

ÁBACO E CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O CÁLCULO DA VAZÃO DE DIMENSIONAMENTO DE BUEIROS

NELSON L. DE SOUSA PINTO
ANTÔNIO CARLOS TATIT HOLTZ
CARLOS J. J. MASSUCCI

INTRODUÇÃO

Este trabalho constitui o resultado principal dos estudos hidrológicos, relativos ao dimensionamento de bueiros, realizados no Centro de Estudos e Pesquisas de Hidráulica e Hidrologia da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Paraná, sob os auspícios do Instituto de Pesquisas Rodoviárias, razão pela qual se julgou oportuna esta divulgação antecipada, em que é apresentada a parcela essencialmente original do trabalho efetuado. A íntegra das investigações deverá constituir uma publicação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias, sob o título «Vazão de Dimensionamento de Bueiros».

Uma análise da situação dos registros hidrológicos do Brasil, como praticamente de todo o mundo, revela a impossibilidade de se basear o estudo do dimensionamento de bueiros em

dados de vazão de rios. O número de elementos disponíveis é muito escasso, já que as bacias hidrográficas de pequenas dimensões não são normalmente investigadas e não o serão por um longo período de tempo no futuro. O recurso é lançar mão dos registros de precipitação e procurar, em função das características físicas da área drenada, transformar as alturas de chuva em valores de descarga.

A noção de frequência da vazão de dimensionamento deve ser levada em consideração nos cálculos. Realmente, não se justifica dimensionar uma obra de arte corrente de maneira a torná-la resistente à maior vazão de enchente possível. A probabilidade da ruína da estrutura é admissível, devendo ser, naturalmente, tanto menor quanto mais importante a via de transporte considerada ou as consequências de sua destruição. A fixação do período de recorrência do evento que condiciona as dimensões da obra deve resultar de um confronto econômico entre o custo dos reparos ou da reposição e a despesa adicional para a execução de uma estrutura maior, que permita mais, no tempo, aquelas reparações.

Realizado no Centro de Estudos e Pesquisas de Hidráulica e Hidrologia de Engenharia da Universidade Federal do Paraná, sob os auspícios do Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Curitiba, junho de 1968.

O grau de elaboração dos cálculos pode tornar-se, rapidamente, bastante complexo, quando se pretende obter uma alta precisão, portanto, não se deve perder de vista a natureza dos projetos de estrada, em que é praticamente impossível dedicar uma atenção considerável a cada estrutura de drenagem. É necessário que o método de dimensionamento dos bueiros seja de aplicação bastante simples, permitindo um rendimento satisfatório do trabalho.

É essencial, entretanto, que o projetista disponha de todos os elementos necessários ao exercício do seu senso de julgamento e não se veja limitado ao emprêgo mecânico de uma fórmula ou de um gráfico.

Da análise dos diversos métodos de dimensionamento de bueiros registrados na literatura técnica e em vista das condições particulares do País, quanto à disponibilidade de dados hidrológicos, um método baseado na frequência das precipitações pluviais e no método racional apresenta-se em condições mais favoráveis de aplicação entre nós.

Em decorrência a estas conclusões, foi desenvolvido o estudo apresentado a seguir em que se estabelece um processo de cálculo das vazões de cheia aplicável às regiões Centro e Sul do Brasil.

MÉTODO PROPOSTO

O processo apresentado é essencialmente uma aplicação do método racional aliado ao conceito de frequência das precipitações. Desta forma, deve permitir, por um lado, estabelecer a intensidade da chuva em função de sua duração (igual ao tempo de concentração da bacia), e por outro, considerar a variação da intensidade com o período de recorrência do evento.

Em resumo, as variáveis a considerar são as seguintes:

- Intensidade da precipitação em função do período de recorrência e da duração.
- Tempo de concentração da bacia.
- Área da bacia.
- Coeficiente de escoamento da bacia.

Optou-se pela solução gráfica do problema, em que os dados relativos às chuvas exigiram,

naturalmente, um tratamento específico, que se constituiu na característica própria do método.

A frequência das precipitações é considerada em três mapas onde se mostram as isoietas para chuvas de 30 minutos de duração e períodos de recorrência, respectivamente, de 10, 25 e 50 anos, abrangendo a área tomada pelos estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Guanabara, parte de Minas Gerais e Mato Grosso, Goiás e Espírito Santo, calcadas em registros de 55 postos pluviográficos.

A variação da intensidade da precipitação com a duração, definida a partir de uma análise de todos os postos existentes na região, o tempo de concentração da bacia e a própria resolução da expressão $Q = C_{i,n}A$ foram reunidos em um único ábaco, permitindo uma rápida manipulação dos dados e o cálculo expedito da vazão de dimensionamento.

Precipitação

O traçado das isoietas foi baseado em valores de precipitação apresentados por O. Pfafstetter, para os postos indicados nos mapas. As alturas de precipitação com um período de recorrência de 50 anos e, em alguns casos, as de 25 anos, foram obtidas por extrapolação linear em papel log-log, já que os períodos de observação não superavam 30 anos.

É de se notar que condições particulares locais, especialmente em regiões montanhosas, podem influenciar sensivelmente a frequência das precipitações intensas. Nestes casos, os valores indicados pelas isoietas não são necessariamente corretos, sendo recomendável a utilização de dados locais ou de postos em condições semelhantes. O tracejado das curvas chama a atenção para as zonas de relêvo mais pronunciado.

Os três períodos de recorrência foram selecionados mais ou menos arbitrariamente, mas de maneira a permitir o estabelecimento de critérios racionais de dimensionamento.

