

SUBSIDIOS PARA UM PLANO DE APROVEITAMENTO MÚLTIPLO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PIRACICABA

Eng.º OSCAR FUGITA

1 — INTRODUÇÃO

O Plano Diretor para Desenvolvimento Global das Bacias do Alto Tietê e Cubatão, elaborado pelo Convênio HIBRACE para o Departamento de Águas e Energia Elétrica, indicou como solução prioritária para atender às crescentes demandas d'água da Área Metropolitana de São Paulo, a reversão de apreciável quantidade d'água da Bacia do rio Piracicaba, por meio de barragens e obras de adução nos rios Jaguari, Cachoeira e Atibainha, seus formadores, bem como no rio Juquerí, já na Bacia do Alto Tietê, o qual tem também uma parcela de contribuição nêsse plano de abastecimento, embora seja relativamente pequena.

No tocante ao problema da poluição na bacia do rio Piracicaba à jusante das barragens previstas, as conclusões dos estudos levados a efeito pelo Convênio HIBRACE são de caráter preliminar, pois os dados referentes às condições sanitárias atuais e parâmetros de auto-depuração adotados nêstes estudos, não são resultados de observações diretas sistemáticas na própria bacia.

Posteriormente, foi firmado um Convênio entre o Departamento de Águas e Energia Elétrica e o Fomento Estadual de Saneamento Básico — FESB, atualmente em pleno andamento, pelo qual êste órgão deverá realizar o levantamento das condições sanitárias atuais do rio Piracicaba e seus formadores, paralelamente a uma pesquisa para determinação dos parâmetros de auto-depuração dos mesmos. Durante a vigência dêste Convênio, o FESB deverá efetuar também o controle de poluição da bacia do rio Piracicaba, visan-

do, tanto quanto possível, melhorar suas condições sanitárias.

Paralelamente a essas atividades no campo do saneamento, o DAEE, julgou necessário elaborar um estudo específico das disponibilidades de recursos hídricos de superfície na bacia do rio Piracicaba, estudo êste que, elaborado pela Comissão Permanente de Planejamento — CPP, do DAEE, juntamente com aquelas resultantes dos trabalhos em fase de elaboração pelo FESB, constituem dados básicos para os estudos de otimização dos recursos hídricos da bacia do rio Piracicaba.

2 — A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRACICABA

A bacia hidrográfica do rio Piracicaba é a principal sub-bacia do rio Tietê. Abrange uma área de cerca de 12.400 km², dos quais aproximadamente 90% situam-se em território paulista, e os restantes 10% em território mineiro.

Ao Norte faz divisa com a bacia do rio Moggi-Guaçú, afluente do rio Pardo, a Leste com as bacias dos rios Jundiá e Capivarí ambas tributárias do Tietê, e a Oeste com a própria bacia do Tietê médio Superior.

A bacia apresenta forma alongada no sentido Leste-Oeste, com comprimento aproximado de 250 km e largura média de 50 km.

È formado pelas sub-bacias dos rios Corumbatá com 1.700 km², Jaguari com 4.330 km² tendo o Camanducaia como principal tributário com 1.030 km², e pelo Atibaia com 2.760 km², formado pelos rios Cachoeira e Atibainha cujas áreas de drenagem nas respectivas confluências são de 550 km² e 450 km².

(*) Da diretoria de Planejamento e Controle do Departamento de Águas e Energia Elétrica; e Assessor Técnico da Superintendência do Fomento Estadual de Saneamento Básico.

Na Ilustração 1 apresenta-se a planta da bacia do rio Piracicaba, obtida através das cartas I.G.G. em escala 1:250.000 do Estado de São Paulo, com indicação dos postos fluviométricos existentes.

3 — LEVANTAMENTO DE DADOS FLUVIOMÉTRICOS

A bacia do rio Piracicaba é relativamente bem servida de postos fluviométricos. São operados parte pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica e parte pelo 3.º Distrito do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica e parte pela Companhia Paulista de Fôrça e Luz.

Para a elaboração do presente trabalho, a Comissão Permanente de Planejamento do DAEE coletou os dados fluviométricos disponíveis, tendo sido parte dos mesmos fornecidos pelas entidades acima referidas e parte pelas Centrais Elétricas de São Paulo - CESP e pelo Serviço do Vale do Tietê, do DAEE.

Na Ilustração 2 é apresentado o quadro resumo dos postos fluviométricos da bacia do rio Piracicaba cujos dados foram coletados, com indicação dos períodos com observações disponíveis, bem como algumas referências sobre a qualidade dos mesmos.

4 — DEFLÚVIOS MÍNIMOS ANUAIS

4.1 Relação entre os «deflúvios médios de sete dias consecutivos mínimos anuais» e «deflúvios médios mensais mínimos anuais»

Nos estudos de recursos hídricos numa bacia com vistas ao problema de poluição além do conhecimento dos deflúvios médios mensais mínimos anuais, poderá surgir a necessidade do conhecimento dos deflúvios de sete dias consecutivos mínimos anuais. (*)

Como nem sempre é possível se obter os deflúvios médios de sete dias consecutivos para pesquisa dos mínimos anuais, procurou-se no presente trabalho estabelecer uma relação entre os deflúvios médios de sete dias consecutivos mínimos anuais e de deflúvios médios mensais mínimos anuais, tanto sob o ponto de vista da

duração quanto a possibilidade de ocorrência dos mesmos.

Escolheram-se para tanto, os postos de Atibaia e de Itatiba (Bairro da Ponte) no rio Atibaia e Fazenda Buenópolis no rio Jaguari, por possuírem as séries mais longas de deflúvios médios e por abrangerem períodos de estiagem significativos. O posto de Piracicaba, embora possua também uma série longa de deflúvios médios diários, não pôde ser utilizado por estarem os deflúvios ali observados no período posterior a 1950, sob a influência das usinas hidrelétricas de montante e portanto não tendo sentido sua utilização, para um estudo de ocorrência de mínimos em curtos intervalos de tempo.

Nas ilustrações 3, 4 e 5 têm-se as curvas de duração dos deflúvios médios mensais e de sete dias consecutivos mínimos anuais nos três pontos já citados.

Nas Ilustrações 6, 7 e 8 têm-se para os mesmos postos as probabilidades de ocorrência dos deflúvios médios mensais e médios de sete dias consecutivos mínimos anuais.

Verifica-se pelas tabelas contidas nessas Ilustrações, que para uma **mesma duração** ou para um **mesmo período de retorno** a relação entre os deflúvios médios de sete dias consecutivos **mínimos anuais** e deflúvios médios mensais **mínimos anuais** é de aproximadamente 0,8.

Como tal relação se verifica nos diversos pontos analisados, admitir-se-á que a mesma seja válida para toda bacia.

