$$V = 3,01$$

$$Q_2 = Q_3 = 2,79 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_3 = Q_4$

$$6,00 - \frac{19,06 - V}{5} = 6,00 - \frac{22,15 - V}{6}$$

$$114,36 - 6V = 110,75 - 5V$$

$$V = 3,61$$

$$Q_3 = Q_4 = 2,91 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_4 = Q_5$

$$6,00 - \frac{22,15 - V}{6} = 6,00 - \frac{25,02 - V}{7}$$

$$155,05 - 7V = 150,12 - 6V$$

$$V = 4,93$$

$$Q_4 = Q_5 = 3,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_5 = Q_6$

$$6,00 - \frac{25,02 - V}{7} = 6,00 - \frac{27,77 - V}{8}$$

$$200,16 - 8V = 194,39 - 7V$$

$$V = 5,77$$

$$Q_5 = Q_6 = 3,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_6 = Q_7$$

$$6,00 - \frac{27,77 - V}{8} = 6,00 - \frac{34,89 - V}{11}$$

$$305,47 - 11 V = 279,12 - 8 V$$

$$V = 8,78$$

$$Q_6 = Q_7 = 3,63 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_7 = Q_8$$

$$6,00 - \frac{34,89 - V}{11} = 6,00 - \frac{37,01 - V}{12}$$

$$418,68 - 12 V = 407,11 - 11 V$$

$$V = 11,57$$

$$Q_7 = Q_8 = 3,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_8 = Q_9$$

$$6,00 - \frac{37,01 - V}{12} = 6,00 - \frac{41,20 - V}{14}$$

$$518,14 - 14 V = 494,40 - 12 V$$

$$2 V = 23,74$$

$$V = 11,87$$

$$Q_8 = Q_9 = 3,91 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_9 = Q_{10}$$

$$6,00 - \frac{41,20 - V}{14} = 6,00 - \frac{57,64 - V}{22}$$

$$906,40 - 22 V = 806,96 - 14 V$$

$$8 V = 99,44$$

$$V = 12,43$$

$$Q_9 = Q_{10} = 3,95 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} = Q_{11}$$

$$6,00 - \frac{57,64 - V}{22} = 6,00 - \frac{75,39 - V}{31}$$

$$1786,84 - 31 V = 1658,58 - 22 V$$

$$V = 14,25$$

$$Q_{10} = Q_{11} = 4,03 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{11} = Q_{12}$$

$$6,00 - \frac{75,39 - V}{31} = 6,00 - \frac{78,61 - V}{33}$$

$$2487,87 - 33 V = 2436,91 - 31 V$$

$$V = 25,48$$

$$Q_{11} = Q_{12} = 4,39 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{12} = Q_{13}$$

$$6,00 - \frac{78,61 - V}{33} = 6,00 - \frac{111,85 - V}{56}$$

$$4402,16 - 56 V = 3691,05 - 33 V$$

$$V = 30,92$$

$$Q_{12} = Q_{13} = 4,55 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{13} = Q_{14}$$

$$6,00 - \frac{111,85 - V}{56} = 6,00 - \frac{117,91 - V}{68}$$

$$7605,80 - 68 V = 6602,96 - 56 V$$

$$V = 83,57$$

$$Q_{13} = Q_{14} = 5,50 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{14} = Q_{15}$$

$$6,00 - \frac{117,91 - V}{68} = 6,00 - \frac{140,48 - V}{200}$$

$$23582,00 - 200 V = 9552,64 - 68 V$$

$$V = 106,28$$

$$Q_{14} = Q_{15} = 5,83 \text{ m}^3/\text{s}$$

DIAGRAMA DE VAZÕES DIFERENCIAIS ACUMULADAS

RIO JUQUERI

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS	CEPA
DIAGRAMA DE VAZÕES DIFERENCIAIS ACUMULADAS - RIO JUQUERI	DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
1930	1960

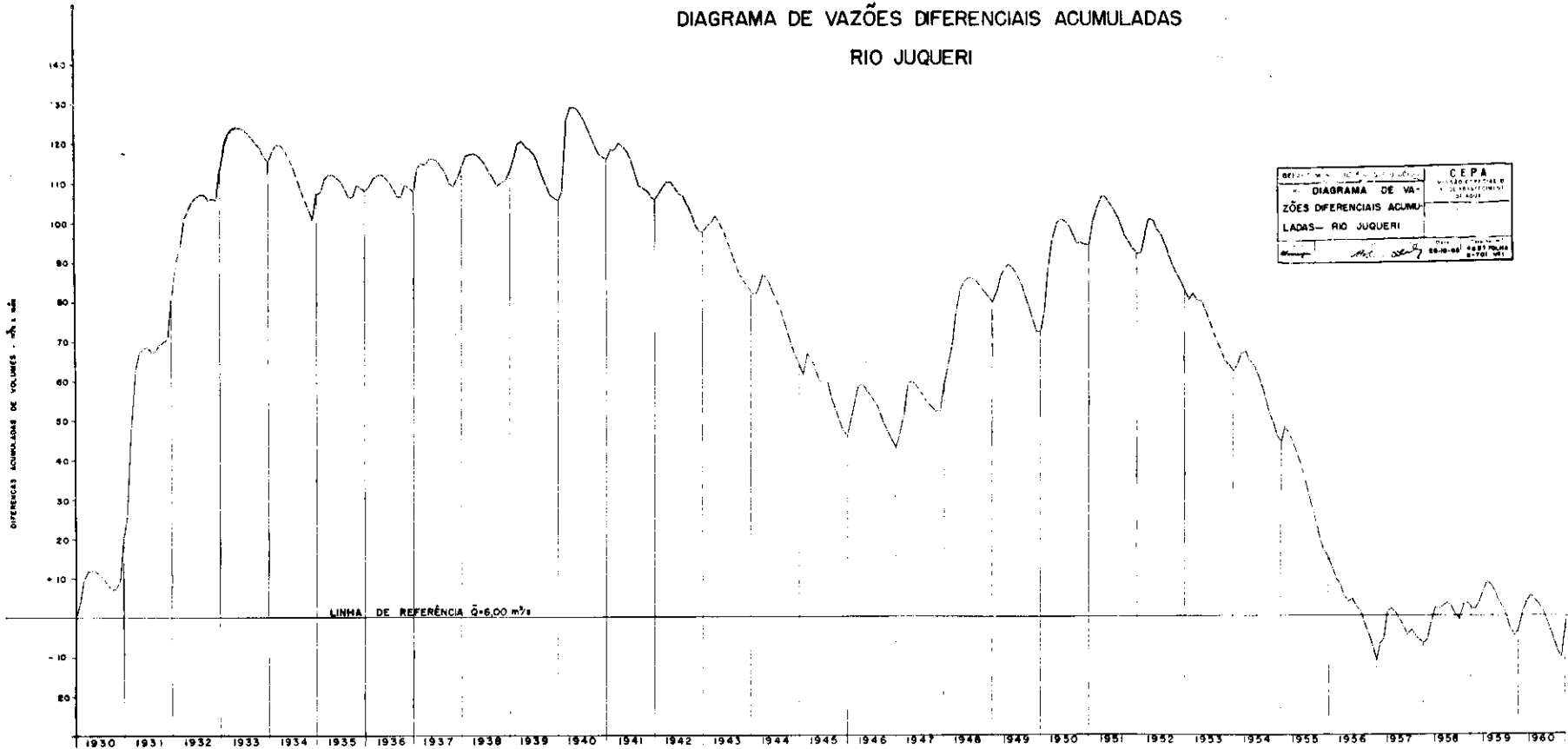
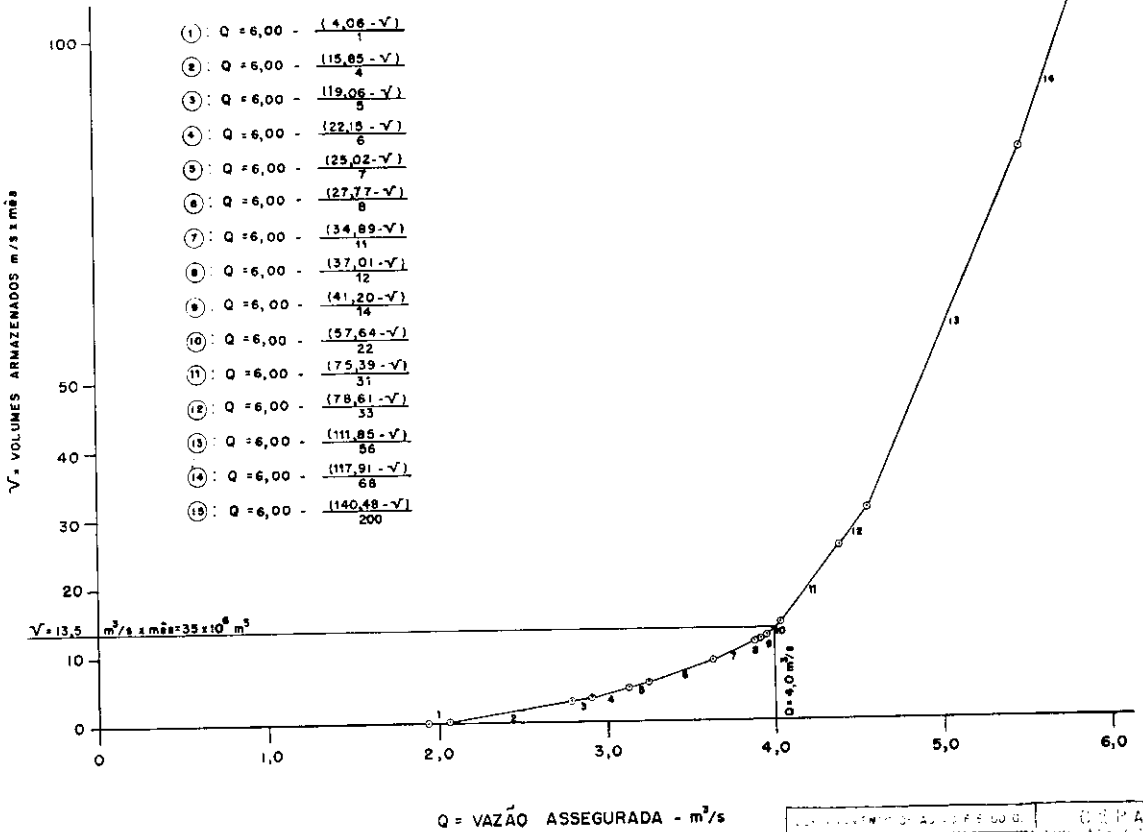


DIAGRAMA DE VAZÕES ASSEGURADAS RIO JUQUERI



DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ESGOTOS		COMISSÃO	
DIAGRAMA DE VAZÕES ASSEGURADAS.		RIO JUQUERI	
DATA	ASSINATURA	DATA	ASSINATURA
29-10-63	[assinatura]	29-10-63	[assinatura]
4881 FOLH		8-701 NE	

RIO JUQUERI

ESTIMATIVA DE QUANTIDADE E CUSTO

1 — DESAPROPRIAÇÕES

1.1 — Terras: 330 alqueires (8.000.000 m ²) a Cr\$ 1.500.000,00/alq.	495.000.000,00	
1.2 — Prédios (avaliados)	500.000.000,00	995.000.000,0