Cabe aos órgãos responsáveis pelos projetos de estradas o estabelecimento das normas a adotar, em função da classe da estrada e de sua importância econômica.

A orientação seguida pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Colorado,

E.U.A., resumida a seguir, é um exemplo da regulamentação que deve ser estabelecida:

- Rodovias secundárias e rodovias de via única, duas pistas: o bueiro deve permitir a passagem de:
 - a cheia de $T_r = 10$ anos sem afogamento da entrada;
 - a cheia de $T_r = 25$ anos com uma carga sobre a cabeça do bueiro normalmente, não superior a 2 vezes o diâmetro do tubo, acima de sua geratriz superior.
- Rodovias de vias múltiplas e inter-estaduais:
 - a cheia de $T_r = 10$ anos sem afogamento da entrada;
 - a cheia de $T_r = 50$ anos com carga sobre a cabeça do bueiro, não superior, geralmente, a 2 vezes o diâmetro do tubo, acima de sua geratriz superior.

A variação da intensidade da precipitação com a duração foi objeto de um estudo especial, em que se procurou estabelecer uma relação única, válida para qualquer período de recorrência, de forma a simplificar a aplicação do método.

A expressão $h = 0.264 h_{30} t_c^{0.392}$, em que:

- h — altura da precipitação em mm;
- h_{30} — altura da precipitação para a duração de 30 minutos em mm;
- t_c — tempo de concentração em minutos.

satisfêz as condições almejadas, não apresentando em nenhum caso erro, para menos, superior a 20%.

Esta equação permitiu o traçado das escalas t_c , h_{30} e i_c do ábaco. Conhecida a precipitação de 30 minutos (obtida dos mapas de isoietas, em função do período de recorrência), encontra-se facilmente a precipitação com uma duração qualquer t_c (igual ao tempo de concentração da bacia, para a aplicação do Método Racional).

Tratando-se de estruturas de maior responsabilidade é preferível utilizar a Tabela III em que são apresentados os valores das precipitações, para diversas durações, nos postos considerados.

Tempo de Concentração

O tempo de concentração é indicado, no ábaco, na escala t_c e se obtém a partir do desnível entre o ponto mais alto nas cabeceiras e a secção de drenagem (II) e o comprimento ao longo do curso de água (L).

A resolução gráfica foi baseada na fórmula

$$t_c = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385},$$

que além de ser indicada pelo Departamento de Estradas da Califórnia e Bureau of Reclamation, é confirmada por outras expressões como as de Ven Te Chow e Picking e depende de fatores de fácil obtenção.

Conhecida a precipitação com duração de 30 minutos e o tempo de concentração da bacia, obtém-se do ábaco (linha 3-4-5 do exemplo ilustrativo) o valor da intensidade da precipitação com duração igual a t_c . O problema agora resume-se ao cálculo da vazão decorrente dessa precipitação sobre a área drenada.

Vazão

A vazão é obtida pelo produto da intensidade pela área e pelo coeficiente de escoamento, $Q = C i_m A$, que se realiza graficamente no ábaco através das escalas A , Q_t e C .

O coeficiente de deflúvio C deve ser selecionado pelo projetista, em função das características do terreno. A tabela anexa ao ábaco e a descrição mais detalhada apresentada a seguir servem de orientação para esta escolha, que não pode deixar de ser, em grande parte, altamente subjetiva.

- Terreno Estéril Montanhoso — Material rochoso ou geralmente não poroso com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades, $C = 80$ a 90 .
- Terreno Estéril Plano — Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação em relêvo ondulado e com declividades moderadas, $C = 60$ a 80 .
- Terreno Estéril Plano — Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e baixas declividades, $C = 50$ a 70 .

- Prados, Campinas, Terreno Ondulado — Áreas de declividades moderadas, grandes porções de gramados, flores silvestres ou bosques, sobre um manto fino de material poroso que cobre o material não poroso, C = 40 a 65.
- Matas Decíduas, Folhagem Caduca — Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividades variadas, C = 35 a 60.
- Matas Coníferas, Folhagem Permanente — Florestas e matas de árvores de folhagem permanente em terreno de declividades variadas, C = 25 a 50.
- Pomares — Plantações de árvores frutíferas com áreas abertas cultivadas ou livres de qualquer planta a não ser gramas, C = 15 a 40.
- Terrenos cultivados, Zonas Altas — Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, fora de zonas baixas e várzeas, C = 15 a 40.
- Fazendas-Vales — Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, localizadas em zonas baixas e várzeas, C = 10 a 30.

Recomendações

O método proposto destina-se exclusivamente ao cálculo das vazões de dimensionamento de obras de arte correntes na acepção própria do termo, isto é, a estruturas de pequenas dimensões cujas características e responsabilidades não imponham estudos hidrológicos específicos e mais detalhados.

Trata-se de um método aproximado, que contém entretanto, o essencial para um tratamento racional do problema de dimensionamento de bueiros, especialmente, nas regiões em que não se dispõem de dados específicos e informações hidrológicas mais completas. Convém frisar que é preferível utilizar os registros de precipitação ou descarga locais, sempre que existentes, nada impedindo o emprêgo do método proposto a partir dessas informações.

