

**PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA OBRA DE PONTE
CLASSE 45 (TB 450) – NBR 7188**

PONTE: 05_ MARECHAL DEODORO

LOCAL: RIO LAVAPÉS

RODOVIA: RUA MARECHAL DEODORO

TRECHO: 22°53'15.80" S 48°26'18.33" W

SEGMENTO:

**PROJETO EXECUTIVO
VOLUME 1 – ESTUDOS PRELIMINARES**

**PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA OBRA DE PONTE
CLASSE 45 (TB 450) – NBR 7188**

PONTE: 05_ MARECHAL DEODORO
LOCAL: RIO LAVAPÉS

RODOVIA: RUA MARECHAL DEODORO

TRECHO: 22°53'15.80" S 48°26'18.33" W

SEGMENTO:

PROJETO EXECUTIVO
VOLUME 1 – ESTUDOS PRELIMINARES

Elaboração: HTC BRASIL Projetos, Obras e Empreendimentos Eireli-ME

Janeiro - 2021

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.1 Identificação da Empresa	Erro! Indicador não definido.
1.2 Identificação da Contratante	Erro! Indicador não definido.
1.3 Dados ordem de execução de serviço:.....	Erro! Indicador não definido.
1.4 Identificação do Projeto	Erro! Indicador não definido.
1.5 Identificação dos Locais	Erro! Indicador não definido.
1.6 Equipe Técnica e Currículos.....	Erro! Indicador não definido.
1.7 Anotação de Responsabilidade Técnica.....	Erro! Indicador não definido.
2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.1 Anotação de responsabilidade Técnica	Erro! Indicador não definido.
2.2 Introdução.....	Erro! Indicador não definido.
2.3 Dados pluviométricos	Erro! Indicador não definido.
3 DETERMINAÇÕES DA PREFEITURA MUNICIPAL DE BOTUCATU	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
3.1 Considerações Complementares.....	Erro! Indicador não definido.
4 MÉTODO I-PAI-WU	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.1 Teoria Aplicada - Hidrologia	Erro! Indicador não definido.
4.2 Aferição e Calibração da Planilha.....	Erro! Indicador não definido.
4.3 Teoria Aplicada – Dimensionamento Hidráulico	Erro! Indicador não definido.
4.4 Aferição e Calibração da Planilha.....	Erro! Indicador não definido.
5 VAZÃO DE CÁLCULO DA PONTE	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
6 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
7 REFERÊNCIAS CONSULTADAS E/OU UTILIZADAS DA HIDROLOGIA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
8 PROJETO TOPOGRÁFICO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
9 SONDAAGEM	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
9.1 Relatório de Sondagem	Erro! Indicador não definido.
10TERMO DE ENCERRAMENTO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

1 APRESENTAÇÃO

1.1 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

HTC BRASIL PROJETOS, OBRAS E EMPREENDIMENTOS - EIRELI/ME – CREA PR 57734.

CNPJ 19.504.306/0001-03 – Inscrição Estadual 90652301-91

Rua Romano Ranieri, 266, Jd Granville

CEP 86200-000 - Ibiporã / PR,

Fone (43) 3066-1700.

Responsável Técnico – Eng^o Civil Especialista Marcelo Augusto C. P.

Quintanilha, CREA PR-20.795/D.

1.2 IDENTIFICAÇÃO DA CONTRATANTE

PREFEITURA MUNICIPAL DE BOTUCATU

Rua General Telles, nº 1434

CEP:18602-120 – Centro – Botucatu/SP

Fone (14) 3811-1516

1.3 DADOS ORDEM DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO:

- Contrato Nº 346/2020
- Prazo de execução: 90 dias corridos contados a partir da data do contrato;
- Ordem de Execução datada de 18/11/2020