2 — BARRAGENS

2.1 — Barragem de terra do rio Juqueri

1 — Instalação do empreiteiro	5.000.000,00	
2 — Escavação para fundação: 50.000 m ³ a 1.300,00/m ³	65.000.000,00	
3 — Limpeza do empréstimo: 50.000 m ² a 400,00/m ²	20.000.000,00	
4 — Escavação do empréstimo: 140.000 m ³ a 1.000,00/m ³	140.000.000,00	
5 — Transporte: 2.100.000 m ³ x dam 20,00/m ³ x dam	42.000.000,00	
6 — Compactação: 140.000 m ³ a 500,00/m ³	70.000.000,00	
7 — Filtros de areia: 2.000 m ³ a 1.500,00/m ³	3.000.000,00	
8 — Enrocamentos: 10.000 m ³ a 2.000,00/m ³	20.000.000,00	
9 — Transição rip-rap: 4.000 m ³ a 2.500,00/m ³	10.000.000,00	
10 — Grama: 5.000 m ² a 500,00	2.500.000,00	
11 — Tubo-dreno de concreto (6"): 400 m a 3.500,00/m	1.400.000,00	
12 — Tubo de concreto (8"): 100 m a 5.000,00/m	500.000,00	
13 — Concreto ciclopico: 1.200 m ³ a 9.000,00/m ³	10.800.000,00	
14 — Concreto 260 kg/m ³ : 1.500 m ³ a 20.000,00/m ³	30.000.000,00	
15 — Concreto 280 kg/m ³ : 500 m ³ a 22.000,00/m ³	11.000.000,00	
16 — Ferro: 80.000 kg a 325,00/kg a 100.000,00/m	26.000.000,00	
17 — Tubo de aço (ϕ 1,5m): 100 m a 100.000,00/m	10.000.000,00	
18 — Comporta da galeria	5.000.000,00	
19 — Comportas de adução 3 a 2.000.000,00/und	6.000.000,00	
20 — Grades	360.000,00	
21 — Gradil: 100 m a 4.000,00/m	400.000,00	
22 — Vedação com bentonita: 150 m ³ a 6.000,00/m ³	900.000,00	479.860.000,0

2.2 — Barragem de Concreto

1 — Escavação em terra: 7.000 m ³ a 1.300,00/m ³	9.100.000,00	
2 — Escavação em rocha: 2000 m ³ a 6.500,00/m ³	13.000.000,00	
3 — Concreto simples: 20.000 m ³ a 20.000,00/m ³	400.000.000,00	
4 — Concreto armado: 1.200 m ³ a 30.000,00/m ³	36.000.000,00	
5 — Ferro para armação: 120.000 kg a 325,00/kg	39.000.000,00	
6 — Comportas de descarga:	10.000.000,00	507.100.000,0

3 — ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

1 — Escavação em terra: 2.000 m ³ a 1.000,00/m ³	2.000.000,00	
2 — Concreto armado: 2.000 m ³ a 30.000,00/m ³	60.000.000,00	
3 — Ferro para armação: 140.000 kg a 325,00/kg	45.500.000,00	
4 — Ponte Rolante	15.000.000,00	
5 — Edifícios p/ abrigar o contrôlo dos motores e escritórios 200 m ² a 40.000,00/m ²	8.000.000,00	
6 — Três (3) grupos motor-bomba, cada para 2,0 m ³ /s, H — 127 m Potência — 4 800 HP	270.000.000,00	
7 — Sub-estação unitária para serviços auxiliares	5.000.000,00	
8 — Sub-estação de transformação de força	60.000.000,00	
9 — Linha de Transmissão de força ..	20.000.000,00	
10 — Estrada de acesso e telefone	20.000.000,00	505.500.000,0

4 — LINHA DE RECALQUE

1 — Linha de diâmetro ϕ 1,60 m, aço 800 m a 150.000,00/m	120.000.000,00	120.000.000,0
---	-----------------------	---------------

5 — CANAIS

1 — Linhas de gravidade a meia-encosta: 4 000 m a 200.000,00/m	800 000.000,00	800.000.000,0
--	-----------------------	---------------

6 — TÚNEL

1 — Linhas de gravidade (Secção: 8 m ²): 2 750 m a 290.000,00/m. ..	797.500.000,00	797.500.000,0
---	-----------------------	---------------

7 — ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

1 — Estação de Tratamento de Água para 4 m ³ /s (avaliado)	2.000.000.000,00	2.000.000.000,0
---	-------------------------	-----------------

8 — RESERVATÓRIO

1 — Reservatório semi-enterrado para 50.000 m ³ (avaliado)	500.000.000,00	500.000.000,0
---	----------------	---------------

9 — LIGAÇÕES

1 — Travessias e demais ligação (avaliado)	600.000.000,00	600.000.000,0
--	-----------------------	----------------------

Total Geral Cr\$ **7.304.960.000,0**

Cópia do documento apresentado
pelo Engenheiro Santos Júnior

APÊNDICE 1

AS VAZÕES DOS RIOS JUQUERÍ E JUNDIAÍ

As vazões diárias do rio Juquerí foram medidas pela São Paulo Light S/A., desde agosto de 1929 até junho de 1955, no posto fluviométrico de Gato Prêto, onde a área da bacia hidrográfica era de 80 km².

As vazões diárias do rio Jundiá são medidas pelo 1.º Distrito da Divisão de Águas, desde outubro de 1939, no posto fluviométrico de Itupeva onde a área da bacia hidrográfica é de 700 km².

Temos, pois, um período de 189 meses em que se tem os caudais diários tanto em Gato Prêto como em Itupeva. Deseja-se estimar, na base desses dados, as vazões médias mensais do rio Juquerí de julho de 1955 a dezembro de 1960, e as do rio Jundiá de agosto de 1929 a setembro de 1939.

O rio Juquerí corre em direção a oeste desde as suas nascentes até a confluência com o Tietê. O vale do rio Jundiá situa-se um pouco mais para o norte e noroeste do vale do Juquerí; a distância entre os talvezes desses dois rios, a montante das estações de medida, varia entre 15 e 25 km (v. des. H-1418).

O regime pluviométrico dos dois vales é quase o mesmo, sendo certo, porém, que a precipitação média anual sobre a bacia do Jundiá é um pouco menor do que a da bacia do Juquerí (v. des. H-1418).

Não é de supor que hajam diferenças importantes de fisiografia ou de geologia entre essas duas bacias vizinhas.

Não existem razões teóricas ou de outra natureza que digam "a priori" qual deva ser a relação funcional entre a vazão média mensal do rio Juquerí, em Gato Prêto, e a do rio Jundiá, em Itupeva. O gráfico dos pares de elementos, do conjunto de vazões médias mensais que corresponde ao período comum de observações mostra, claramente, que não há razão para supor relação funcional outra que não a de correlação linear. Com efeito, esse gráfico é um clássico exemplo do que em inglês se chama "scatter diagram", e que os franceses denominam, não sem uma ponta de piada, "un ciel étoilé". Veja-se, a esse respeito, o desenho H-1421-1.

Cabe aqui salientar que não foi por economia de tempo ou de trabalho que se preferiu adotar a correlação linear. Basta assinalar que, escolhidas que fossem equações parabólicas ou hiperbólicas, exponenciais ou logarítmicas, ou ainda um polinômio de grau qualquer, seria de mister transformar-se a equação preferida numa equação linear antes de poder-se calcular, pelo método dos mínimos quadrados, as constantes empíricas da equação. Os artifícios adotados para conseguir-se a transformação linear, poderão ir desde a simples logaritimação até a aplicação do teorema de Taylor, e a sua escolha dependerá da forma funcional de que se trata.

Deixando de lado essas questões de matemática aplicada, resta dizer que se calculou, para cada conjunto de medidas e sem grupamento, as médias e os desvios padrões. Depois, calculou-se o coeficiente de correlação entre os dois conjuntos e determinou-se, pelo método dos mínimos quadrados, as constantes das equações das duas linhas de regressão e da linha de melhor concordância. Essas equações são a que aparecem no gráfico H-1421-2.

Para completar os dois conjuntos de vazões médias mensais, foram calculadas, pela equação de melhor concordância (que, diga-se de passagem, é aquela que torna mínima a soma dos quadrados dos desvios perpendiculares) as vazões do rio Juquerí de julho de 1955 a dezembro de 1960, e as do rio Jundiá de agosto de 1929 a setembro de 1939. Os dois conjuntos completos aparecem nos quadros H-1419 e H-1420.

Na base dos dados do quadro H-1420 foram calculadas as ordenadas da curva de vazões diferenciais acumuladas e foi desenhada essa curva. O cálculo aparece nas seis folhas do quadro H-1422-1, e a curva no desenho H-1422-2.

Da curva de vazões diferenciais acumuladas foram deduzidos os volumes de armazenamento necessário para a regularização de qualquer vazão. Os resultados obtidos estão resumidos no gráfico H-1423.

Vê-se do desenho H-1418 que no caso do rio Juquerí as isoietas são, aproximadamente, paralelas ao vale. Pode-se pois, supor que em qualquer secção do rio a vazão será proporcional à área da bacia tributária. Assim, num local onde a área 0,57 da área em Gato Prêto, a descarga será 0,57 da descarga em Gato Prêto. Semelhantemente, a fim de obter-se a curva de armazenamento necessário x vazão assegurada basta, para esse local, multiplicar por 0,57 as ordenadas e as abscissas do gráfico H-1423.