Procurou-se dar ênfase especial ao aspecto econômico do dimensionamento, que está ligado à noção de frequência da descarga de projeto, bem como estruturar um método em torno de informações hidrológicas e meteorológicas próprias, de forma a libertar o problema das so-

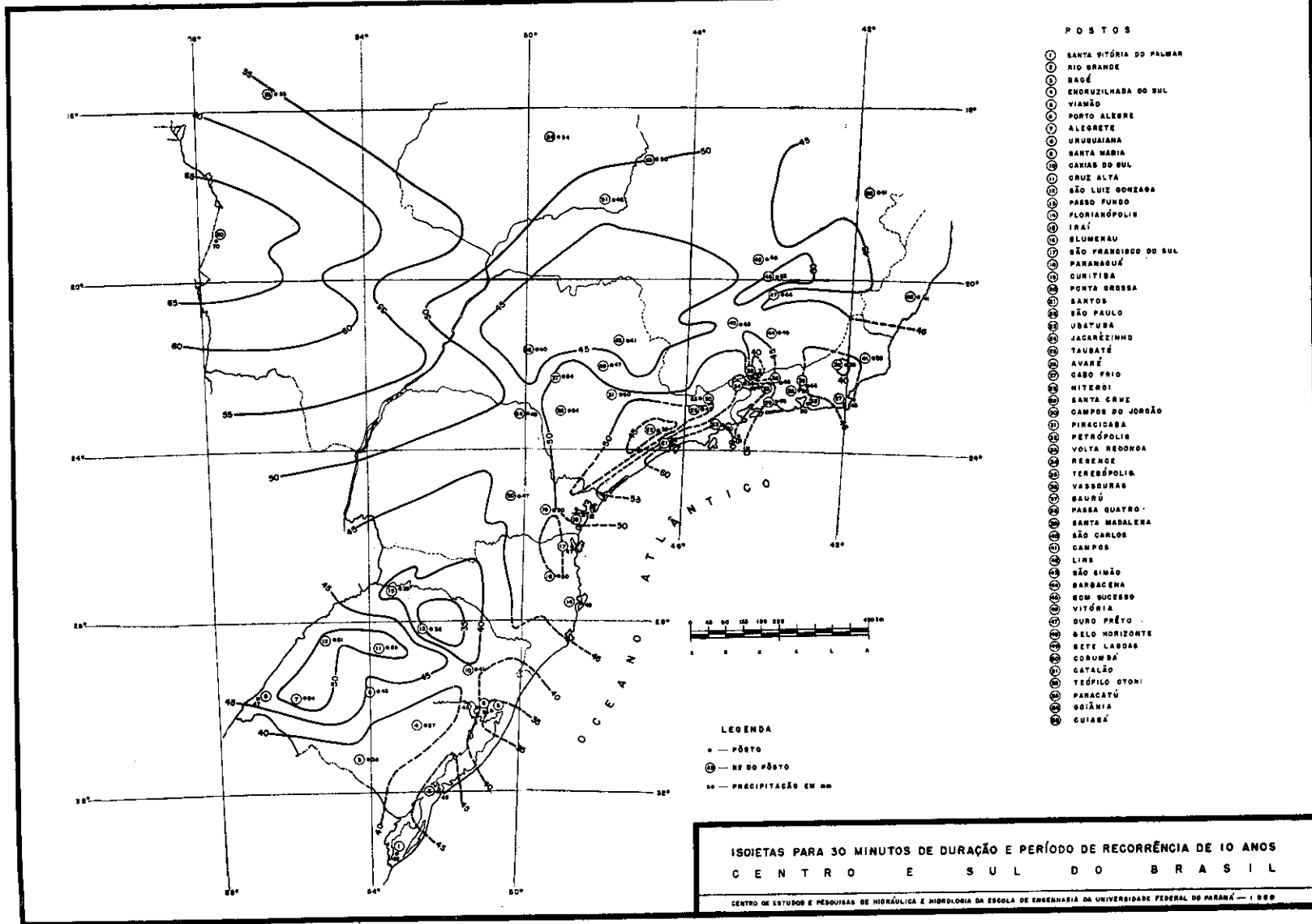
luções importadas, cuja adaptação carece, em geral, de uma melhor justificativa técnica.