4.2 Estudo de duração e probabilidade de ocorrência de deflúvios médios mensais mínimos anuais

Os estudos de duração e probabilidade de ocorrência dos deflúvios **médios mensais mínimos anuais** no «Período Hidrológico Padrão» que abrange os anos de 1930 a 1968, foram realizados nos seguintes pontos da bacia:

Atibaia, Bairro da Ponte, Acima da Paulínia, Fazenda Buenópolis, Quebra-Pôpa, Confluência dos rios Atibaia e Jaguari e Piracicaba. Os resultados obtidos são apresentados resumidamente nos Quadros 3 e 4. As correspondentes curvas de duração e de probabilidade são mostradas nas Ilustrações 9, 10, 11 e 12.

5 — OS ASPECTOS SANITARIOS

Nos planos de aproveitamento dos recursos hídricos com propósitos múltiplos, o controle da poluição das águas, em algumas bacias hidrográficas, assume um caráter prioritário. O continuado processo de degradação dos rios, atra-

(*) É o menor Deflúvio Médio de Sete Dias Consecutivos registrado em um determinado ano. No período Hidrológico Padrão adotado neste relatório, que abrange os anos de 1930 a 1968, a série de Deflúvios Médios de Sete Dias Consecutivos Mínimos Anuais será constituída de 39 elementos.

vés de indiscriminado lançamento de esgotos públicos e resíduos industriais compromete seriamente sua utilização para fins de abastecimento de água, irrigação, recreação e piscicultura.

Considerando-se que a água é uma das mais importantes matérias primas do processo de desenvolvimento, sua preservação em condições econômicas de utilização para atender demandas cada vez mais crescentes para abastecimento público e industrial, torna-se necessidade imperiosa e inadiável sob pena de condenar importantes regiões do Estado, a uma fase de estagnação.

O trabalho ora apresentado representa uma súmula dos estudos que foram desenvolvidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica, tendo em vista avaliar as disponibilidades hídricas de superfície na bacia do rio Piracicaba.

Os estudos fornecem os dados básicos essenciais para o planejamento da bacia do rio Piracicaba. Na súmula ora apresentada procurou-se enfatizar os aspectos relacionados com as descargas mínimas pela importância nos estudos de poluição e demanda para o abastecimento.

RESUMO

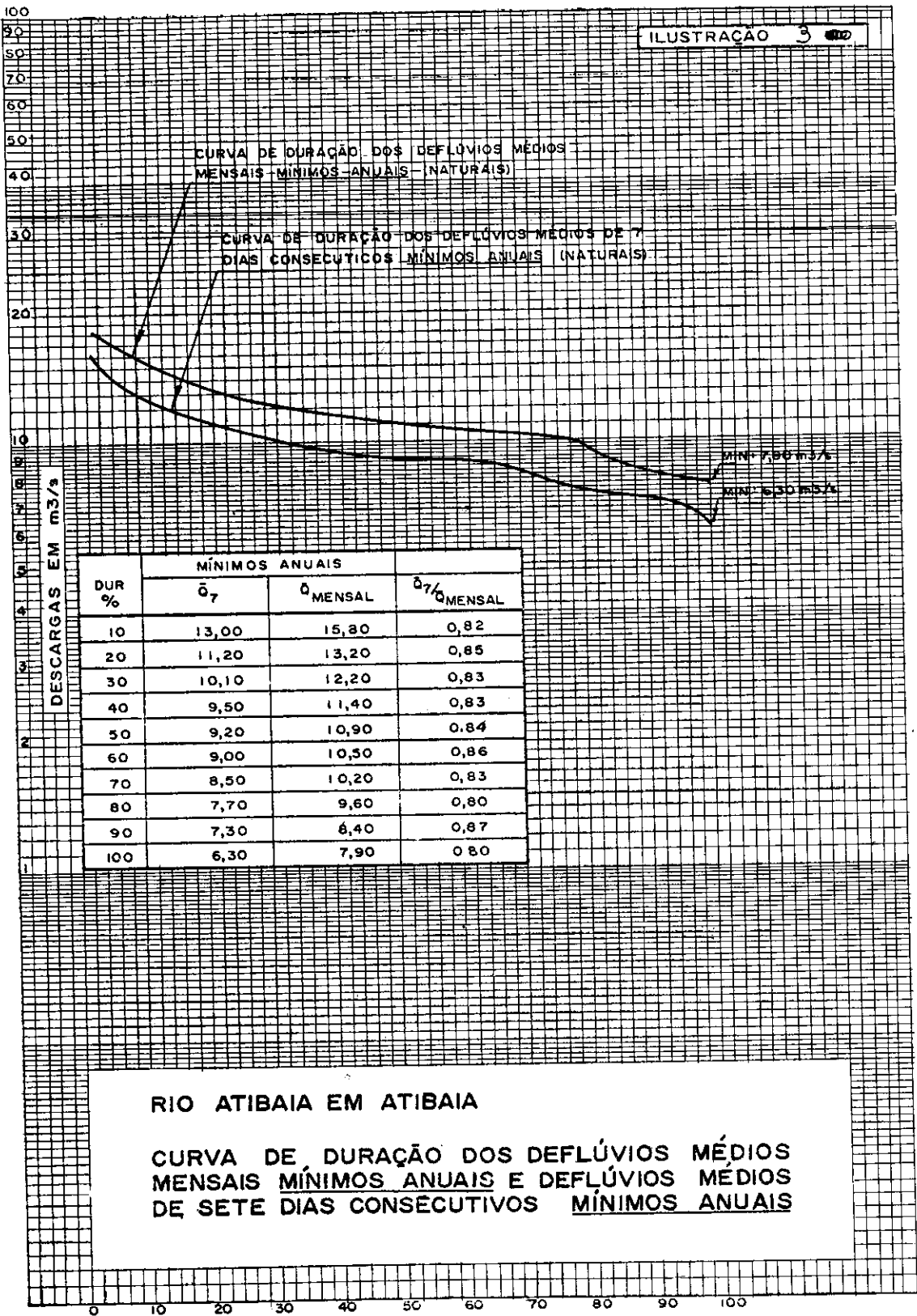
Nos projetos de Engenharia Sanitária resente-se de uma falta de dados básicos de Hidrologia que permitam avaliar os recursos hídricos disponíveis em diversas seções dos cursos d'água que compõem a bacia hidrográfica.

O autor, na Diretoria de Planejamento e Contrôlo do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo coordenou a elaboração do «Estudo das disponibilidades hídricas de superfície na bacia do rio Piracicaba», objetivando fornecer subsídios para a elaboração de um plano de aproveitamento dos recursos hídricos, com propósitos múltiplos.