RIO JUNDIAÍ EM ITUPEVA VAZÕES MÉDIAS MENSAIS EM m3/s

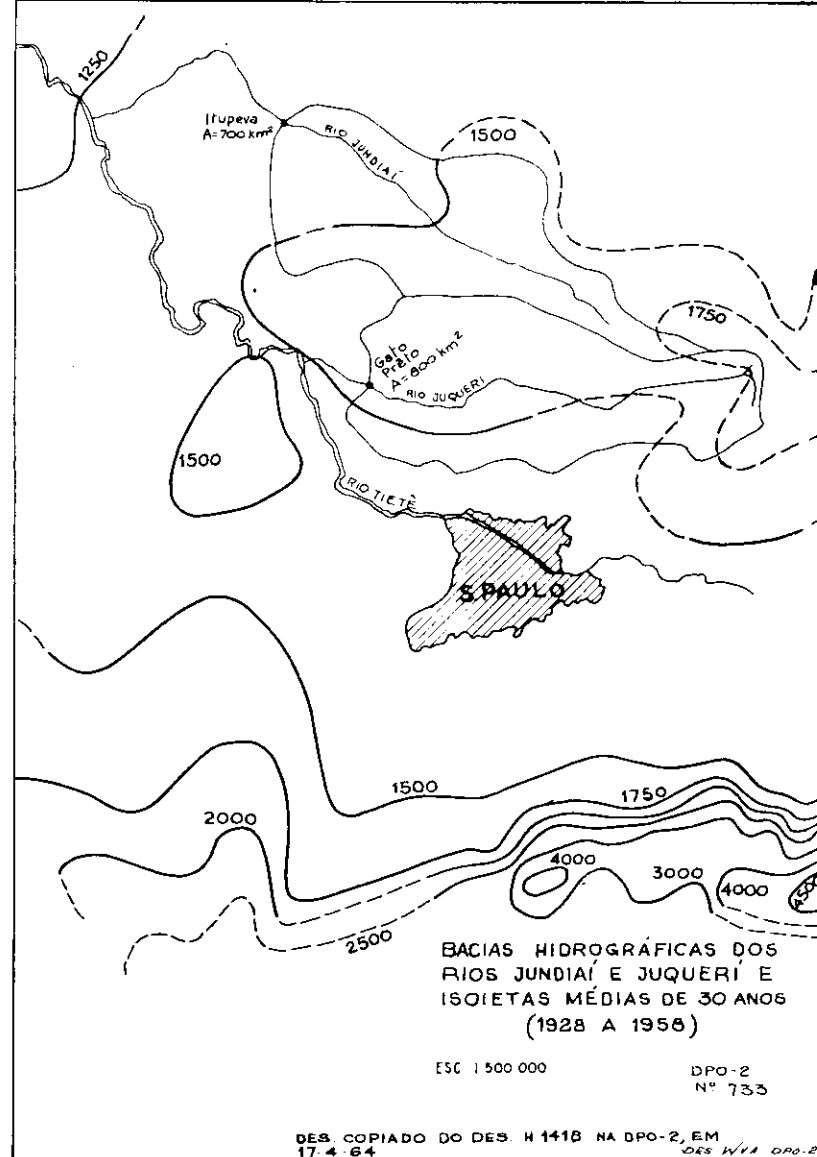
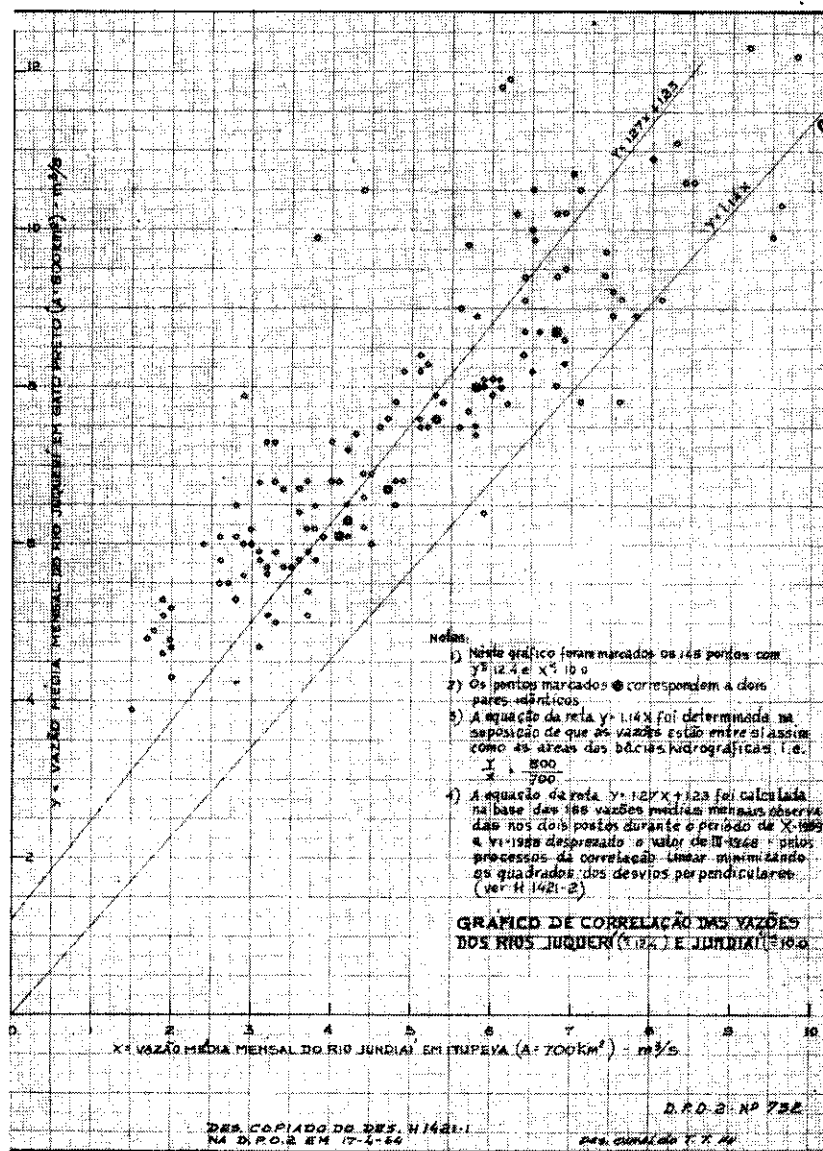
ANO MES	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	30m'60
J	-	16.7	20.2	25.6	20.5	14.7	11.6	11.9	24.9	15.0	16.3	14.3	14.4	12.3	12.4	9.0	6.3	18.2	16.8	18.5	14.2	18.9	20.7	10.7	6.7	12.5	17.3	5.9	18.4	12.0	17.0	18.7	15.2
F	-	21.3	50.0	17.1	16.4	13.7	16.2	10.8	12.4	11.5	17.0	42.5	10.5	13.3	12.5	13.6	19.8	18.8	18.3	19.1	18.1	31.5	16.7	19.1	13.2	15.5	7.3	5.7	17.2	17.6	13.7	14.8	17.5
M	-	14.1	34.8	23.9	12.7	9.6	12.2	19.2	10.3	10.6	10.9	15.8	13.0	12.9	13.4	16.8	8.0	16.8	25.7	26.0	13.7	22.0	14.7	16.5	7.6	11.8	6.8	8.0	17.1	17.7	15.5	13.9	15.3
A	-	11.0	19.1	14.4	11.3	9.1	10.8	10.4	12.7	9.7	8.7	10.6	9.9	10.6	8.2	8.4	6.5	10.5	10.9	20.2	12.6	17.3	11.1	10.0	10.2	7.3	5.5	5.7	12.3	10.2	14.6	8.5	10.9
M	-	10.1	12.1	14.1	10.3	6.8	9.0	8.8	10.8	9.0	9.2	8.9	7.9	8.0	6.5	6.7	5.6	7.8	9.4	15.1	8.9	12.2	8.4	6.8	6.4	8.1	5.1	8.1	8.7	11.8	8.9	8.7	8.9
J	-	9.4	11.3	13.0	9.9	6.6	9.2	7.0	9.6	7.6	8.2	7.4	6.5	7.8	6.1	6.2	9.4	8.1	7.9	11.9	7.8	10.2	7.6	8.0	6.1	6.8	4.9	11.5	7.5	11.8	7.3	7.6	8.4
J	-	8.5	8.2	11.4	8.9	5.6	7.3	6.8	7.9	7.2	6.8	6.7	5.3	9.7	5.7	6.1	7.5	7.9	7.8	10.2	6.8	8.7	7.5	6.2	5.7	5.1	3.4	6.9	7.5	9.5	6.6	6.4	7.3
A	11.6	8.0	10.5	10.3	8.1	5.6	7.0	8.7	7.8	8.1	5.4	6.2	4.7	6.6	5.6	5.2	6.1	6.8	7.7	9.4	5.8	6.9	6.9	5.8	5.8	4.6	3.8	8.6	6.8	7.1	7.6	5.8	6.9
S	10.9	8.2	14.0	8.4	8.2	6.1	10.4	9.2	6.2	7.7	5.9	6.2	9.5	6.8	5.7	4.8	6.0	5.5	8.6	7.6	5.0	6.0	5.4	5.8	5.9	3.9	3.6	5.9	12.3	7.6	5.8	5.3	7.1
O	9.6	10.6	12.1	11.3	8.5	6.2	15.6	7.4	9.7	12.0	6.0	7.5	9.2	6.0	8.1	4.8	5.3	6.7	9.1	8.2	4.7	11.0	7.4	6.3	6.4	6.8	3.5	5.5	8.1	7.5	6.1	6.1	7.9
N	9.5	13.8	11.7	9.9	7.0	5.8	9.3	7.7	13.7	11.5	9.9	8.9	8.0	7.2	7.8	6.1	6.5	7.3	9.1	8.2	5.1	9.9	7.5	8.0	8.3	4.3	5.7	4.4	8.8	9.6	7.5	8.3	8.3
D	20.1	30.7	28.4	23.9	8.4	21.7	9.2	14.1	15.4	14.5	9.1	9.8	9.8	10.5	7.6	5.9	8.3	5.9	22.4	8.7	10.4	10.3	8.7	6.1	8.7	7.5	7.5	4.5	9.1	12.8	12.7	26.8	12.1
Q ^{anual}		18.8	16.1	13.0	9.1	10.0	10.6	11.2	10.3	10.9	11.8	9.0	9.3	8.8	8.4	7.3	9.9	10.7	14.6	10.6	12.4	11.0	9.5	7.3	8.5	6.6	6.0	9.7	11.1	10.9	9.9		10.4