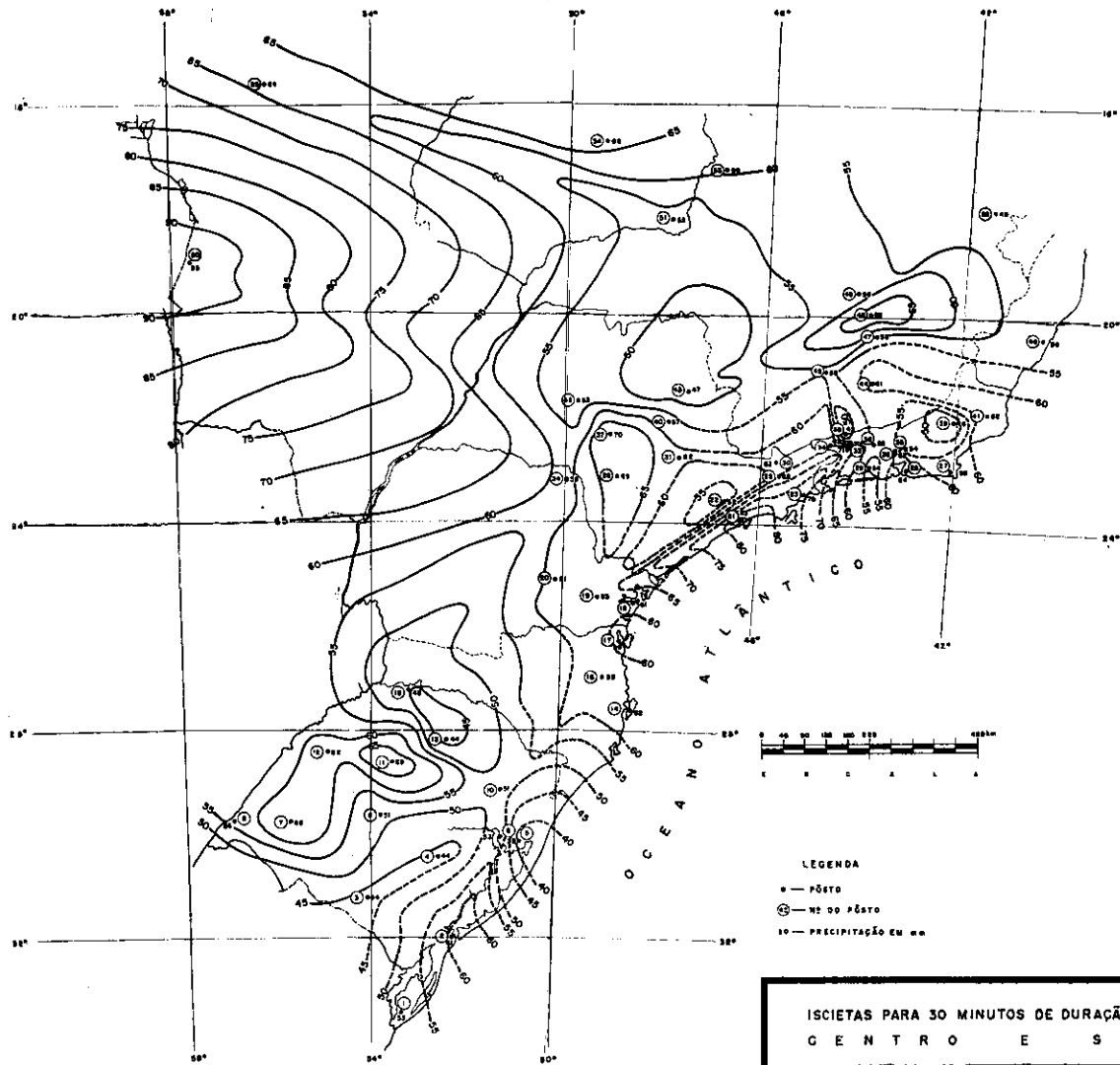
A necessidade de um contínuo aperfeiçoamento dos métodos de dimensionamento é indiscutível. A solução atualmente proposta é apenas um passo nesta direção. Somente com um trabalho sistemático de verificação de obras existentes; de confronto de suas dimensões com as resultantes da utilização dêste ou de outros métodos; de registro sistemático do desempenho das estruturas, sua ruína parcial ou total e suas causas, seja possível estabelecer critérios de projeto mais satisfatórios, cujo resultado econômico, será, sem dúvida, altamente compensador.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — Alcântara, Ulysses Máximo Augusto de — **Vazão Máxima do Rio Rainha**, II Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, Pôrto Alegre, R.S., 1963.
- 2 — Azevedo Neto, José M. de — **Manual de Hidráulica**, 2.^a edição, Editora Edgard Blücher, São Paulo, 1957.
- 3 — Bandini, Alfredo — **Construções Hidráulicas, Obras de Saneamento**, Vol. 1, Publicação n.º 62 da Escola de Engenharia de São Carlos.
- 4 — Bernard, Merrill — **Hydrology Handbook** — The Hydrology Committee of the Hydraulics Division of the American Society of Civil Engineers, 1949.
- 5 — Bureau of Reclamation, United States Department of the Interior — **Design of Small Dams**, 3.^a edição, 1965.
- 6 — **California Culvert Practice**, State of California Department of Public Works, Division of Highways, 2nd Edition.
- 7 — Collins, H. John e C. A. Hort — **Ingenieria de Canteros**, Aguillar, S.A. de Ediciones — Madri, 1953.
- 8 — Creager, William P., Joel D. Justin — **Hydroelectric Handbook**, John Wiley and Sons Incorporation, New York, 2.^a edição, 1949.
- 9 — Dias, Inácio Marques — **Secção de Vazão das Obras de Arte**, 2.^a edição, Rio de Janeiro, 1949.
- 10 — G. R. Williams — **Hydrology**, Capítulo IV do **Engineering Hydraulics**, de Hunter Rouse, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1950.