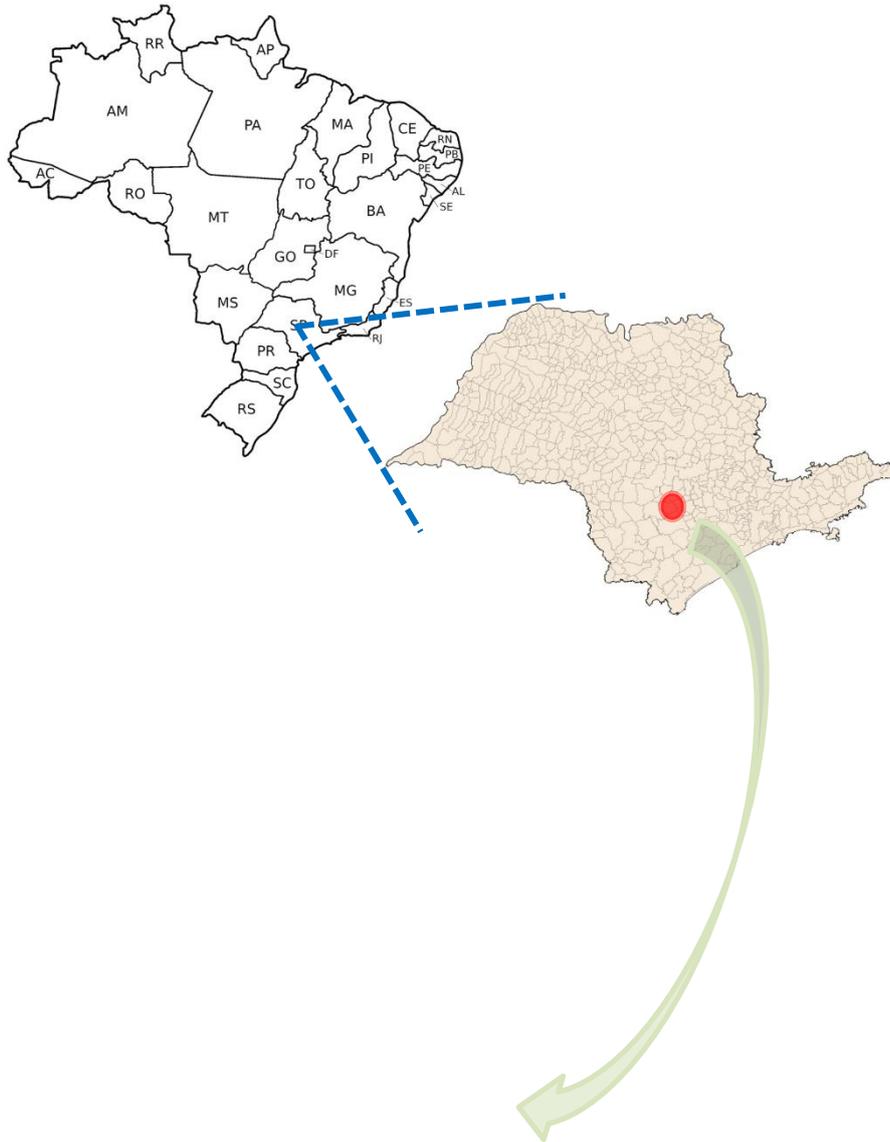
1.4 IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

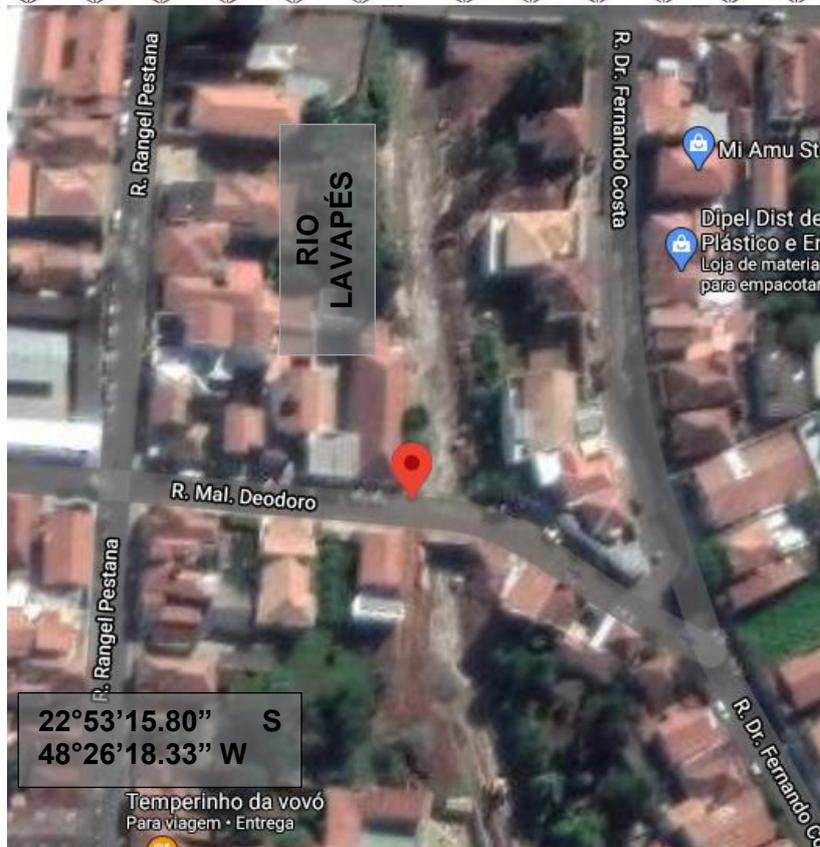
Contratação de Empresa Especializada Para Execução de Projeto Executivo de 06 (seis) pontes sobre o Rio Lavapés no município de Botucatu/SP