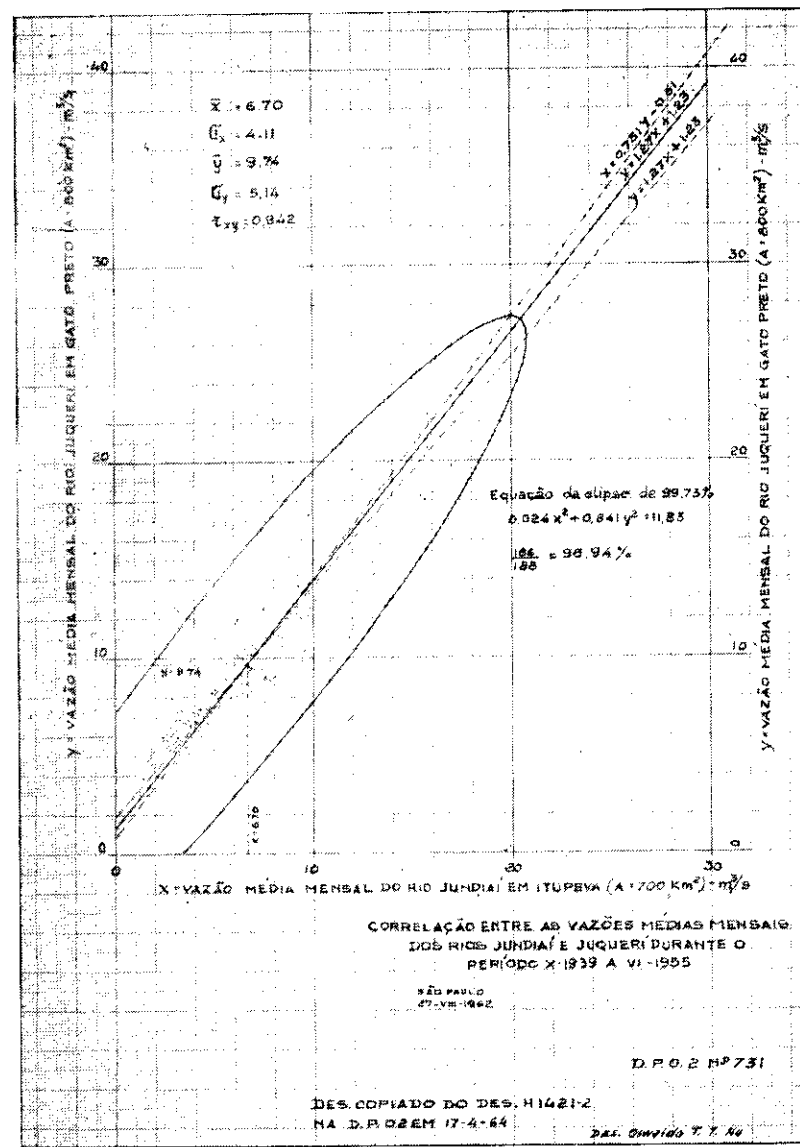
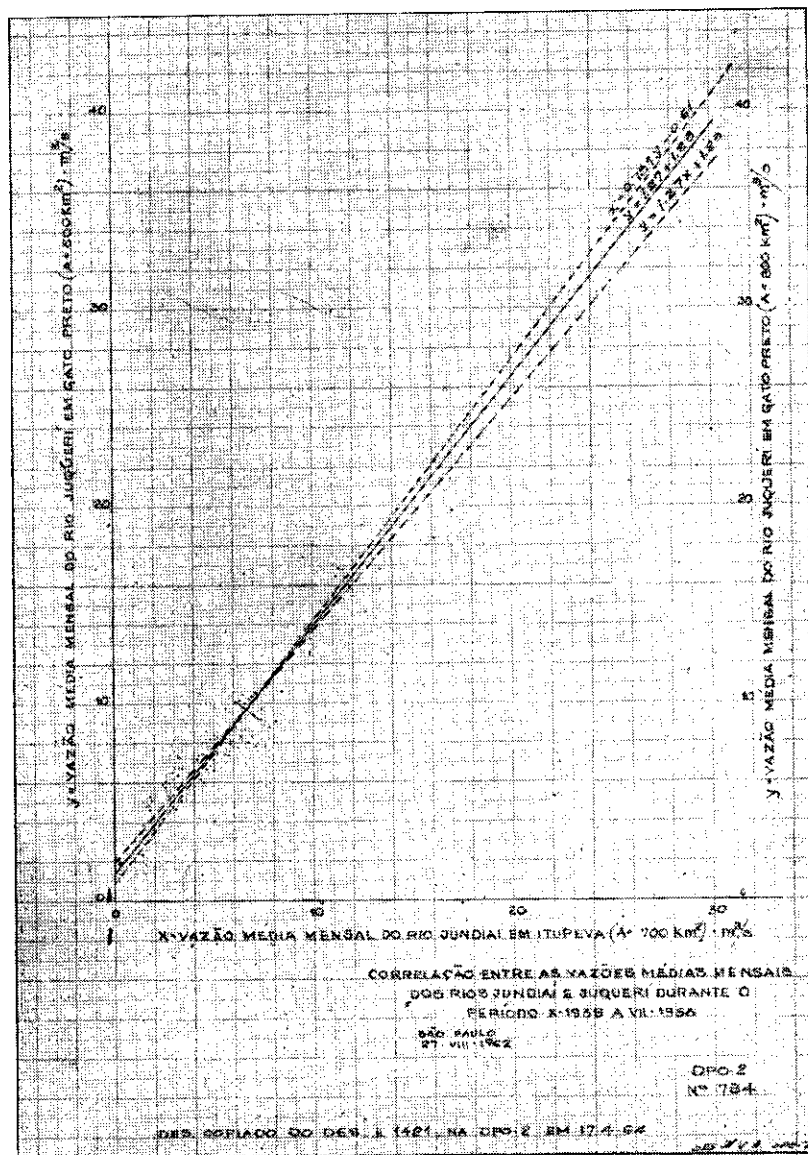
NOTAS: 1) As vazões de outubro de 1939 a dezembro de 1960 foram medidas em Itupeva (área da bacia hidrográfica 700 km²).
 2) As vazões de agosto de 1929 a setembro de 1939 foram deduzidas das vazões do Rio Jundiá em Itupeva, pela fórmula de correlação $Y = 1.27 X + 1.23$.

RIO JUQUERI EM GATO PRÉTO VAZÕES MÉDIAS MENSAIS EM m3/s

ANO MES	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	30m'60	
J	-	12.2	14.9	19.2	15.2	10.6	8.2	8.4	18.6	10.8	11.9	13.1	6.9	9.2	7.5	5.6	4.2	16.1	13.4	13.6	9.3	16.0	15.8	7.0	4.7	9.8	3.7	13.5	8.5	12.4	13.9	11.1		
F	-	15.8	38.4	12.5	11.9	9.8	11.8	7.5	8.8	8.1	12.4	29.6	4.4	9.9	9.9	6.8	17.0	12.8	15.5	13.9	15.7	20.0	13.2	12.5	7.9	10.7	3.2	3.5	12.6	12.9	9.8	10.7	9.7	
M	-	10.1	26.4	17.8	9.0	6.6	8.6	14.1	7.1	7.4	7.6	13.4	5.9	10.2	12.3	11.4	6.1	11.5	18.5	19.3	9.3	12.8	12.7	11.8	5.1	6.1	3.3	5.3	12.5	13.0	11.2	10.0	10.9	
A	-	7.7	14.1	10.4	7.9	6.2	7.5	7.2	9.0	6.7	5.9	8.4	3.8	8.5	6.5	5.1	3.8	7.1	8.0	11.2	9.9	14.0	8.3	6.5	6.9	3.3	2.6	3.5	8.7	7.1	10.5	5.7	7.5	
M	-	7.0	8.6	10.1	7.1	4.4	6.1	6.0	7.5	6.1	6.3	7.5	2.9	5.8	4.2	3.6	3.2	4.8	6.8	8.8	7.8	9.8	6.4	4.9	3.6	5.9	1.9	5.4	5.9	8.3	6.0	5.9	6.1	
J	-	6.4	7.9	9.3	6.8	4.2	6.3	4.5	6.6	5.0	5.5	5.8	2.8	7.6	4.2	3.0	7.4	6.0	5.3	6.2	6.2	6.8	5.3	6.8	3.9	4.1	1.8	8.1	4.9	8.3	4.8	5.0	5.7	
J	-	5.7	5.5	8.0	6.0	3.4	4.8	4.4	5.2	4.7	4.4	4.7	2.8	7.4	3.2	2.6	5.1	6.0	5.4	6.3	4.8	6.8	5.6	3.8	3.5	3.2	1.7	4.5	4.9	6.5	4.2	4.1	4.8	
A	8.2	5.3	7.3	7.1	5.4	3.4	4.5	5.9	5.2	5.4	3.3	4.4	2.0	4.4	2.9	2.0	2.8	3.7	5.7	6.4	3.8	4.4	4.5	3.1	2.6	1.9	2.0	5.8	4.4	4.6	5.0	3.6	4.4	
S	7.6	5.5	10.0	6.4	5.5	3.8	7.2	6.3	3.9	5.1	3.7	3.7	6.9	4.0	3.4	1.7	2.4	2.7	6.9	4.7	3.3	4.5	3.7	3.6	3.1	1.5	1.9	3.7	8.7	5.0	3.6	3.2	4.6	
O	6.6	7.4	8.6	7.9	5.7	3.9	11.3	4.9	6.7	8.5	3.0	4.6	7.5	2.9	6.1	2.0	1.9	3.4	7.6	4.9	3.1	11.9	4.3	4.2	5.9	3.1	1.8	3.4	5.4	4.9	3.8	3.8	5.3	
N	6.5	9.9	8.2	6.8	4.5	3.6	6.3	5.1	9.8	8.1	6.5	5.8	5.9	4.2	7.1	4.1	4.8	4.0	6.4	5.1	3.7	9.5	5.8	5.8	5.2	2.0	3.5	2.5	6.0	6.6	4.9	5.6	5.7	
D	14.8	23.2	21.4	17.8	5.6	16.1	6.3	10.1	11.1	10.4	8.1	5.7	10.9	6.5	5.3	3.3	6.9	3.7	15.8	6.4	11.0	9.6	6.8	4.1	6.6	5.2	4.9	2.6	6.2	9.1	9.0	20.1	9.5	
Q ^{anual}		13.8	11.7	9.3	6.2	6.9	7.4	7.9	7.2	7.6	8.8	4.6	7.2	6.2	6.2	5.3	4.7	6.8	7.5	10.1	7.6	9.0	9.0	6.7	4.7	5.5	3.3	3.8	6.7	7.8	7.6	6.8		7.3

NOTAS: 1) As vazões de agosto de 1929 a julho de 1955 foram medidas em Gato Preto (área da bacia hidrográfica 800 km²).
 2) As vazões de julho de 1955 a dezembro de 1960 foram deduzidas das vazões do Rio Juqueri, em Gato Preto, pela fórmula de correlação $X = 0.787 Y - 0.97$.





CORRELAÇÃO DAS VAZÕES DOS RIOS JUNDIAÍ E JUQUERÍ

$$\sum_{i=1}^{188} X_i = 12601$$

$$\bar{X} = \frac{12601}{188} = 670$$

$$\sum_{i=1}^{188} Y_i = 18318$$

$$\bar{Y} = \frac{18318}{188} = 974$$

$$\sum (X_i - \bar{X})^2 = \sum X_i^2 - \bar{X} \sum X_i = 314955$$

$$\sum (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum Y_i^2 - \bar{Y} \sum Y_i = 493244$$

$$\sum X_i Y_i = 1599937$$

$$\sigma_x = \left(\frac{314955}{187} \right)^{1/2} = 410$$

$$\sigma_y = \left(\frac{493244}{187} \right)^{1/2} = 514$$

$$r = \left(\frac{1599937 - 670 \times 974}{410 \times 514} \right) = \frac{1984}{2107} = 0.942$$

$$y = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} x = \frac{0.942 \times 514}{410} x = 1.18 x$$

$$Y - 974 = 118(X - 670)$$

$$Y = 118X + 183$$

$$Y = 118(X + 155)$$

$$x = r \frac{\sigma_x}{\sigma_y} y = \frac{0.942 \times 410}{514} y = 0.751 y$$

$$X = 0.751(Y - 974) + 670$$

$$X = 0.751Y - 0.61$$

$$X = 0.751(Y - 0.81)$$

CORRELAÇÃO

1- Desvio Padrão

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \bar{X} \sum_{i=1}^n X_i}{n-1}}$$

2- Coefficiente de Correlação

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i}{n} - \bar{X} \bar{Y} \frac{1}{\sigma_x \sigma_y}$$

3- Linhas de Melhor Concorrência

3.1- Mínimos quadrados dos desvios verticais

$$y = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} x$$

3.2- Mínimos quadrados dos desvios horizontais

$$x = r \frac{\sigma_x}{\sigma_y} y$$

3.3- Mínimos quadrados dos desvios perpendiculares

$$y = -\frac{1}{2r\sigma_x\sigma_y} \left[(\sigma_x^2 - \sigma_y^2) - \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_y^2)^2 + 4r^2\sigma_x^2\sigma_y^2} \right] x$$