- 11 — Garcez, Lucas Nogueira — **Hidrologia** — Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1967.
- 12 — Getty, H. C. e J. C. Mc Mughs — **Syntetic Peak Discharge for Design Criteria**, ASCE, Journal Hydraulics Division, HY 5, September, 1962.
- 13 — Greeley, Samuel A., William E. Stanley — **Sewerage, Handbook of Applied Hydraulics**, de Calvin Victor Davis (Editor Chefe), 2.ª edição, Mc Graw Hill Book Company, Inc., New York, Toronto, London, 1952.
- 14 — Holtz, Antônio Carlos Tatit — **Contribuição ao Estudo da Relação Altura de Precipitação — Area — Duração para Chuvas Intensas**, Revista do DAE, n.º 67, São Paulo, Dezembro, 1967.
- 15 — Johnstone, D., e W. P. Cross — **Elements of Applied Hydrology** — The Ronald Press Co., New York, 1949.
- 16 — Kirpich, Phillip, Z. — Hydrology, **Handbook of Applied Hydraulics**, de Calvin Victor Davis (Editor Chefe), 2.ª Edição, Mc Graw Hill Book Company, Inc., New York, Toronto, London, 1952.
- 17 — Linsley, Ray K. e Joseph B. Franzini — **Water Resources Engineering** — Kogakusha Company Ltd., Tokio, 1964.
- 18 — Linsley, Ray, K., Max A. Kohler, Joseph L. H. Paulhus — **Applied Hydrology**, Mc Graw Hill Book Company Inc., New York, Toronto, London, 1949.
- 19 — Milder, Isaac — **Galerias de Águas Pluviais**, Tese apresentada para o concurso de Livre Docência da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Paraná, 1954.
- 20 — Oliveira, Francisco Maia de — **Drenagem de Estradas para Fins de Pavimentação**, Curso de Especialização de Pavimentação Rodoviária, A-11-59, Conselho Nacional de Pesquisas, Rio de Janeiro, 1961.
- 21 — Ordon Chester Jr., — **A Modified Rational Formula for Storm Water Runoff**, n.º de julho da Water and Sewage Works, 1954.
- 22 — Pedrosa, Homero Xavier de Andrade — **Hidráulica Aplicada**, Editora Científica, Rio de Janeiro, 1957.
- 23 — Pfafstetter, Otto — **Chuvas Intensas no Brasil** — DNOS — Ministério de Viação e Obras Públicas, Dezembro, 1957.
- 24 — Potter, W. D. — **Rainfall and topographic factors that affect runoff** — Transactions American Geophysical Union, Vol. 34, n.º 1, February 1953.
- 25 — Portland Cement Association — **Handbook of Concrete Culvert Pipe Hydraulics** — Chicago, 1964.
- 26 — Réménieras, G. — **L'Hydrologie de L'Ingenieur** — 2.ª edição, Eyrolles, Paris, 1965.
- 27 — Ribeiro, George — **Acêrca do tempo de concentração**, Revista do Clube de Engenharia, n.º 230, Rio de Janeiro, 1955.
- 28 — Schaake Jr., John C. Geyer, John W. Knapp — **Experimental Examination of the Rational Method**, Journal of the Hydraulics Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 93, n.º HY 6, novembro, 1967.
- 29 — Sousa Pinto, Nelson L., Antônio Carlos Tatit Holtz, José Augusto Martins — **Hidrologia de Superfície**, Imprensa da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Julho, 1967.
- 30 — Taylor, Arnold and Schwartz, Harry E. — **Unit — hidrographlag and peak flow related to basin characteristics** — Transactions American Geophysical Union, Vol. 33, n.º 2, April 1952.
- 31 — The Armeo International Corporation — **Handbook of Culvert and Drainage Practice**, Middletown, Ohio, USA, 1938.
- 32 — The Armeo International Corporation — **Handbook of Drainage and Construction Products**, Middletown, Ohio, USA, 1955.
- 33 — Ven Te Chow, **Hydrologic Design of Culverts**, Journal of the Hydraulics Division, ASCE. Vol. 88, N.º HY 2, March 1962, Part 1.
- 34 — Water Resources Committee of the National Resources Committee — **Low Dams**, preparado pelo Subcommittee on Small Water Storage Projects, Washington, D.C., 1938.
- 35 — Wisler, Chester O., Ernest F. Brater — **Hidrologia** — Tradução de Leonino Júnior e revisão de Antônio Lopes Pereira, Rio de Janeiro, 1964.
- 36 — Woods, Kenneth B., Donald S. Berry e William H. Goetz — **Highway Engineering Handbook** — 1.ª edição, Mc Graw Hill Book Company, Inc., New York, 1960.