Considerando a necessidade de conhecer as descargas mínimas em diversas seções, para diferentes períodos de retôrno e duração, foram analisados os dados de 3 (três) postos fluviométricos e concluiu-se que a relação entre os deflúvios médios mensais mínimos anuais e os deflúvios médios de sete dias consecutivos mínimos anuais, é praticamente independente da duração e do período de retôrno.

Os resultados obtidos não devem ser extrapolados para outras bacias hidrográficas recomendando-se que estudos desta natureza sejam feitos em cada caso.

Finalizando, o autor recomenda que nos estudos relativos à poluição dos cursos d'água, a descarga do rio a ser considerada não deve ser a média uma vez que esta tem duração em torno de 35% e portanto representa uma margem de segurança muito pequena notadamente se parte dos recursos são destinados a atender o abastecimento de água ou a piscicultura. A duração e período de retôrno deverão ser determinados mediante um planejamento global e usando-se critérios econômicos.

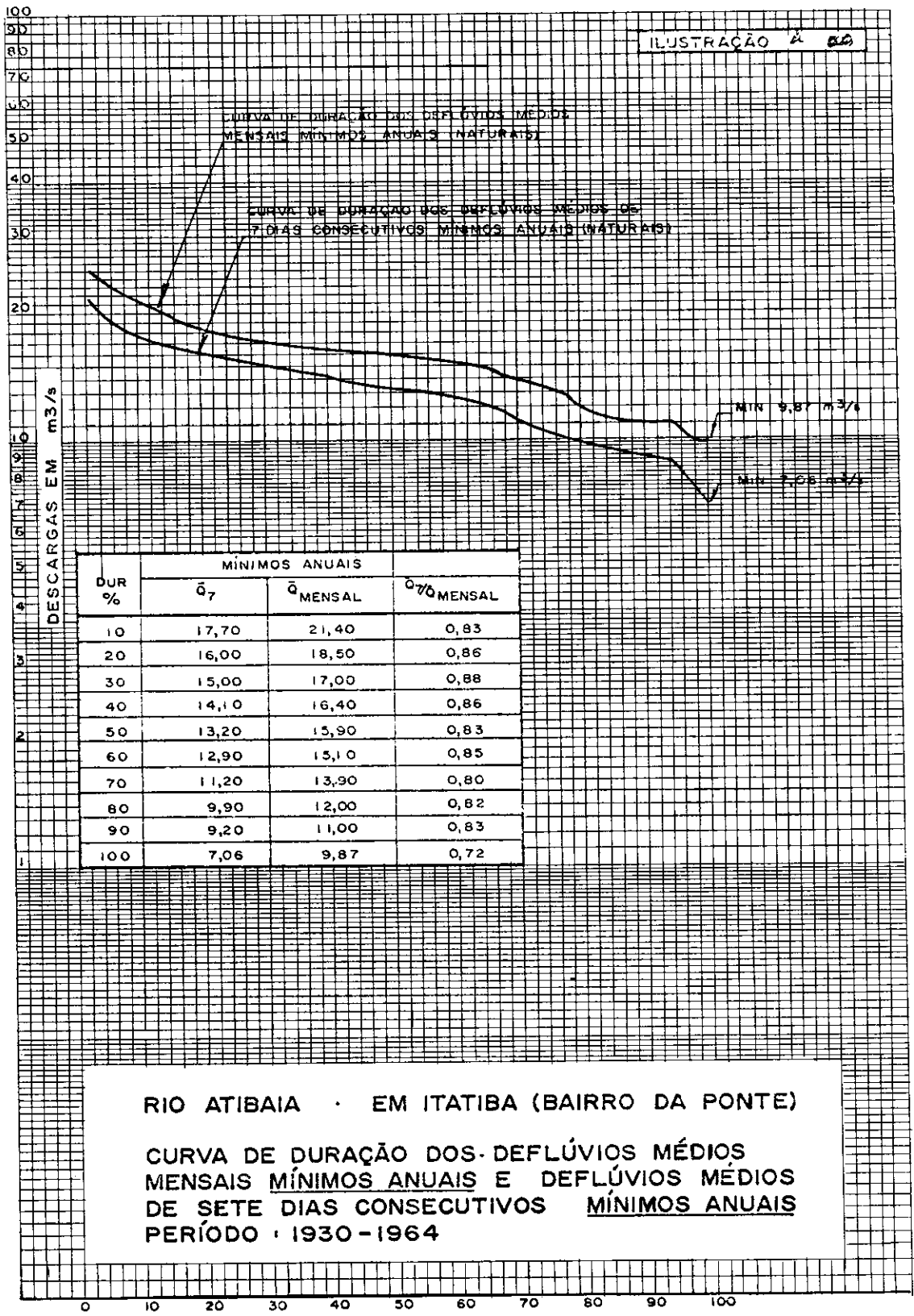


DUR %	MÍNIMOS ANUAIS		
	\bar{Q}_7	\bar{Q}_{MENSAL}	$\bar{Q}_{7/\text{MENSAL}}$
10	13,00	15,80	0,82
20	11,20	13,20	0,85
30	10,10	12,20	0,83
40	9,50	11,40	0,83
50	9,20	10,90	0,84
60	9,00	10,30	0,86
70	8,50	10,20	0,83
80	7,70	9,60	0,80
90	7,30	8,40	0,87
100	6,30	7,90	0,80