4- Elipses de Correlação

4.1- Ângulo de rotação dos eixos

$$\tan 2\alpha = \frac{2r\sigma_x\sigma_y}{\sigma_x^2 - \sigma_y^2}$$

4.2- Equação da elipse referida aos novos eixos

$$ax_1^2 + by_1^2 = c^2$$

semi-eixos $\sqrt{\frac{c}{a}}$ $\sqrt{\frac{c}{b}}$

$$a = \frac{1}{2(1-r^2)} \left[\left(\frac{1}{\sigma_x^2} + \frac{1}{\sigma_y^2} \right) - \sqrt{\left(\frac{1}{\sigma_x^2} - \frac{1}{\sigma_y^2} \right)^2 + \frac{4r^2}{\sigma_x^2\sigma_y^2}} \right]$$

$$b = \frac{1}{2(1-r^2)} \left[\left(\frac{1}{\sigma_x^2} + \frac{1}{\sigma_y^2} \right) + \sqrt{\left(\frac{1}{\sigma_x^2} - \frac{1}{\sigma_y^2} \right)^2 + \frac{4r^2}{\sigma_x^2\sigma_y^2}} \right]$$

Nas distribuições normais temos :

$p = 0.9973$ $c^2 = 11.829$ $c = 3.439$

$p = 0.5000$ $c^2 = 1.3863$ $c = 1.177$

$$y = -\frac{[(\sigma_x^2 - \sigma_y^2) - \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_y^2)^2 + 4r^2\sigma_x^2\sigma_y^2}]}{2r\sigma_x\sigma_y} x$$

$$y = -\frac{[-9.61 - \sqrt{92.4 + 3.55 \times 444}]}{1.68 \times 211} x = \frac{50.4 x}{397}$$

$$y = 1.27 x$$

$$Y = 127(X - 670) + 974$$

$$Y = 127X + 123 \quad X = 0.787Y - 0.969$$

$$Y = 127(X + 0.97) \quad X = 0.787(Y - 1.23)$$

RIO JUQUERÍ EM GATO PRETO
CÁLCULO DA CURVA DE VAZÕES DIFERENCIAIS ACUMULADAS

ANO	MÊS	VAZÃO EM 10 ⁶ m ³		
		MENSAL	DIFERENÇA DA MÉDIA	DIFERENÇA ACUMULADA
1929	J			
	F			
	M			
	A			
	M			
	J			
	J			
	A			
	S	31.1	+ 3.5	+ 3.5
	O	28.2	+ 0.6	+ 4.1
	N	25.7	- 1.9	+ 2.2
	D	24.6	- 3.0	+ 0.8
	53.9	+ 26.3	+ 25.5	
1930	J	44.7	+ 17.1	+ 42.6
	F	51.5	+ 23.9	+ 66.5
	M	37.8	+ 10.2	+ 76.7
	A	28.5	+ 0.9	+ 77.6
	M	27.1	- 0.5	+ 77.1
	J	24.3	- 3.3	+ 73.8
	J	22.8	- 4.8	+ 69.0
	A	21.4	- 6.2	+ 62.8
	S	21.2	- 6.4	+ 56.4
	O	28.4	+ 0.8	+ 57.2
	N	35.7	+ 8.1	+ 65.3
	D	82.3	+ 54.7	+120.0
1931	J	40.8	+ 13.2	+133.2
	F	121.0	+ 93.4	+226.6
	M	93.3	+ 65.7	+292.3
	A	49.5	+ 21.9	+314.2
	M	32.4	+ 4.8	+319.0
	J	29.3	+ 1.7	+320.7
	J	22.0	- 5.6	+315.1
	A	28.1	+ 0.5	+315.6
	S	36.3	+ 8.7	+324.3
	O	32.4	+ 4.8	+329.1
	N	30.3	+ 2.7	+331.8
	D	76.1	+ 48.5	+380.3
1932	J	68.6	+ 41.0	+421.3
	F	42.9	+ 15.3	+436.6
	M	64.0	+ 36.4	+473.0
	A	37.3	+ 9.7	+482.7
	M	37.8	+ 10.2	+492.9
	J	33.7	+ 6.1	+499.0
	J	30.6	+ 3.0	+502.0
	A	27.6	- 0	+502.0
	S	21.8	- 5.8	+496.2
	O	30.3	+ 2.7	+498.9
	N	25.6	- 2.0	+496.9
	D	64.0	+ 36.4	+533.3

ANO	MÊS	VAZÃO EM 10 ⁶ m ³		
		MENSAL	DIFERENÇA DA MÉDIA	DIFERENÇA ACUMULADA
1933	J	54.9	+ 27.3	+ 560.6
	F	39.7	+ 12.1	+ 572.7
	M	34.0	+ 6.4	+ 579.1
	A	29.3	+ 1.7	+ 580.8
	M	27.6	0	+ 580.8
	J	25.7	- 1.9	+ 578.9
	J	23.9	- 3.7	+ 575.2
	A	21.7	- 5.9	+ 569.3
	S	21.2	- 6.4	+ 562.9
	O	22.8	- 4.8	+ 558.1
	N	18.1	- 9.5	+ 548.6
	D	22.5	- 5.1	+ 543.5
1934	J	39.4	+ 11.8	+ 555.3
	F	33.2	+ 5.6	+ 560.9
	M	25.7	- 1.9	+ 559.0
	A	23.6	- 4.0	+ 555.0
	M	18.2	- 9.4	+ 545.6
	J	17.1	- 10.5	+ 535.1
	J	15.0	- 12.6	+ 522.5
	A	15.0	- 12.6	+ 509.9
	S	15.8	- 11.8	+ 498.1
	O	16.6	- 11.0	+ 487.1
	N	15.0	- 12.6	+ 474.5
	D	58.1	+ 30.5	+ 505.0
1935	J	31.1	+ 3.5	+ 508.5
	F	39.2	+ 11.6	+ 520.1
	M	32.7	+ 5.1	+ 525.2
	A	28.0	+ 0.4	+ 525.6
	M	24.1	- 3.5	+ 522.1
	J	23.8	- 3.8	+ 518.3
	J	19.6	- 8.0	+ 510.3
	A	18.8	- 8.8	+ 501.5
	S	26.9	- 0.7	+ 500.8
	O	41.8	+ 14.2	+ 515.0
	N	24.1	- 3.5	+ 511.5
	D	24.6	- 3.0	+ 508.5
1936	J	31.9	+ 4.3	+ 512.8
	F	27.1	- 0.5	+ 512.3
	M	51.4	+ 23.8	+ 536.1
	A	26.9	- 0.7	+ 535.4
	M	23.6	- 4.0	+ 531.4
	J	18.1	- 9.5	+ 521.9
	J	18.2	- 9.4	+ 512.5
	A	23.3	- 4.3	+ 508.2
	S	23.8	- 3.8	+ 504.4
	O	19.8	- 7.8	+ 496.6
	N	19.9	- 7.7	+ 488.9
	D	37.8	+ 10.2	+ 499.1

ANO	MÊS	VAZÃO EM 10 ⁶ m ³		
		MENSAL	DIFERENÇA DA MÉDIA	DIFERENÇA ACUMULADA
1937	J	66.7	+ 39.1	+ 538.2
	F	30.0	+ 2.4	+ 540.6
	M	27.6	0	+ 540.6
	A	32.9	+ 5.3	+ 545.9
	M	28.9	+ 1.3	+ 547.2
	J	24.9	- 2.7	+ 544.5
	J	21.2	- 6.4	+ 538.1
	A	20.9	- 6.7	+ 531.4
	S	16.0	- 11.6	+ 519.8
	O	25.0	- 1.6	+ 518.2
	N	35.5	+ 7.9	+ 526.1
	D	41.3	+ 13.7	+ 539.8
1938	J	40.2	+ 12.6	+ 552.4
	F	27.8	+ 0.2	+ 552.6
	M	28.4	+ 0.8	+ 553.4
	A	25.1	- 2.5	+ 550.9
	M	24.1	- 3.5	+ 547.4
	J	19.7	- 7.9	+ 539.5
	J	19.3	- 8.3	+ 531.2
	A	21.7	- 5.9	+ 525.3
	S	19.9	- 7.7	+ 517.6
	O	32.2	+ 4.6	+ 522.2
	N	29.8	+ 2.2	+ 524.4
	D	38.9	+ 11.3	+ 535.7
1939	J	43.7	+ 16.1	+ 551.8
	F	41.1	+ 13.5	+ 565.3
	M	29.2	+ 1.6	+ 566.9
	A	22.5	- 5.1	+ 561.8
	M	24.6	- 3.0	+ 558.8
	J	21.2	- 6.4	+ 552.4
	J	18.2	- 9.4	+ 543.0
	A	14.5	- 13.1	+ 529.9
	S	15.3	- 12.3	+ 517.6
	O	16.1	- 11.5	+ 506.1
	N	25.6	- 2.0	+ 504.1
	D	24.4	- 3.2	+ 500.9
1940	J	38.3	+ 10.7	+ 511.6
	F	106.5	+ 78.9	+ 590.5
	M	42.3	+ 14.7	+ 605.2
	A	27.5	- 0.1	+ 605.1
	M	23.8	- 3.8	+ 601.3
	J	19.2	- 8.4	+ 592.9
	J	18.0	- 9.6	+ 583.3
	A	16.6	- 11.0	+ 572.3
	S	16.0	- 11.6	+ 560.7
	O	20.1	- 7.5	+ 553.2
	N	23.0	- 4.6	+ 548.6
	D	26.3	+ 1.3	+ 547.3