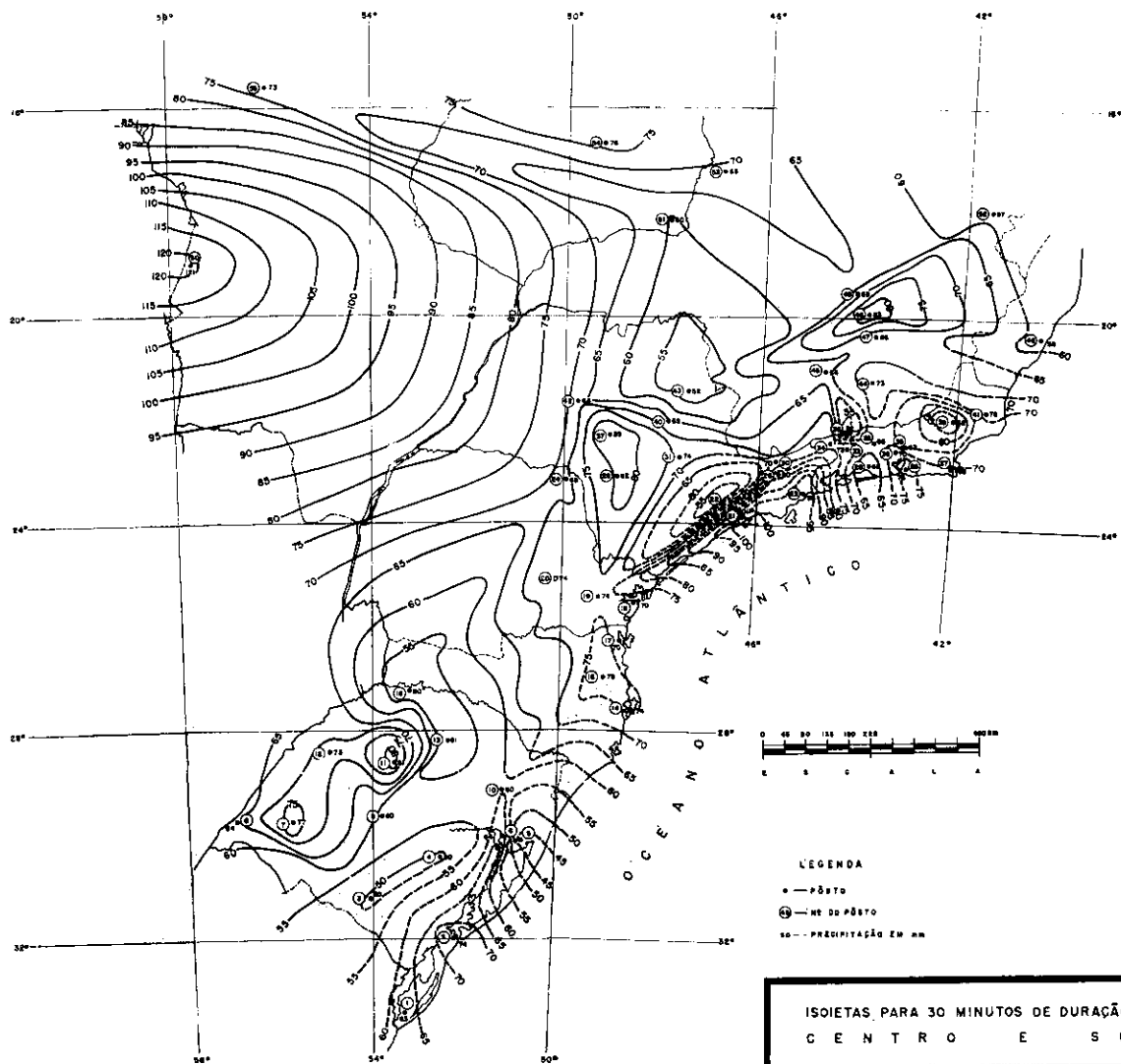


- POSTOS
- SANTA VITÓRIA DO PALMAR
 - RIO GRANDE
 - BAGÉ
 - ENCRUZILHADA DO SUL
 - VIAMÃO
 - PORTO ALEGRE
 - ALECRIM
 - UNIBUAIANA
 - SANTA MARIA
 - CARIAS DO SUL
 - CRUZ ALTA
 - SÃO LUIS BONZARA
 - PASSO FUNDO
 - FLOBIANÓPOLIS
 - IRAÍ
 - BLUMENAU
 - SÃO FRANCISCO DO SUL
 - PARANABÁ
 - DURITIBA
 - PORTA GROSSA
 - SANTOS
 - SÃO PAULO
 - UBATUBA
 - JACARÉZINHO
 - TAUBATÉ
 - AVARÉ
 - CABO FRIO
 - NITERÓI
 - SANTA CRUZ
 - CAMPOS DO JORDÃO
 - PINACIGABA
 - PETRÓPOLIS
 - VOLTA REDONDA
 - RESENDE
 - TERECÓPOLIS
 - VASSOURAS
 - BARRU
 - PASSA QUATRO
 - SANTA MADALENA
 - SÃO CARLOS
 - CAMPOS
 - LINS
 - SÃO SIMÃO
 - BARBACENA
 - BOM SUCESSO
 - VITÓRIA
 - OURO PRETO
 - BELO HORIZONTE
 - SETE LAGOAS
 - ODRUMBÁ
 - CATALÃO
 - TEOFILO OTONI
 - PARAGATÁ
 - GOIÂNIA
 - GUIRAXÉ

LEGENDA

- — PÓSTO
- — NE DO PÓSTO
- — — — — PRECIPITAÇÃO EM MM

ISOCIETAS PARA 30 MINUTOS DE DURAÇÃO E PERÍODO DE RECORRÊNCIA DE 25 ANOS
 G E N T R O E S U L D O B R A S I L
 CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS DE HIDRÁULICA E HIDROLOGIA DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ — 1969



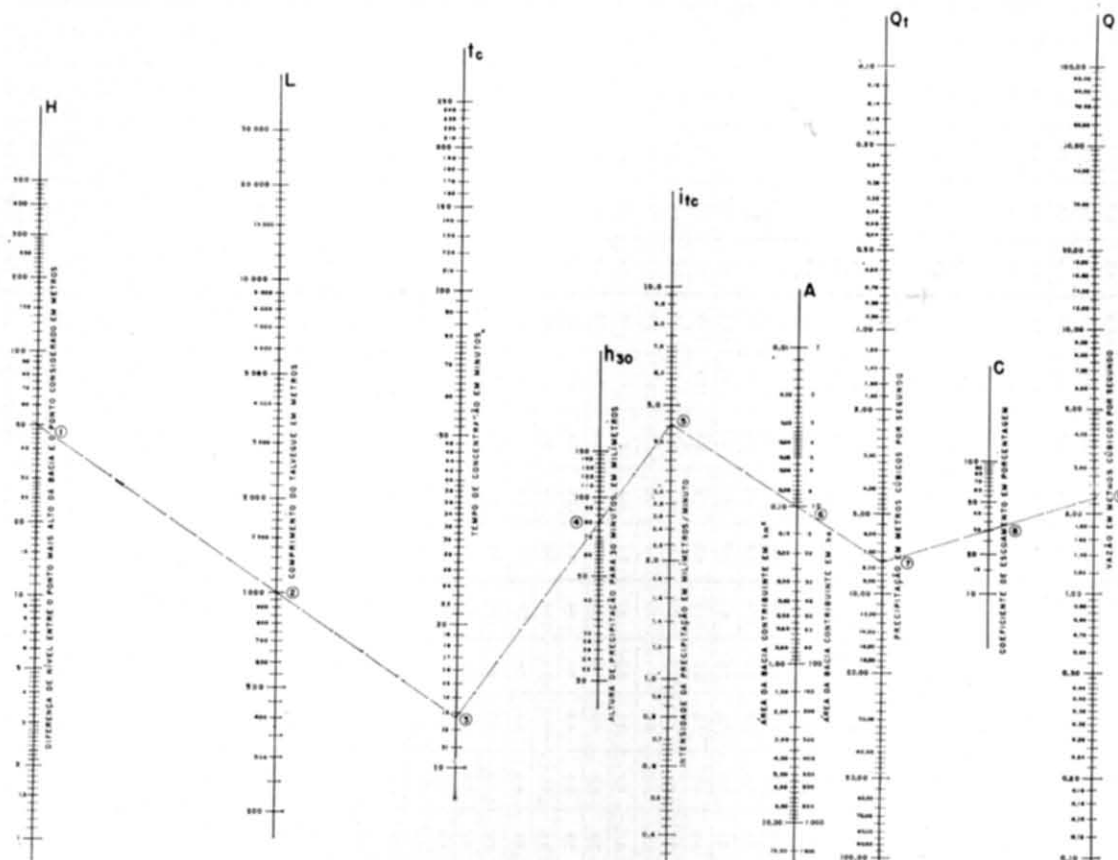
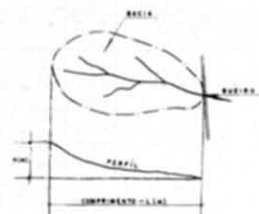
LEGENDA