RIO ATIBAIA EM ATIBAIA

CURVA DE DURAÇÃO DOS DEFLÚVIOS MÉDIOS MENSIS MÍNIMOS ANUAIS E DEFLÚVIOS MÉDIOS DE SETE DIAS CONSECUTIVOS MÍNIMOS ANUAIS

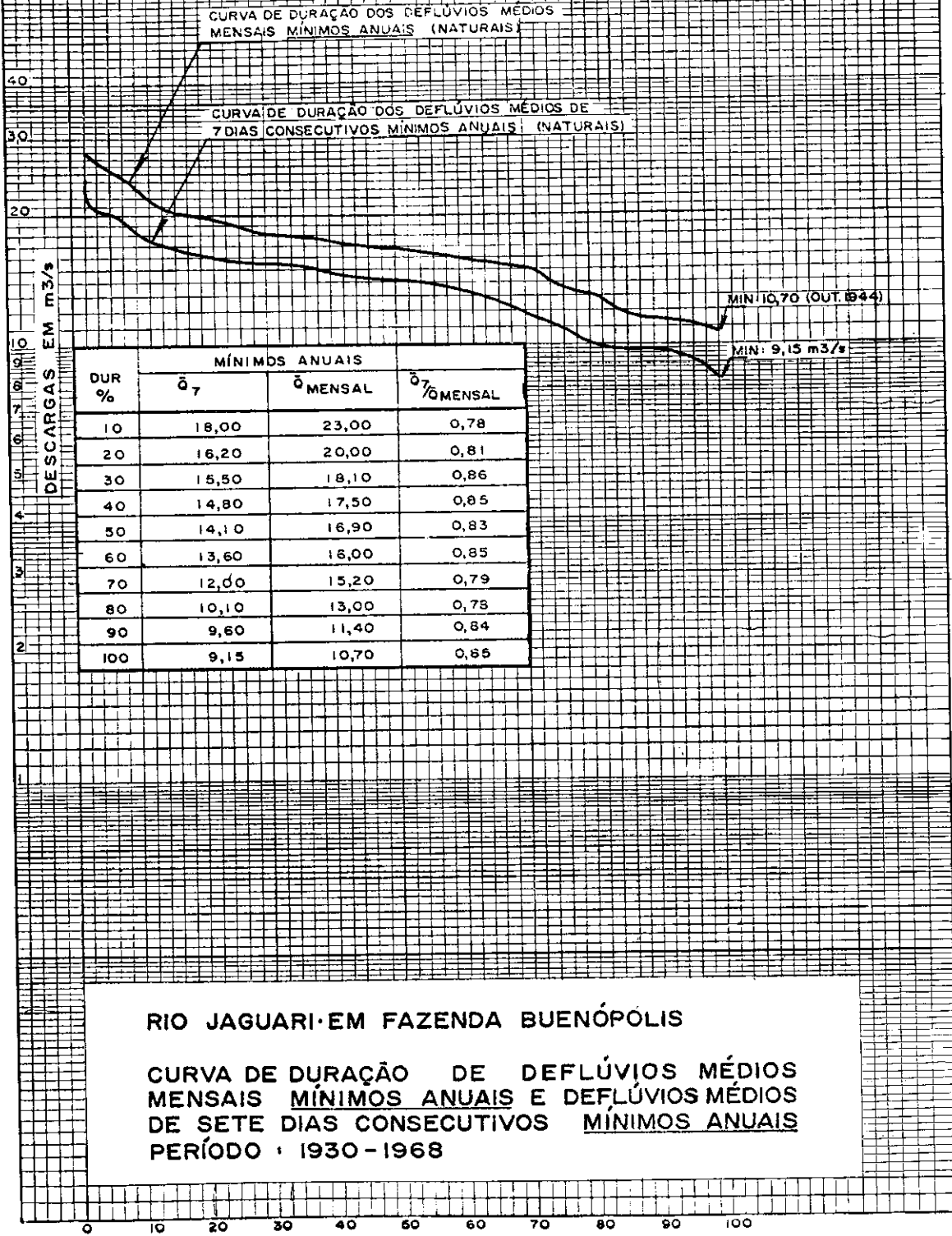
PORCENTAGEM DOS ANOS COM DESCARGAS MÍNIMAS, MAIORES OU IGUAIS QUE AS INDICADAS



DUR %	MÍNIMOS ANUAIS		
	\bar{q}_7	\bar{q} MENSAL	q_{70} MENSAL
10	17,70	21,40	0,83
20	16,00	18,50	0,86
30	15,00	17,00	0,88
40	14,10	16,40	0,86
50	13,20	15,90	0,83
60	12,90	15,10	0,85
70	11,20	13,90	0,80
80	9,90	12,00	0,82
90	9,20	11,00	0,83
100	7,06	9,87	0,72

RIO ATIBAIA · EM ITATIBA (BAIRRO DA PONTE)
 CURVA DE DURAÇÃO DOS DEFLÚVIOS MÉDIOS MENSAIS MÍNIMOS ANUAIS E DEFLÚVIOS MÉDIOS DE SETE DIAS CONSECUTIVOS MÍNIMOS ANUAIS PERÍODO · 1930-1964