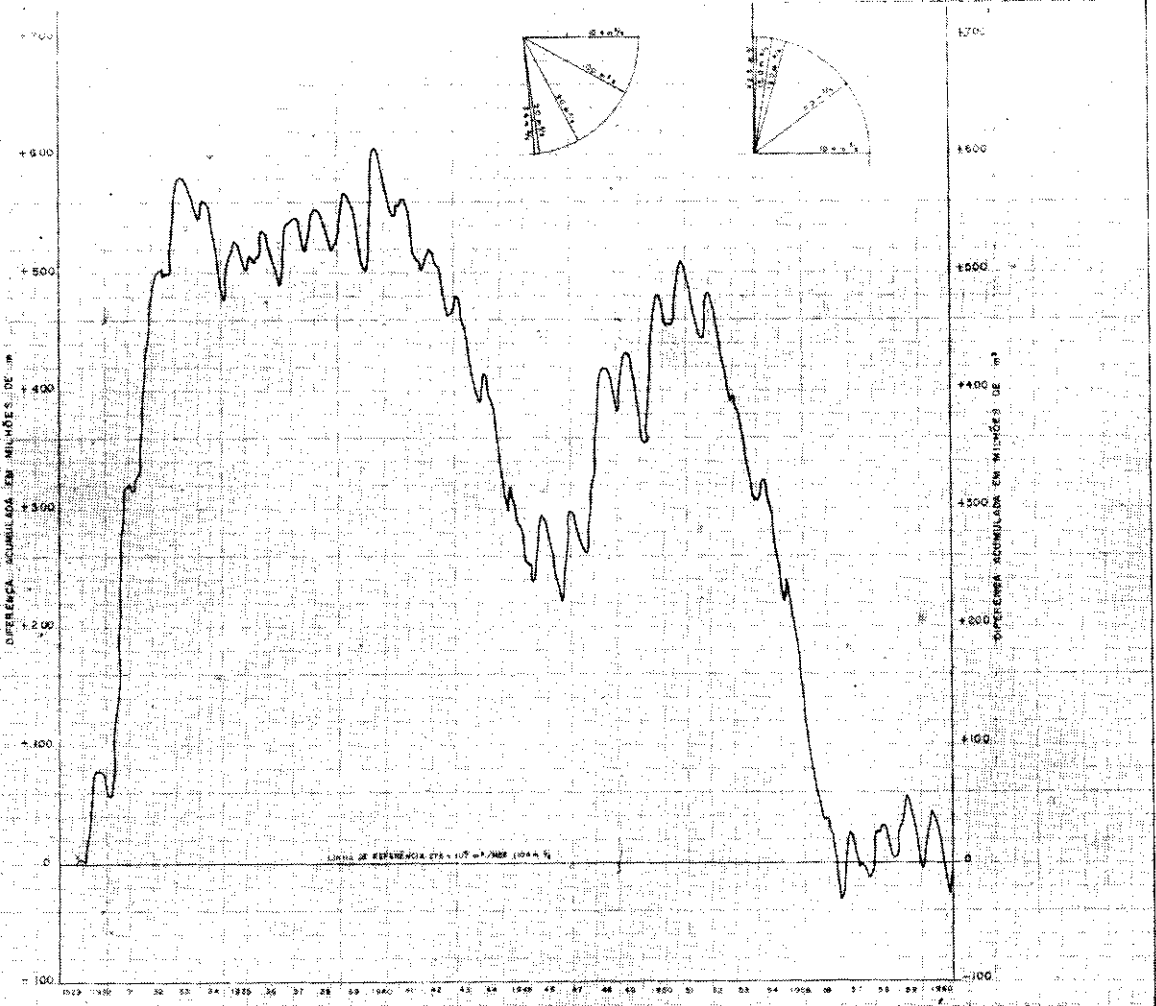
ANO	MÊS	VAZÃO EM 10 ⁶ m ³		
		MENSAL	DIFERENÇA DA MÉDIA	DIFERENÇA ACUMULADA
1941	J	38.6	+ 11.0	+ 558.3
	F	25.4	- 2.2	+ 556.1
	M	34.8	+ 7.2	+ 563.3
	A	25.6	- 2.0	+ 561.3
	M	21.2	- 6.4	+ 554.9
	J	16.8	- 10.8	+ 544.1
	J	14.2	- 13.4	+ 530.7
	A	12.6	- 15.0	+ 515.7
	S	24.6	- 3.0	+ 512.7
	O	24.6	- 3.0	+ 509.7
	N	20.7	- 6.9	+ 502.8
	D	26.3	- 1.3	+ 501.5
1942	J	33.0	+ 5.4	+ 506.9
	F	32.2	+ 4.6	+ 511.5
	M	34.6	+ 7.0	+ 518.5
	A	27.5	- 0.1	+ 518.4
	M	21.4	- 6.2	+ 512.2
	J	20.2	- 7.4	+ 504.8
	J	26.0	- 1.6	+ 503.2
	A	17.7	- 9.9	+ 493.3
	S	17.6	- 10.0	+ 483.3
	O	16.1	- 11.5	+ 471.8
	N	18.6	- 9.0	+ 462.8
	D	28.1	+ 0.5	+ 463.3
1943	J	33.2	+ 5.6	+ 468.9
	F	30.2	+ 2.6	+ 471.5
	M	35.9	+ 8.3	+ 479.8
	A	21.2	- 6.4	+ 473.4
	M	17.4	- 10.2	+ 463.2
	J	15.8	- 11.8	+ 451.4
	J	15.3	- 12.3	+ 439.1
	A	15.0	- 12.6	+ 426.5
	S	14.8	- 12.8	+ 413.7
	O	21.7	- 5.9	+ 407.8
	N	20.2	- 7.4	+ 400.4
	D	20.4	- 7.2	+ 393.2
1944	J	24.1	- 3.5	+ 389.7
	F	34.1	+ 6.5	+ 396.2
	M	45.0	+ 17.4	+ 413.6
	A	21.8	- 5.8	+ 407.8
	M	17.9	- 9.7	+ 398.1
	J	16.1	- 11.5	+ 386.6
	J	16.3	- 11.3	+ 375.3
	A	13.9	- 13.7	+ 361.6
	S	12.4	- 15.2	+ 346.4
	O	12.7	- 14.9	+ 331.5
	N	15.8	- 11.8	+ 319.7
	D	15.8	- 11.8	+ 307.9

ANO	MÊS	VAZÃO EM 10 ⁶ m ³		
		MENSAL	DIFERENÇA DA MÉDIA	DIFERENÇA ACUMULADA
1945	J	16.9	- 10.7	+ 297.2
	F	47.9	+ 20.3	+ 317.5
	M	21.4	- 6.2	+ 311.3
	A	16.8	- 10.8	+ 300.5
	M	15.0	- 12.6	+ 287.9
	J	24.3	- 3.3	+ 284.6
	J	20.1	- 7.5	+ 277.1
	A	16.3	- 11.3	+ 265.8
	S	15.5	- 12.1	+ 253.7
	O	27.1	- 0.5	+ 253.2
	N	16.8	- 10.8	+ 242.4
	D	22.2	- 5.4	+ 237.0
1946	J	48.8	+ 21.2	+ 258.2
	F	45.5	+ 17.9	+ 276.1
	M	45.0	+ 17.4	+ 293.5
	A	27.2	- 0.4	+ 293.1
	M	20.9	- 6.7	+ 286.4
	J	21.0	- 6.6	+ 279.8
	J	21.2	- 6.4	+ 273.4
	A	18.2	- 9.4	+ 264.0
	S	14.2	- 13.4	+ 250.6
	O	17.9	- 9.7	+ 240.9
	N	18.9	- 8.7	+ 232.2
	D	15.8	- 11.8	+ 220.4
1947	J	45.0	+ 17.4	+ 237.8
	F	44.3	+ 16.7	+ 254.5
	M	68.9	+ 41.3	+ 295.8
	A	28.2	+ 0.6	+ 296.4
	M	25.2	- 2.4	+ 294.0
	J	20.5	- 7.1	+ 286.9
	J	20.9	- 6.7	+ 280.2
	A	20.6	- 7.0	+ 273.2
	S	22.3	- 5.3	+ 267.9
	O	24.4	- 3.2	+ 264.7
	N	23.6	- 4.0	+ 260.7
	D	60.0	+ 32.4	+ 293.1
1948	J	49.6	+ 22.0	+ 315.1
	F	47.9	+ 20.3	+ 335.4
	M	69.7	+ 42.1	+ 377.5
	A	52.3	+ 24.7	+ 402.2
	M	40.5	+ 12.9	+ 415.1
	J	30.8	+ 3.2	+ 418.3
	J	27.3	- 0.3	+ 418.0
	A	25.2	- 2.4	+ 415.6
	S	19.7	- 7.9	+ 407.7
	O	22.0	- 5.6	+ 402.1
	N	21.2	- 6.4	+ 395.7
	D	23.3	- 4.3	+ 391.4

ANO	MÊS	VAZÃO EM 10 ⁶ m ³		
		MENSAL	DIFERENÇA DA MÉDIA	DIFERENÇA ACUMULADA
1949	J	38.0	+ 10.4	+ 401.8
	F	43.8	+ 16.2	+ 418.0
	M	36.7	+ 9.1	+ 427.1
	A	32.6	+ 5.0	+ 432.1
	M	23.8	- 3.8	+ 428.3
	J	20.2	- 7.4	+ 420.9
	J	18.2	- 9.4	+ 411.5
	A	15.5	- 12.1	+ 399.4
	S	12.9	- 14.7	+ 384.7
	O	12.6	- 15.0	+ 369.7
	N	13.2	- 14.4	+ 355.3
	D	27.9	+ 0.3	+ 355.6
1950	J	50.6	+ 23.0	+ 378.6
	F	76.2	+ 48.6	+ 427.2
	M	59.0	+ 31.4	+ 458.6
	A	44.8	+ 17.2	+ 475.8
	M	32.7	+ 5.1	+ 480.9
	J	26.4	- 1.2	+ 479.7
	J	23.3	- 4.3	+ 475.4
	A	18.5	- 9.1	+ 466.3
	S	15.5	- 12.1	+ 454.2
	O	29.5	+ 1.9	+ 456.1
	N	25.6	- 2.0	+ 454.1
	D	27.6	0	+ 454.1
1951	J	55.5	+ 27.9	+ 482.0
	F	40.4	+ 12.8	+ 494.8
	M	39.4	+ 11.8	+ 506.6
	A	28.7	+ 1.1	+ 507.7
	M	22.5	- 5.1	+ 502.6
	J	19.7	- 7.9	+ 494.7
	J	20.1	- 7.5	+ 487.2
	A	18.5	- 9.1	+ 478.1
	S	14.0	- 13.6	+ 464.5
	O	19.8	- 7.8	+ 456.7
	N	19.4	- 8.2	+ 448.5
	D	23.3	- 4.3	+ 444.2
1952	J	28.7	+ 1.1	+ 445.3
	F	47.9	+ 20.3	+ 465.6
	M	44.2	+ 16.6	+ 482.2
	A	23.9	- 1.7	+ 480.5
	M	18.2	- 9.4	+ 471.1
	J	20.7	- 6.9	+ 464.2
	J	16.6	- 11.0	+ 453.2
	A	15.5	- 12.1	+ 441.1
	S	15.0	- 12.6	+ 428.5
	O	16.9	- 10.7	+ 417.8
	N	20.7	- 6.9	+ 410.9
	D	16.3	- 11.3	+ 399.6