- — PÓSTO
- ⊙ — LÍNEA DO PÓSTO
- is — PRECIPITAÇÃO EM MM

POSTOS

- ⊙ SANTA VITÓRIA DO PALMAR
- ⊙ RIO BRANDE
- ⊙ BARÉ
- ⊙ ENCRUZILHADA DO SUL
- ⊙ VIANÃO
- ⊙ PORTO ALEGRE
- ⊙ ALESRETEZ
- ⊙ URUGUAIANA
- ⊙ SANTA MARIA
- ⊙ GAXIAS DO SUL
- ⊙ CRUZ ALTA
- ⊙ SÃO LUIZ BONZASA
- ⊙ PESSO FUNDO
- ⊙ PILGRIMÓPOLIS
- ⊙ IRAÍ
- ⊙ BLUMENAU
- ⊙ SÃO FRANCISCO DO SUL
- ⊙ PARANAGUÁ
- ⊙ CURITIBA
- ⊙ PONTA GROSSA
- ⊙ SANTOS
- ⊙ SÃO PAULO
- ⊙ UBATUBA
- ⊙ JACARÉZINHO
- ⊙ TAUBATÉ
- ⊙ AVARÉ
- ⊙ CABO FRIO
- ⊙ NITERÓI
- ⊙ SANTA CRUZ
- ⊙ CAMPOS DO JORDÃO
- ⊙ PIRACICABA
- ⊙ PETRÓPOLIS
- ⊙ VOLTA REDONDA
- ⊙ RESENDE
- ⊙ TERESÓPOLIS
- ⊙ VASSOURAS
- ⊙ BANURU
- ⊙ PASSA QUATRO
- ⊙ SANTA MADALENA
- ⊙ SÃO CARLOS
- ⊙ CAMPOS
- ⊙ LINS
- ⊙ SÃO SIMÃO
- ⊙ BARBACENA
- ⊙ BOM SUCESSO
- ⊙ VITÓRIA
- ⊙ OURO PRÉTO
- ⊙ BELO HORIZONTE
- ⊙ SETE LAGOAS
- ⊙ CORUMBÁ
- ⊙ CATALÃO
- ⊙ TEFILO OTONI
- ⊙ PARAGATÁ
- ⊙ SOIÊNIA
- ⊙ GUIRABÁ

ISOIETAS PARA 30 MINUTOS DE DURAÇÃO E PERÍODO DE RECORRÊNCIA DE 50 ANOS
CENTRO E SUL DO BRASIL



EXEMPLO :

CALCULAR A DESCARGA CINQUENTENÁRIA DE DIMENSIONAMENTO DE UM BUEIRO PARA DRENAR UMA BACIA COM AS SEGUINTES CARACTERÍSTICAS

DIFERENÇA DE NÍVEL ENTRE O PONTO MAIS ALTO E O CONSIDERADO — $h = 50m$

COMPRIMENTO DO TALVEGUE PRINCIPAL — $L = 1.000m$

PRECIPITAÇÃO PARA DURAÇÃO DE 30 MINUTOS — $h_{30} = 80mm$

ÁREA DE DRENAGEM — $A = 0,10km^2$

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL — $C = 0,30$

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO	VALORES em %
SUPERFÍCIES IMPERMEÁVEIS	90 — 95
TERRENO ESTÉRIL MONTANHOZO	80 — 90
TERRENO ESTÉRIL ONDULADO	60 — 80
TERRENO ESTÉRIL PLANO	50 — 70
PRADOS, CAMPINAS, TERRENO ONDULADO	40 — 65
MATAS DECÍDUAS, FOLHAGEM CADUCA	35 — 60
MATAS CONÍFERAS, FOLHAGEM PERMANENTE	25 — 50
POMAREIS	15 — 40
TERRENOS CULTIVADOS — ZONAS ALTAS	15 — 40
TERRENOS CULTIVADOS — VALES	10 — 30

ÁBACO PARA O CÁLCULO DA VAZÃO DE DIMENSIONAMENTO DE BUEIROS
CENTRO E SUL DO BRASIL

CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS DE HIDRÁULICA E HIDROLOGIA DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ — I B R R