Sendo o presente relatório de estudos preliminares sobre a Ponte Marechal Deodoro

1.5 IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS

Figura 1 - Local da Ponte – Rua Professor Gustavo Dias Assunção – BOTUCATU / SP





1.6 EQUIPE TÉCNICA E CURRÍCULOS

Especialista Marcelo Augusto C. P. Quintanilha.

O profissional responsável técnico pela execução e coordenação dos serviços é o Professor Engenheiro Civil Especialista MARCELO AUGUSTO C. P. QUINTANILHA, CREA PR-20.795/D.

Atuando há 30 anos no ramo de Obras de Arte Especiais, na elaboração de Projetos e Construção de Pontes, Viadutos e Passarelas.

Autor do projeto da Ponte Classe 45 sobre o Rio Barra Grande em Ortigueira/PR. Considerada uma das pontes mais altas do Brasil com 60 metros de altura.

- Autor do Programa PONTE FÁCIL para Cálculo e Dimensionamento de pontes.
- Autor do Programa VIGA FÁCIL CP para Dimensionamento de Concreto Protendido e/ou Armado.
- Professor da cadeira de Pontes para curso para Pós-Graduação – Faculdade Pitágoras – Grupo KROTON.
- Professor da cadeira de Concreto Protendido para Pós-Graduação – Faculdade Pitágoras – Grupo KROTON.

- Professor da cadeira de Análise Estrutural com Modelagens Elementos Finitos para Pós-Graduação – Faculdade Pitágoras – Grupo KROTON.
- Professor da cadeira de pontes para Graduação – Faculdade Pitágoras – Grupo KROTON.
- Pós-Graduado pela Universidade Estadual de Londrina em:
 - Projeto e Construção de Pontes;
 - Projeto de Estruturas Protendidas;
 - Projeto de Estruturas Especiais de Concreto Armado;
 - Projeto de Estruturas Especiais de Aço;
 - Projeto de Estruturas Especiais de Madeira;
 - Projeto de Formas e Escoramentos;
 - Análise Estrutural por Computadores;
 - Patologia e Recuperação de Estruturas;
 - Metodologia da Pesquisa em Engenharia de Estruturas;
 - Gestão de Qualidade de Projetos Estruturais;
 - Tópicos Especiais em Engenharia de Estruturas
- Professor Eleito pelo CREA / PR como Educador Destaque de 2017.

1.7 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Página 1/1

ART de Obra ou Serviço
1720205305117

1. Responsável Técnico

MARCELO AUGUSTO CRUZ PIMENTA QUINTANILHA

Título profissional:
ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 1701902877

Carteira: PR-20795/D

Registro/Visto: 57734

Empresa Contratada: **HTC BRASIL - PROJETOS, OBRAS E EMPREENDIMENTOS - EIRELI - ME**