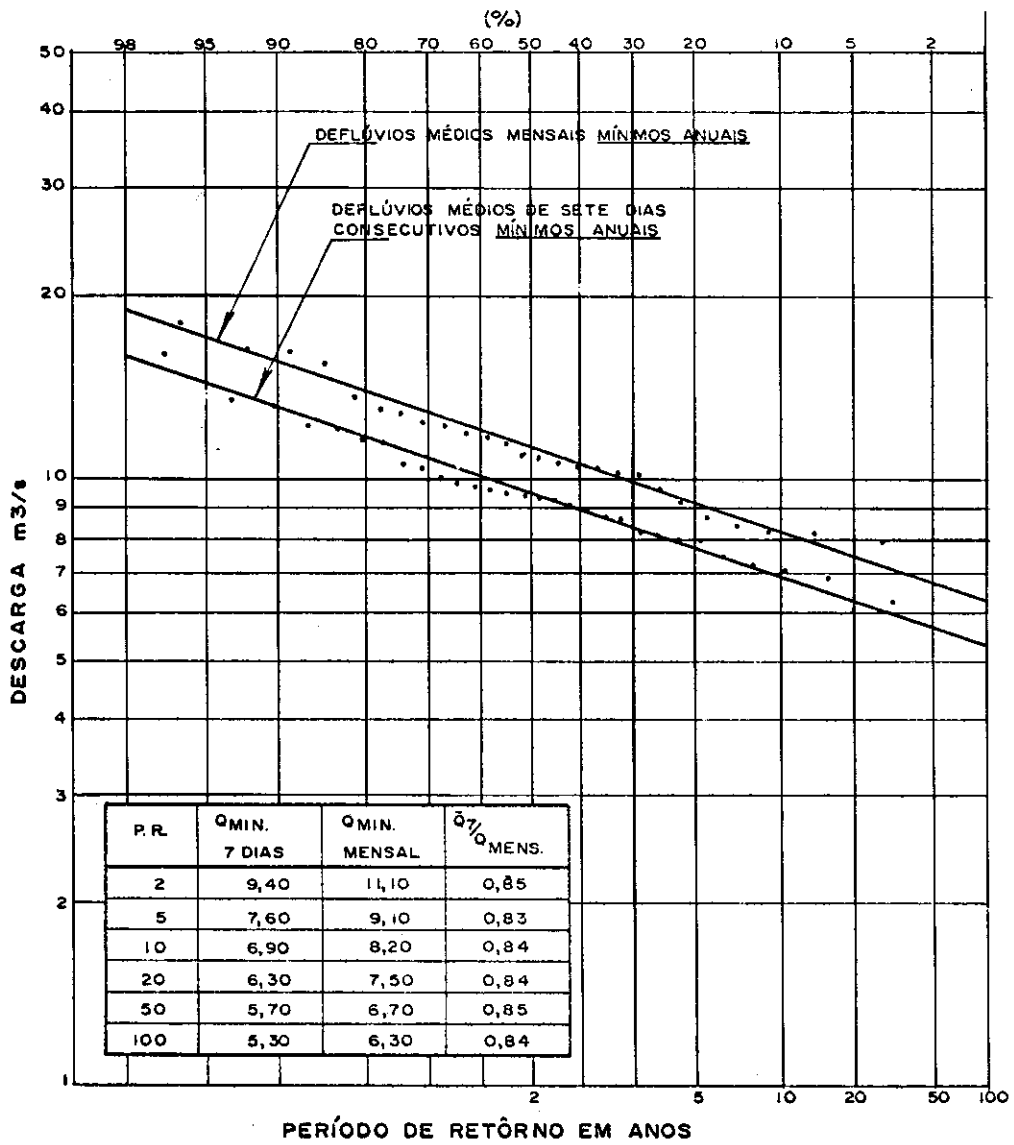
PORCENTAGEM DOS ANOS COM DESCARGAS MÍNIMAS, MAIORES OU IGUAIS QUE AS INDICADAS



DUR %	MÍNIMOS ANUAIS		
	\bar{Q}_7	\bar{Q}_{MENSAL}	$\bar{Q}_{7\text{MENSAL}}$
10	18,00	23,00	0,78
20	16,20	20,00	0,81
30	15,50	18,10	0,86
40	14,80	17,50	0,85
50	14,10	16,90	0,83
60	13,60	16,00	0,85
70	12,60	15,20	0,79
80	10,10	13,00	0,75
90	9,60	11,40	0,84
100	9,15	10,70	0,85

RIO JAGUARI-EM FAZENDA BUENÓPOLIS
CURVA DE DURAÇÃO DE DEFLÚVIOS MÉDIOS MENSIS MÍNIMOS ANUAIS E DEFLÚVIOS MÉDIOS DE SETE DIAS CONSECUTIVOS MÍNIMOS ANUAIS PERÍODO : 1930-1968

PORCENTAGEM DOS ANOS COM DESCARGAS MÍNIMAS, MAIORES OU IGUAIS QUE AS INDICADAS

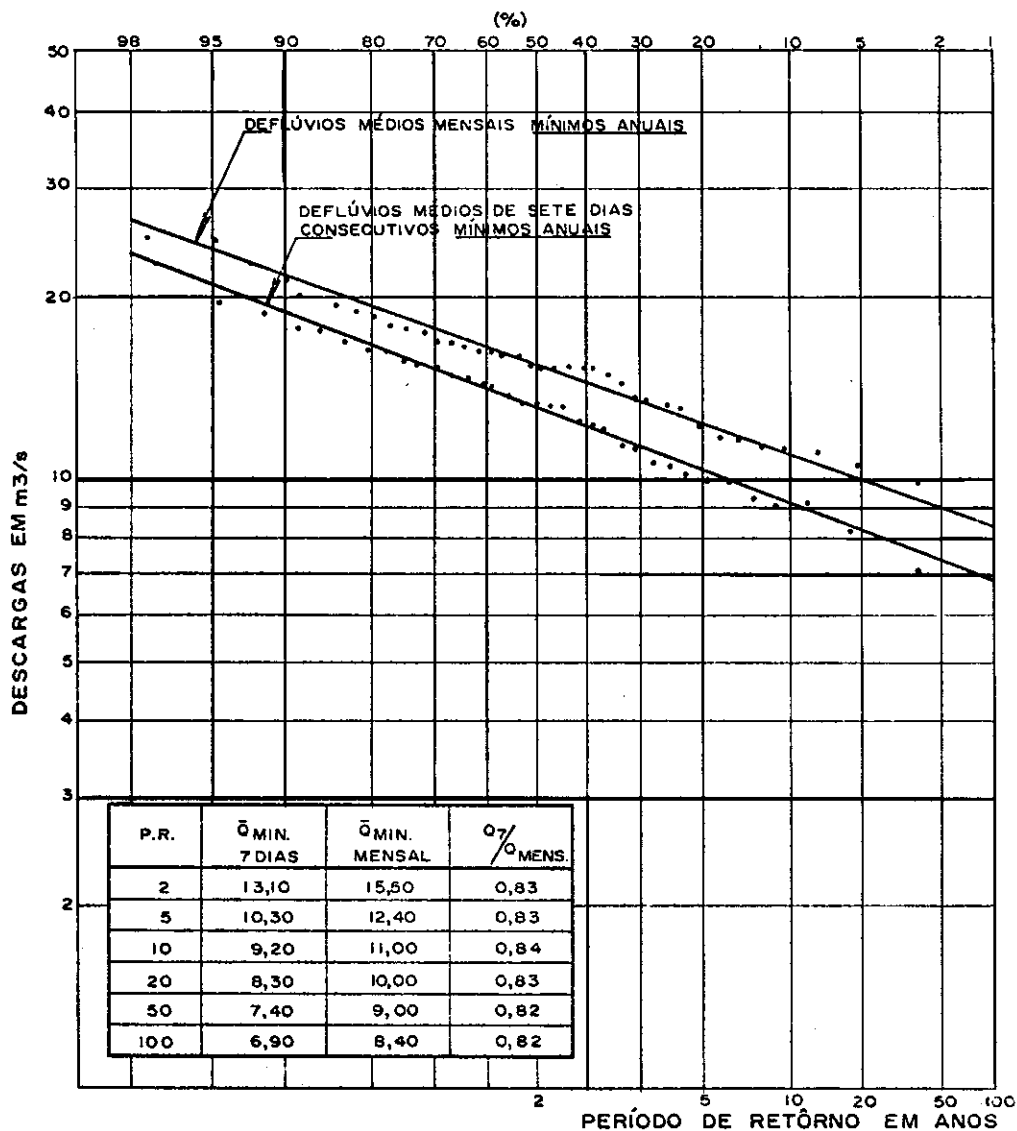


**RIO ATIBAIA
EM ATIBAIA**

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE DEFLÚVIOS MÉDIOS MENSAIS MÍNIMOS ANUAIS E DEFLÚVIOS MÉDIOS DE SETE DIAS CONSECUTIVOS MÍNIMOS ANUAIS
PERÍODO : 1937 - 1968