T A B E L A I I I
T O T A I S D E P R E C I P I T A Ç Ã O P L U V I A L E M m m

Nº	PÓSTO	TEMPO DE RECORRÊNCIA - 10 ANOS DURAÇÃO EM MINUTOS					TEMPO DE RECORRÊNCIA - 25 ANOS DURAÇÃO EM MINUTOS					TEMPO DE RECORRÊNCIA - 50 ANOS DURAÇÃO EM MINUTOS				
		15	30	60	120	240	15	30	60	120	240	15	30	60	120	240
1	Santa Vitória do Palmar	33	42	67	90	116	40	53	91	124	168	46	63	116	161	219
2	Rio Grande	33	48	66	79	96	40	61	88	102	127	47	74	108	128	155
3	Bagé	28	36	49	66	83	34	44	60	84	108	38	50	70	100	130
4	Encruzilhada do Sul	27	37	47	56	74	32	44	60	67	87	36	50	70	76	100
5	Viamão	25	34	38	48	62	29	39	44	56	74	32	44	49	63	84
6	Porto Alegre	31	42	50	70	86	38	53	64	93	115	44	64	77	115	141
7	Alegrete	40	54	65	85	118	50	66	77	101	142	58	77	88	118	170
8	Uruguaiana	35	47	60	75	105	41	56	70	90	131	47	64	80	102	158
9	Santa Maria	34	43	63	85	110	41	51	78	109	140	48	60	90	130	170
10	Caxias do Sul	30	41	56	68	82	37	51	71	87	108	43	60	86	105	128
11	Cruz Alta	41	55	70	76	94	50	69	84	89	109	58	81	97	100	120
12	São Luiz Gonzaga	36	51	64	77	90	43	62	78	92	110	50	73	91	106	128
13	Passo Fundo	27	36	43	54	70	33	44	52	66	85	38	51	59	77	100
14	Florianópolis	30	49	75	93	109	36	62	101	128	148	41	74	129	160	185
15	Iraí	31	39	57	82	104	38	45	68	104	132	43	50	78	125	160
16	Blumenau	31	50	72	80	81	37	65	97	106	101	42	79	121	131	141
17	São Francisco do Sul	35	47	73	97	113	43	59	94	130	152	51	70	113	165	192
18	Paranaguá	36	51	70	94	122	44	61	86	116	156	52	70	100	139	190
19	Curitiba	36	50	67	71	77	44	63	85	93	95	51	74	98	102	112
20	Ponta Grossa	31	47	56	63	87	38	61	71	78	118	44	74	86	93	144
21	Santos	39	63	95	119	135	48	83	129	159	178	58	101	162	200	220
22	São Paulo	34	39	46	51	56	41	52	54	59	62	49	50	60	66	70
23	Ubatuba	40	60	76	119	209	52	78	90	142	290	66	96	100	168	370
24	Jacarezinho	33	48	58	74	77	39	59	71	92	95	44	69	81	109	112
25	Taubaté	29	49	60	68	100	35	65	78	83	140	40	80	94	98	176
26	Avaré	32	54	65	84	90	39	69	83	115	116	45	82	100	140	148
27	Cabo Frio	28	43	54	65	78	34	56	71	84	105	40	68	86	102	130
28	Niterói	34	50	65	88	102	42	64	83	118	135	48	76	100	142	168
29	Santa Cruz	30	45	60	80	110	35	54	73	101	150	40	62	85	122	189
30	Compos do Jordão	37	53	75	101	128	43	62	94	135	168	49	70	110	168	208
31	Piracicaba	32	50	62	68	72	38	62	74	85	88	44	74	90	100	110
32	Petrópolis	34	50	83	102	112	41	62	108	138	145	47	70	133	169	170
33	Volta Redonda	39	58	75	85	110	47	71	93	108	145	54	73	110	129	180
34	Resende	38	56	75	86	96	45	65	91	106	120	50	73	106	125	140
35	Terezópolis	29	44	62	87	112	35	54	76	110	149	40	63	89	131	182
36	Vassouras	34	48	58	66	83	41	58	69	77	108	47	68	79	87	128
37	Baurú	34	54	66	77	83	42	70	87	98	108	49	85	108	120	130
38	Passo Quatro	26	37	46	53	64	30	45	56	65	78	34	52	64	74	90
39	Santa Madalena	31	39	43	58	75	37	46	48	68	90	42	52	55	77	108
40	São Carlos	36	47	76	109	116	44	57	96	118	130	51	65	114	138	151
41	Campos	35	50	57	73	88	42	62	68	88	108	49	72	78	101	130
42	Lins	27	40	54	55	62	34	53	72	74	76	41	66	75	80	90
43	São Simão	27	41	51	71	92	32	47	59	86	115	35	52	68	100	138
44	Barbacena	35	49	60	66	79	43	61	73	79	97	51	73	85	90	111
45	Bom Sucesso	36	46	54	56	63	44	55	60	64	73	51	64	74	76	81
46	Vitória	30	41	58	80	96	36	50	70	100	120	42	58	80	119	144
47	Ouro Preto	37	44	58	73	75	48	55	75	90	92	60	66	90	108	110
48	Belo Horizonte	38	53	63	64	70	48	69	79	89	95	57	83	92	102	110
49	Sete Lagoas	32	46	58	64	80	38	56	69	75	95	45	65	79	85	111
50	Corumbá	42	70	87	98	128	52	95	118	130	170	65	121	146	161	210
51	Catalão	30	46	60	70	91	34	52	71	81	112	37	60	80	92	133
52	Teófilo Otoni	33	41	55	60	65	42	49	70	80	90	50	57	83	96	108
53	Paracatú	37	50	70	84	112	42	60	84	97	120	52	68	97	109	148
54	Goianinha	39	54	76	95	110	48	66	92	121	140	56	76	109	148	170
55	Culeabá	36	55	68	80	107	42	64	81	93	133	48	73	92	102	160