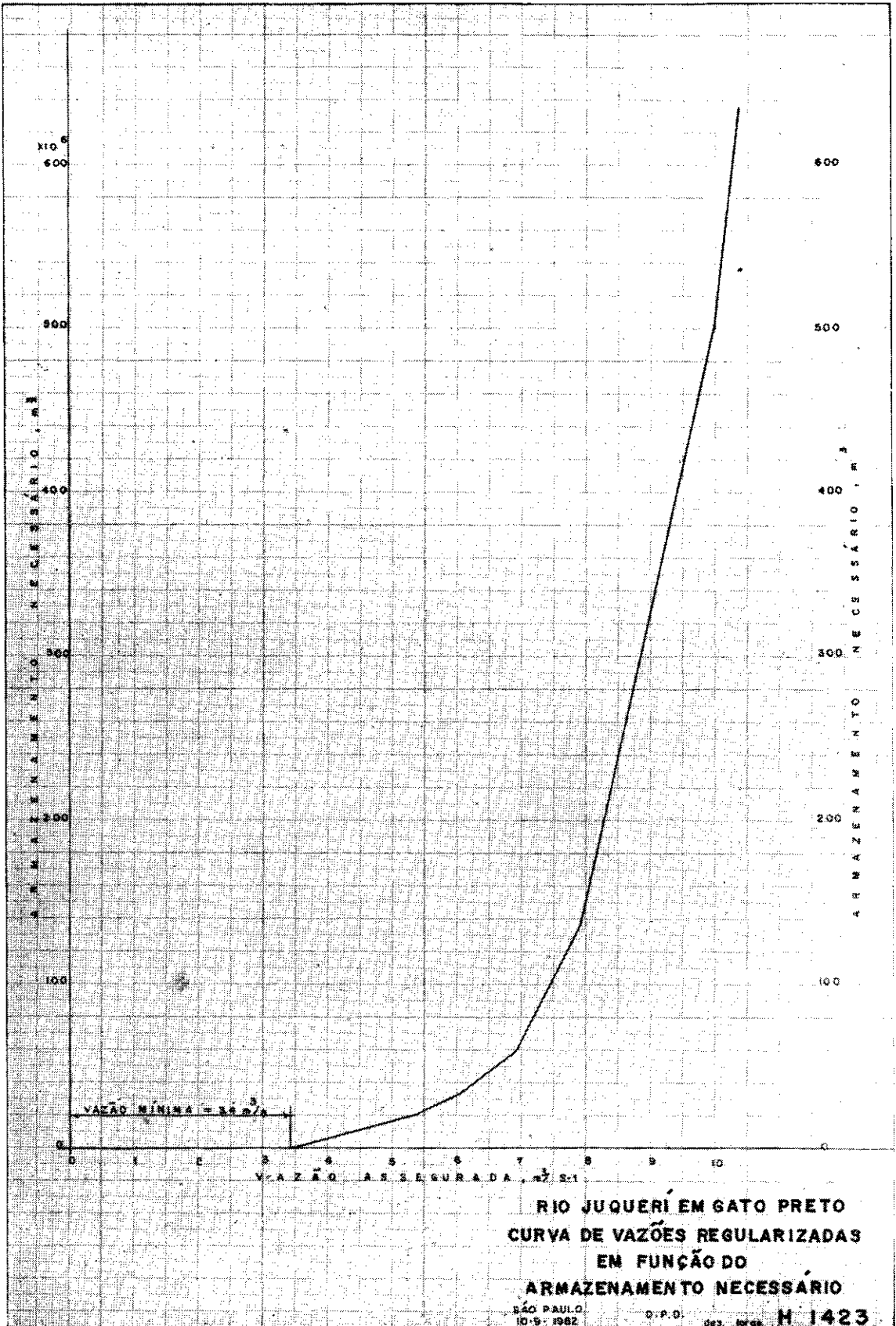
ANO	MÊS	VAZÃO EM 10 ⁶ m ³		
		MENSAL	DIFERENÇA DA MÉDIA	DIFERENÇA ACUMULADA
1953	J	17.9	- 9.7	+ 389.9
	F	31.9	+ 4.3	+ 394.2
	M	20.4	- 7.2	+ 387.0
	A	26.4	- 1.2	+ 385.8
	M	17.1	- 10.5	+ 375.3
	J	15.8	- 11.8	+ 363.5
	J	15.3	- 12.3	+ 351.2
	A	15.5	- 12.1	+ 339.1
	S	15.3	- 12.3	+ 326.8
	O	17.1	- 10.5	+ 316.3
	N	21.5	- 6.1	+ 310.2
	D	23.3	- 4.3	+ 305.9
1954	J	33.5	+ 5.9	+ 311.8
	F	37.5	+ 9.9	+ 321.7
	M	31.6	+ 4.0	+ 325.7
	A	18.9	- 8.7	+ 317.0
	M	21.7	- 5.9	+ 311.1
	J	17.6	- 10.0	+ 301.1
	J	13.7	- 13.9	+ 287.2
	A	12.3	- 15.3	+ 271.9
	S	18.1	- 17.5	+ 254.4
	O	18.2	- 9.4	+ 245.0
	N	11.1	- 16.5	+ 228.5
	D	20.1	- 7.5	+ 221.0
1955	J	46.4	+ 18.8	+ 239.8
	F	17.7	- 9.9	+ 229.9
	M	18.2	- 9.4	+ 220.5
	A	14.2	- 13.4	+ 207.1
	M	13.7	- 13.9	+ 193.2
	J	12.7	- 14.9	+ 178.3
	J	9.1	- 18.5	+ 159.8
	A	10.2	- 17.4	+ 142.4
	S	9.3	- 18.3	+ 124.1
	O	9.4	- 18.2	+ 105.9
	N	14.8	- 12.8	+ 93.1
	D	20.1	- 7.5	+ 85.6
1956	J	15.8	- 11.8	+ 73.8
	F	14.3	- 13.3	+ 60.5
	M	21.4	- 6.2	+ 54.3
	A	14.8	- 12.8	+ 41.5
	M	21.7	- 5.9	+ 35.6
	J	29.8	+ 2.2	+ 37.8
	J	18.5	- 9.1	+ 28.7
	A	23.0	- 4.6	+ 24.1
	S	15.3	- 12.9	+ 11.8
	O	14.7	- 12.9	+ 1.1
	N	11.4	- 16.2	- 17.3
	D	12.1	- 15.5	- 32.8

ANO	MÊS	VAZÃO EM 10 ⁶ m ³		
		MENSAL	DIFERENÇA DA MÉDIA	DIFERENÇA ACUMULADA
1957	J	49.3	+ 21.7	- 11.1
	F	41.6	+ 14.0	+ 2.9
	M	45.8	+ 18.2	+ 21.1
	A	31.9	+ 4.3	+ 25.4
	M	23.3	- 4.3	+ 21.1
	J	19.4	- 8.2	+ 12.9
	J	20.1	- 7.5	+ 5.4
	A	18.2	- 9.4	+ 4.0
	S	31.8	+ 4.2	+ 0.2
	O	21.7	- 5.9	+ 5.7
	N	22.8	- 4.8	+ 10.5
	D	24.4	- 3.2	+ 13.7
1958	J	32.2	+ 4.6	- 9.1
	F	42.6	+ 15.0	+ 5.9
	M	47.4	+ 19.8	+ 25.7
	A	28.4	- 1.2	+ 24.5
	M	31.6	+ 4.0	+ 28.5
	J	30.6	+ 3.0	+ 31.5
	J	25.5	- 2.1	+ 29.4
	A	19.0	- 8.8	+ 20.8
	S	19.7	- 7.9	+ 12.9
	O	20.1	- 7.5	+ 5.4
	N	24.9	- 2.7	+ 2.7
	D	34.3	+ 6.7	+ 9.4
1959	J	45.5	+ 17.9	+ 27.3
	F	33.1	+ 5.5	+ 32.8
	M	41.5	+ 13.9	+ 46.7
	A	37.8	+ 10.2	+ 56.9
	M	23.9	- 3.7	+ 53.2
	J	18.9	- 8.7	+ 44.5
	J	17.7	- 9.9	+ 34.6
	A	20.4	- 7.2	+ 27.4
	S	15.0	- 12.6	+ 14.8
	O	16.3	- 11.3	+ 3.5
	N	19.4	- 8.2	+ 4.7
	D	34.0	+ 6.4	+ 1.7
1960	J	50.1	+ 22.5	+ 24.2
	F	37.1	+ 9.5	+ 33.7
	M	37.2	+ 9.6	+ 43.3
	A	22.0	- 5.6	+ 37.7
	M	23.3	- 4.3	+ 33.4
	J	19.7	- 7.9	+ 25.5
	J	17.2	- 10.4	+ 15.1
	A	15.5	- 12.1	+ 3.0
	S	13.7	- 13.9	+ 10.9
	O	16.3	- 11.3	+ 22.2
	N	21.5	- 6.1	+ 28.3
	D	71.8	+ 44.2	+ 15.9



RIO JUQUERÉ EM GATO PRETO
DIAGRAMA DE VAZÕES
DIFERENCIAIS ACUMULADAS
DIREÇÃO DAS ÁGUAS DO RIO PARA O MAR

DPD. 1422-2



**RIO JUQUERÍ EM GATO PRETO
CURVA DE VAZÕES REGULARIZADAS
EM FUNÇÃO DO
ARMAZENAMENTO NECESSÁRIO**

SÃO PAULO
10-9-1962

D.P.D.

Des. Jorge H 1423

Cópia do expediente apresentado
pelo Engenheiro Adolpho Santos Jr.

APÊNDICE 2

CHEIAS DO RIO JUQUERÍ

A fim de dimensionar o vertedor de uma barragem que se planeia construir no rio Juquerí, num local onde a área da bacia hidrográfica é de 350 km², procedeu-se à análise estatística das máximas vazões médias diárias observadas em cada ano hidrológico no pósto fluviométrico de Gato Preto, no mesmo rio Juquerí, onde a área da bacia é de 800 km².

O período de observações fluviométricas em Gato Preto estende-se de julho de 1929 à junho de 1955, ou seja, 26 anos hidrológicos completos. De um modo geral os dados desse pósto podem ser tidos como bons. Do ponto de vista do estudo das cheias é de mencionar-se que a régua fluviométrica esteve submersa entre 14 e 18 de fevereiro de 1940 e, por isso, não se sabe qual foi a cheia máxima no ano de 1939/1940. Todavia, por ter sido observada a vazão de 77,2 m³/s no dia 6 de fevereiro de 1940, supôs-se, para fins de análise estatística, que naquele ano a cheia máxima foi de 78 m³/s. É possível, porém, que tenha sido maior. Cabe ainda assinalar que, de acôrdo com os registros, a cheia máxima em cada um dos anos de 1931/32, 1932/33, 1936/37 e 1947/48 foi igual a 78,8 m³/s. Verificou-se, posteriormente, que a régua fluviométrica de Gato Preto ficou submersa tôda vez que a vazão excedia a 78,8 m³/s. Dessa maneira, não se sabe, ao certo, quais foram as vazões máximas nos anos hidrológicos de 1930/31, 31/32, 32/33, 34/35, 36/37 39-40 e 47-48; sabe-se sômente que excederam 78,8 m³/s. Assim sendo, as conclusões decorrentes da análise estatística não merecem fé, sendo preferível adotar a capacidade deduzida das curvas envolventes. Apenas a título de demonstração do procedimento a adotar-se em casos semelhantes, segue-se a análise feita.

3 — A análise estatística baseou-se em duas suposições: 1.^a) de que é logarítmica normal a função de distribuição; 2.^a) de que essa distribuição é do tipo III de Pearson. No segundo caso, os parâmetros da função de distribuição foram calculados pelo método dos momentos de Pearson, adotado por Foster e Hazen, e pelo método da máxima verossimilhança de Fischer que é o mais eficiente do ponto de vista estatístico. Com base nos parâmetros calculados, deduziu-se a cheia com probabilidade de ocorrência de 0,001 em Gato Preto e obtiveram-se os seguintes valores:

Distribuição	Cheia, m ³ /s
Log-normal	178
Tipo III: momentos	143
Tipo III: máx. verossimilhança	141

4 — Os valores acima enumerados são aquêles geralmente calculados. Não devem, porém, ser êles usados no dimensionamento do vertedor, mas sim o limite fiducial superior que lhes corresponde, pois, só assim é possível levar em conta, com segurança, a dispersão dos dados. Calculando-se pelos processos usuais, obtiveram-se os seguintes limites fiduciais superiores das cheias com probabilidade de ocorrência de 0,001:

Distribuição	LFS, m ³ /s
Log-normal	270
Tipo III: máx. verossimilhança	156

5 — Que é grande a dispersão, vê-se claramente do coeficiente de variação das cheias anuais que se estimou exceder 41%. Assim, seria de esperar intervalo fiducial da altura apreciável, tal como resulta do cálculo em que se emprega a distribuição log-normal. Não se tem explicação para a pequenez do intervalo resultante da utilização da distribuição tipo III. Por isso, e por segurança, adotar-se-á o limite fiducial superior de 270 m³/s.