D. A. E. E.

C. R. R.

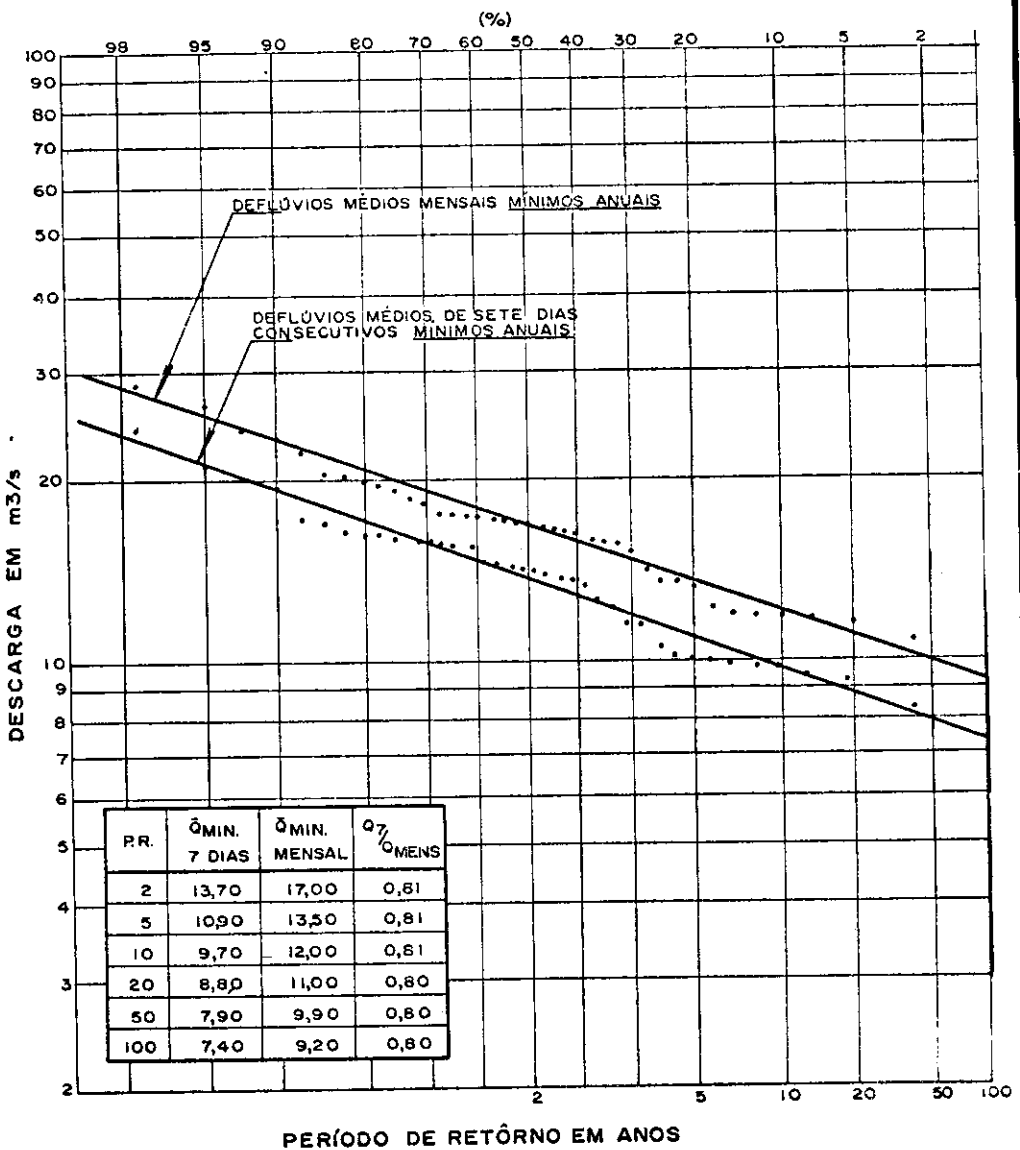


RIO ATIBAIA EM BAIRRO DA PONTE

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE DEFLÚVIOS MÉDIOS MENSAIS MÍNIMOS ANUAIS E DEFLÚVIOS MÉDIOS DE SETE DIAS CONSECUTIVOS MÍNIMOS ANUAIS PERÍODO : 1930 - 1964

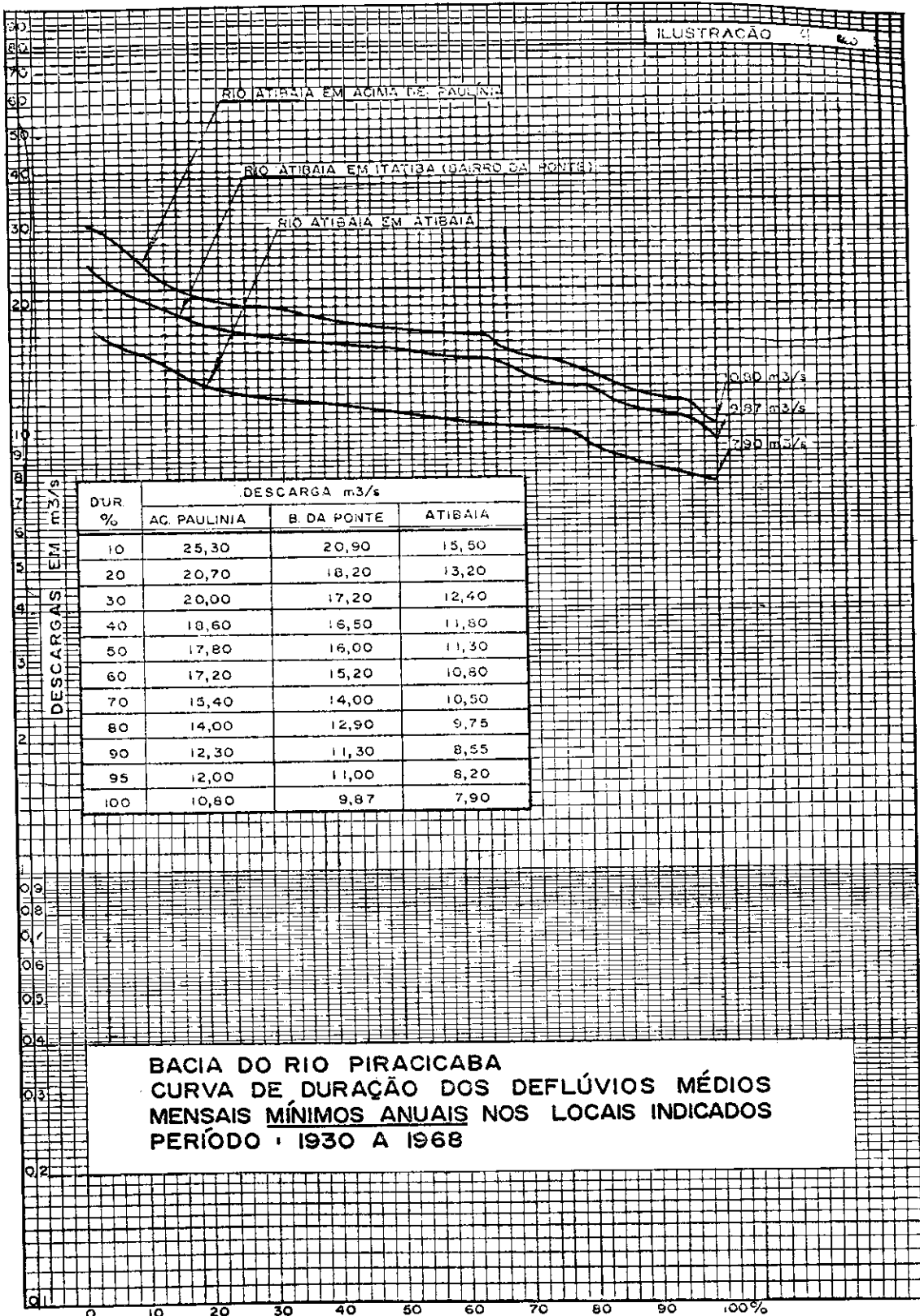
D. A. E. E.

C. P. P.



**RIO JAGUARI
EM FAZENDA BUENÓPOLIS**

**PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE DEFLÚVIOS
MÉDIOS MENSAIS MÍNIMOS ANUAIS E DEFLÚVIOS
MÉDIOS DE SETE DIAS CONSECUTIVOS MÍNIMOS
ANUAIS
PERÍODO: 1930 - 1968**

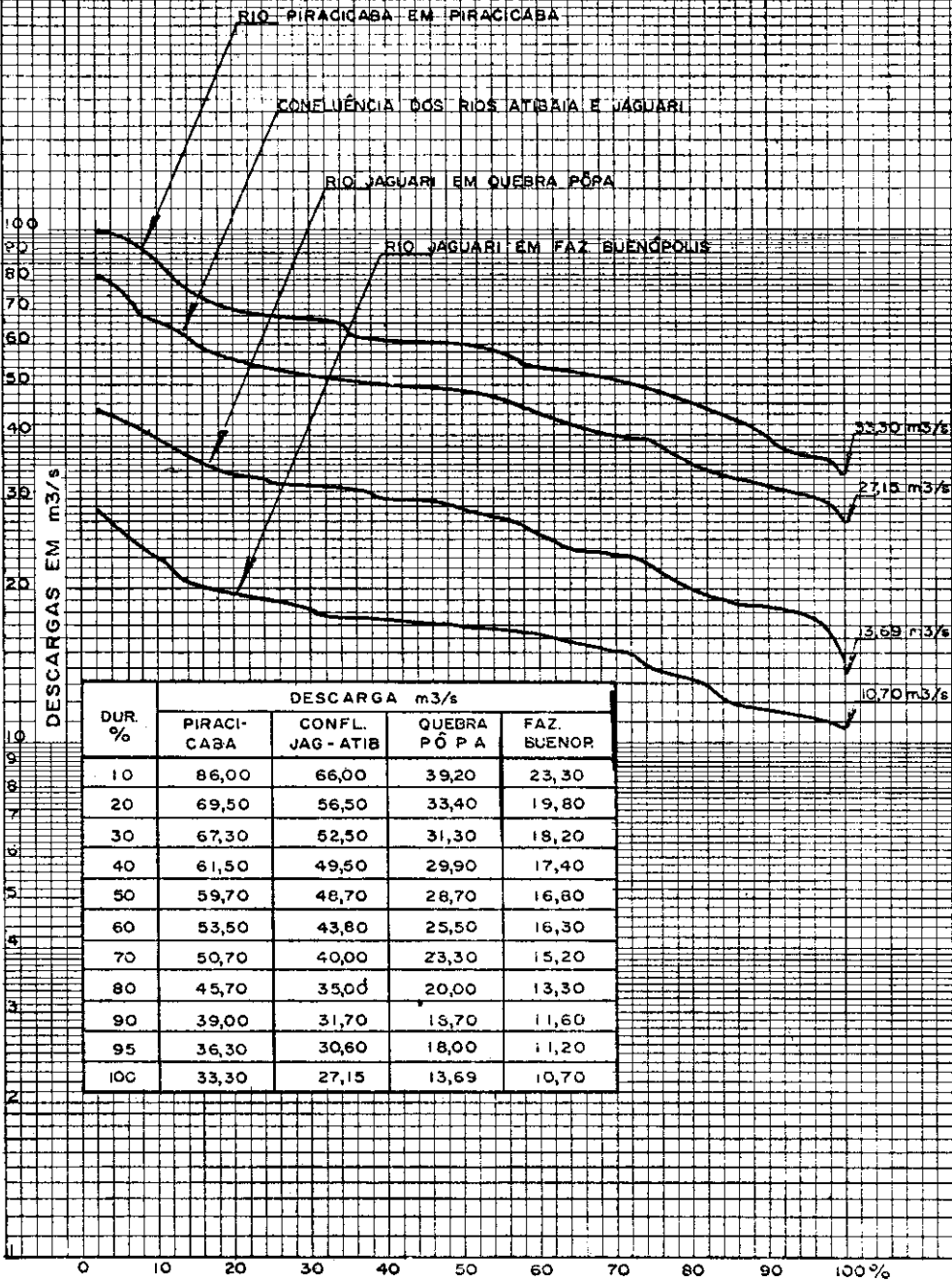


PORCENTAGEM DOS ANOS COM DESCARGAS MÍNIMAS, MAIORES OU IGUAIS QUE AS INDICADAS

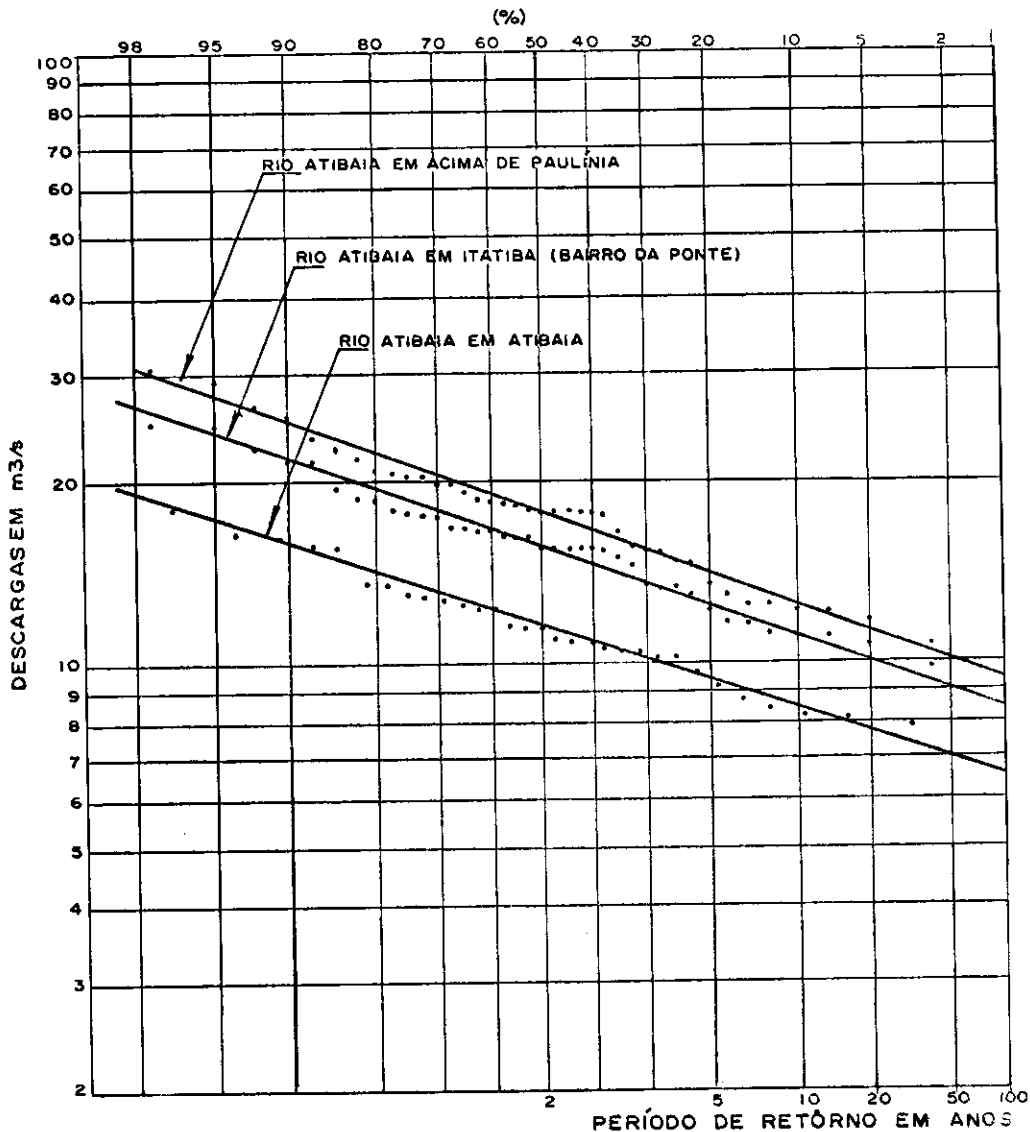
D. A. E. E.

C. P. P.

BACIA DO RIO PIRACICABA
 CURVA DE DURAÇÃO DOS DEFLÚVIOS MÉDIOS
 MENSAIS MÍNIMOS ANUAIS, NCS LOCAIS INDICADOS