6 — Resta transferir êsse caudal para o local onde a área da bacia é de 350 km². Para tanto supor-se-á que nessa bacia as cheias variam com a potência 0,8 da área. Assim vem a cheia de 270 (350/800) 0,8 = 140 m³/s. Dever-se-ia, também, levar em conta os fatores fisiográficos que podem afetar êsse resultado. Não se tem dados que permitam levar em conta êsses fatores, mas sabe-se que tendem êles a aumentar aquêle caudal. Por outro lado, da curva envolvente do tipo Creager determinada pela cheia de fevereiro de 1929 no rio Guarapiranga, resultaria uma vazão de 230 m³/s no local; semelhantemente, a curva determinada pela cheia do Tietê em Bairro do Limão resultaria no caudal de 120 m³/s.

7 — Tendo em conta o exposto, conclui-se que vertedor da barragem projetada deverá ser dimensionado para uma cheia não inferior à 150 m³/s. Não se deve perder de vista a possibilidade da cheia atingir à 200 m³/s.

RIO JUQUERI

CHEIAS MAXIMAS ANUAIS NO PÔSTO DE GATO PRETO

Ano	i	Q	X	y	P	
1930/31	1	86.0	1.672	+0.2232	3.85	$\sum_{i=1}^{26} Q_i = 13375$ $\bar{Q} = 13375/26 = 5144$
34/35	2	79.0	1.536	.1864	7.69	
31/32	3	78.8	1.532	.1853	11.54	
32/33	4	78.8	1.532	.1853	15.38	
36/37	5	78.8	1.532	.1853	19.23	
						$X = Q/\bar{Q}$
47/48	6	78.8	1.532	.1853	23.08	$y = \log X$ $\sum_{i=1}^{26} X_i = 26.002$
39/40	7	> 77=78	1.516	.1807	26.92	
49/50	8	70.5	1.371	.1370	30.77	
45/46	9	65.3	1.269	.1035	34.62	
46/47	10	65.1	1.266	.1024	38.46	
						$\sum_{i=1}^{26} y_i = -0.9750$
29/30	11	57.5	1.118	+0.0484	42.31	$\bar{X} = 1.0001$ $\bar{y} = -0.03750$
44/45	12	45.6	0.886	-0.0526	46.15	
48/49	13	42.5	.826	.0830	50.00	
35/36	14	42.1	.818	.0872	53.85	
51/52	15	41.8	.813	.0899	57.69	
						$\sum_{i=1}^{26} X_i^2 = 30.29466$
37/38	16	40.1	.780	.1079	61.54	$\sum_{i=1}^{26} y_i^2 = 0.905284$ $\sum_{i=1}^{26} (X_i - \bar{X})^2 = 4.29066$ $\sum_{i=1}^{26} (y_i - \bar{y})^2 = 0.868721$
52/53	17	39.2	.762	.1180	65.38	
43/44	18	37.4	.727	.1385	69.23	
50/51	19	36.1	.702	.1537	73.08	
54/55	20	33.5	.651	.1864	76.92	
						$S(X) = 0.41428$
41/42	21	30.7	.597	.2240	80.77	$S(y) = 0.18641$
53/54	22	30.1	.585	.2328	84.62	
38/39	23	26.4	.513	.2899	88.46	
33/34	24	26.0	.505	.2967	92.31	
40/41	25	25.6	.498	.3028	96.15	
42/43	26	23.8	0.463	-0.3344	100.00	

$$p = k - 1 = 4.95 \quad \therefore u = 6.712 \quad \text{se } I(u, 4.95) = 0.9990$$

$$\hat{x} = au\sqrt{p+1} = uk^{-1/2} = 6.712/\sqrt{5.95} = 2.75$$

$$Q = 51.4 \times 2.75 = \underline{141 \text{ m}^3/\text{s}}$$

3- Limite fiducial superior de Q

3.1- Distribuição log-normal

$$s(\hat{y}) = s(y) \left(\frac{1 + 0.5 \frac{m^2}{n}}{n} \right)^{1/2} = 0.1864 \left(\frac{1 + 0.5 \times 3090^2}{26} \right)^{1/2} = 0.08784$$

$$t(0.05, 24) = 2.064$$

$$\text{LFS}(\hat{y}) = 0.5385 + 2.064 \times 0.08784 = 0.7198$$

$$\text{LFS}(Q) = 51.4 \times \text{antilog } 0.7198 = \underline{270 \text{ m}^3/\text{s}}$$

3.2- Distribuição tipo III

$$k = 5.95 \quad a = 0.168 \quad n = 26$$

k	p	u	auk ^{1/2}
5.8	4.8	6.70	2.71
6.2	5.2	6.74	2.76

$$\frac{\partial x}{\partial k} = \frac{0.05}{0.40} = 0.125 \quad \frac{\partial x}{\partial a} = 6.712$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial k^2} = -26 \times 0.183 = -4.76 \quad \frac{\partial^2 L}{\partial a^2} = -26 \times 5.95^3 = -5480$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial k \partial a} = -26 \times 5.95 = -155$$

$$A = \begin{bmatrix} 4.76 & 155 \\ 155 & 5480 \end{bmatrix} \quad \therefore \quad \Delta = 2060$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 2.66 & -7.52 \times 10^{-2} \\ -7.52 \times 10^{-2} & 2.31 \times 10^{-3} \end{bmatrix}$$

$$\text{var}(k) = 2.66 \quad \text{var}(a) = 2.31 \times 10^{-3} \quad \text{cov}(k, a) = -7.52 \times 10^{-2}$$

$$S(\hat{x}) = \left[\left(\frac{\partial x}{\partial a} \right)^2 \text{var}(a) + 2 \left(\frac{\partial x}{\partial a} \right) \left(\frac{\partial x}{\partial k} \right) \text{cov}(k, a) + \left(\frac{\partial x}{\partial k} \right)^2 \text{var}(k) \right]^{1/2}$$

$$S(\hat{x}) = \left[(6.712)^2 (2.31 \times 10^{-3}) - 2 \times 6.712 \times 0.125 \times 7.52 \times 10^{-2} + (0.125)^2 2.66 \right]^{1/2}$$

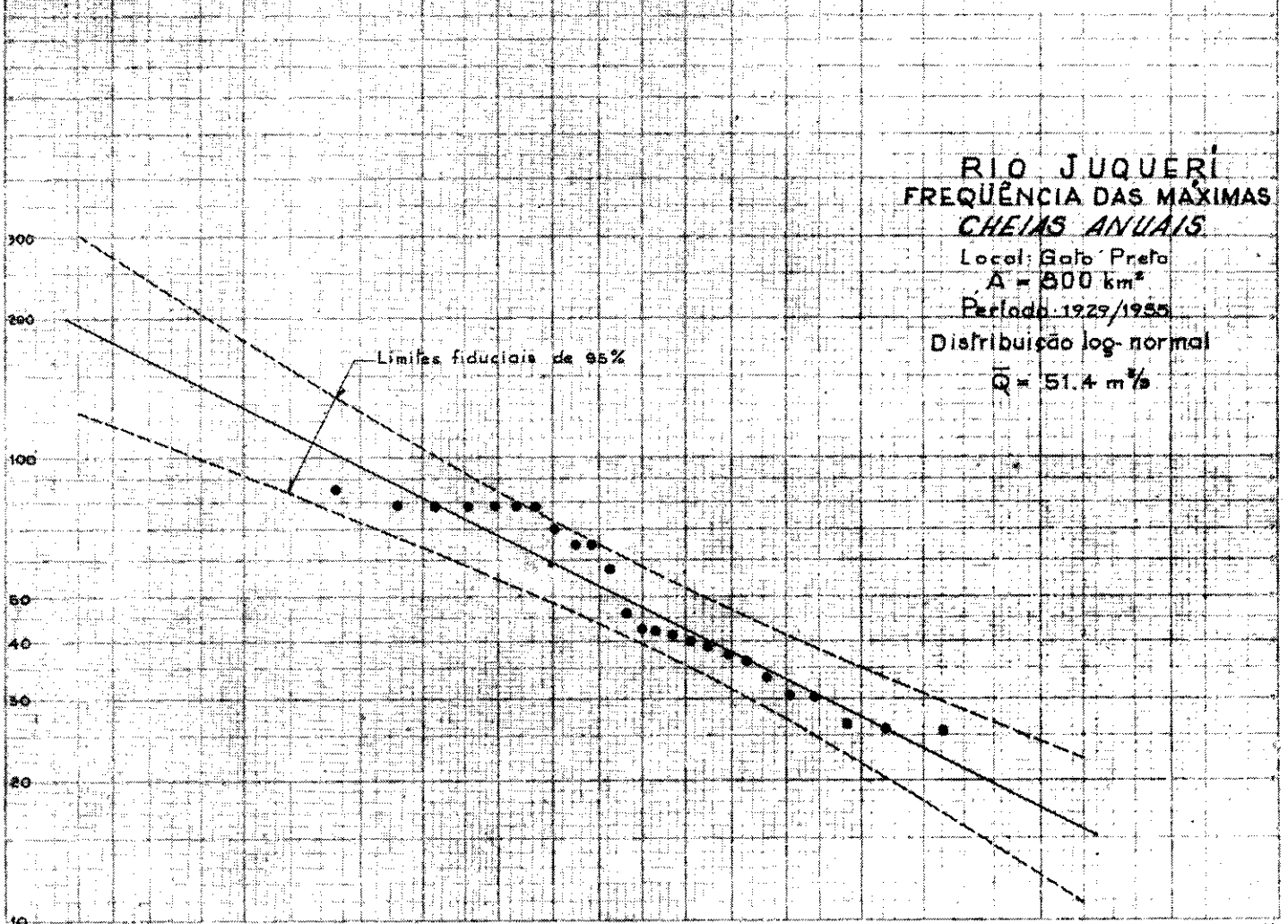
$$S(\hat{x}) = (0.0194)^{1/2} = 0.139$$

$$\text{LFS}(\hat{x}) = 2.75 + 2.064 \times 0.139 = 3.04$$

$$\text{LFS}(Q) = 51.4 \times 3.04 = \underline{156 \text{ m}^3/\text{s}}$$

99.99 99.9 99.8 99.5 99 96 95 90 80 70 60 50 40 30 20 10 5 2 1 0.5 0.2 0.1 0.05 0.01

Cheia máxima anual, m³/s



RIO JUQUERÍ FREQUÊNCIA DAS MÁXIMAS CHEIAS ANUAIS

Local: Gato Preto

A = 800 km²

Período: 1929/1955

Distribuição log-normal

$Q_1 = 51.4 \text{ m}^3/\text{s}$

0.01 0.05 0.1 0.2 0.5 1 2 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 95 98 99 99.5 99.8 99.9 99.99

Probabilidade de ocorrência, %

COPIADO DO DES. N 1528 de 7-V-64

Nº 517-1-eps.2 8-64