 PERÍODO 1930 A 1968



PORCENTAGEM DOS ANOS COM DESCARGAS MÍNIMAS, MAIORES OU IGUAIS QUE AS INDICADAS

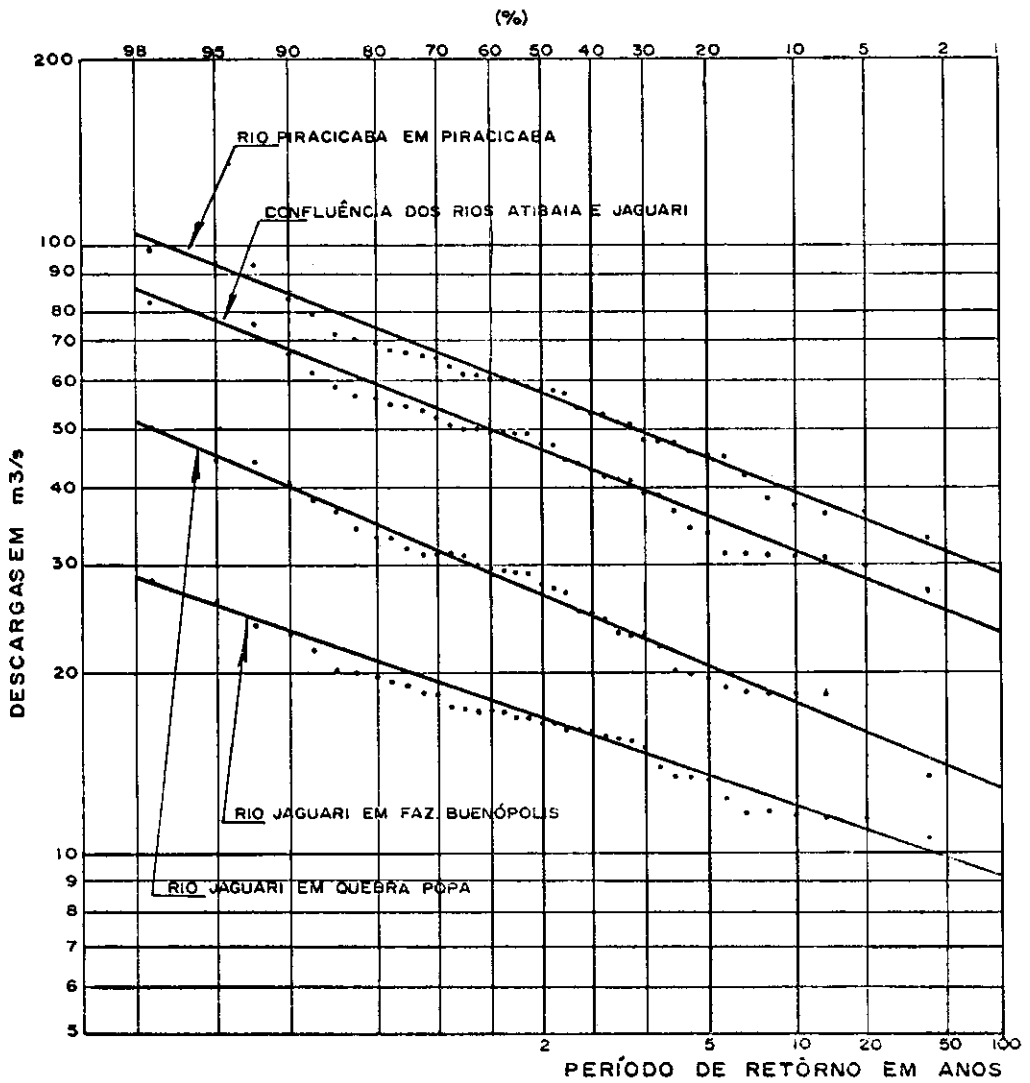


BACIA DO RIO PIRACICABA

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE DEFLÚVIOS MÉDIOS
 MENSAIS MÍNIMOS ANUAIS, NOS LOCAIS INDICADOS
 PERÍODO 1930 - 1968

D. A. E. E.

C. P. P.



BACIA DO RIO PIRACICABA

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE DEFLÚVIOS MÉDIOS MENSAIS MÍNIMOS ANUAIS, NOS LOCAIS INDICADOS PERÍODO: 1930 - 1968

D. A. E. E.

C. P. P.