2. Dados do Contrato

Contratante: **PREFEITURA MUNICIPAL DE BOTUCATU**

CNPJ: 46.634.101/0001-15

PC PROFESSOR PEDRO TORRES 100 - PREFEITURA MUNICIPAL DE BOTUCATU, 100
CENTRO - BOTUCATU/SP 18600-900

Contrato: 346/2020

Celebrado em: 18/11/2020

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

RUA ROMANO RANIERI, 266
JD GRANVILLE - IBIPORA/PR 86200-000

Data de Início: 18/11/2020 Previsão de término: 16/02/2021

Finalidade: Infra-estrutura

Proprietário: **PREFEITURA MUNICIPAL DE BOTUCATU**

CNPJ: 46.634.101/0001-15

4. Atividade Técnica

Elaboração em BIM

	Quantidade	Unidade
[Coleta de dados, Condução de serviço técnico, Coordenação, Detalhamento, Dimensionamento, Direção de serviço técnico, Elaboração de orçamento, Especificação, Estudo, Levantamento, Planejamento, Projeto] de pontes	6,00	UNID
[Projeto] de acessibilidade de edificação para fins diversos	1200,00	M2
[Projeto] de fundações profundas em estacas de concreto moldadas in loco	1200,00	METRO
[Projeto] de contenções em gabião	1800,00	M2
[Projeto] de estrutura de concreto protendido	600,00	M3
[Projeto] de canais	300,00	METRO
[Projeto] de caracterização de bacias hidrográficas		M2
	88640000,00	
[Projeto] de volume/área de aterros - terraplenagem	1200,00	M3
[Projeto] de galerias de dutos	2400,00	METRO
[Projeto] de infraestrutura para vias urbanas	2400,00	METRO
[Projeto] de pavimentação asfáltica para vias urbanas	2400,00	METRO
[Projeto] de pontes	120,00	METRO

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Estaca Raiz Ø400mm : 40% em CAT1; 30% CAT2 e 30% CAT3

6. Declarações

Acessibilidade: Declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

IBIPORA de 18 de NOVEZINHO de 2020
Local data

MARCELO AUGUSTO CRUZ PIMENTA QUINTANILHA - CPF: 559.855.809-20

PREFEITURA MUNICIPAL DE BOTUCATU - CNPJ: 46.634.101/0001-15

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confrea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067



Valor da ART: R\$ 233,94

Registrada em : 25/11/2020

Valor Pago: R\$ 233,94

Nosso número: 2410101720205305117

A autenticidade desta ART pode ser verificada em <https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art>
Impresso em: 16/12/2020 16:39:11

www.crea-pr.org.br



HIDROLOGIA

2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos, sob Responsabilidade Técnica da Eng^a Ambiental Fernanda Bezerra Mangili CREA PR-134410/D, fornecerão dados para o cálculo hidráulico da altura máxima de cheias e velocidade d'água para o dimensionamento estrutural da ponte.

2.1 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720205375832

Subcontratação/Subempreitada à 1720205305117
Equipe à 1720205305117

Página 1/1

1. Responsável Técnico		
FERNANDA BEZERRA MANGILI		
Título profissional: ENGENHEIRA AMBIENTAL, ENGENHEIRA DE SEGURANCA DO TRABALHO	RNP: 1712501194 Carteira: PR-134410/D	
2. Dados do Contrato		
Contratante: HTC BRASIL - PROJETOS, OBRAS E EMPREENDIMENTOS - EIRELI - ME		CNPJ: 19.504.306/0001-03
RUA ROMANO RANIERI, 266 JD. GRANVILLE - IBIPORA/PR 86200-000		
Contrato: 017.17.10/2020	Celebrado em: 17/11/2020	
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Privado) brasileira		
3. Dados da Obra/Serviço		
R OMAR MAZZEI GUIMARAES, 74 BLOCO 06, SALA 303 JARDIM MARIA LUIZA - LONDRINA/PR 86080-511		
Data de Início: 18/11/2020	Previsão de término: 18/02/2021	Coordenadas Geográficas: -23,279083 x -51,185596
Finalidade: Ambiental		
Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE BOTUCATU		CNPJ: 46.634.101/0001-15
4. Atividade Técnica		
Elaboração	Quantidade	Unidade
[Análise, Coleta de dados, Dimensionamento, Levantamento, Projeto] de diagnóstico e caracterização ambiental	100,00	KM2
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART		
5. Observações		
CARACTERIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DE 6 PONTES		
7. Assinaturas		
Declaro serem verdadeiras as informações acima		
Local _____, _____ de _____ data de _____		
 FERNANDA BEZERRA MANGILI - CPF: 373.727.968-30		
HTC BRASIL - PROJETOS, OBRAS E EMPREENDIMENTOS - EIRELI - ME - CNPJ: 19.504.306/0001-03		
8. Informações		
- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br .		
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br		
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.		
Acesso nosso site www.crea-pr.org.br Central de atendimento: 0800 041 0067		 CREA-PR Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Valor da ART: R\$ 88,78

Registrada em : 26/11/2020

Valor Pago: R\$ 88,78

Nosso número: 2410101720205375832

2.2 INTRODUÇÃO

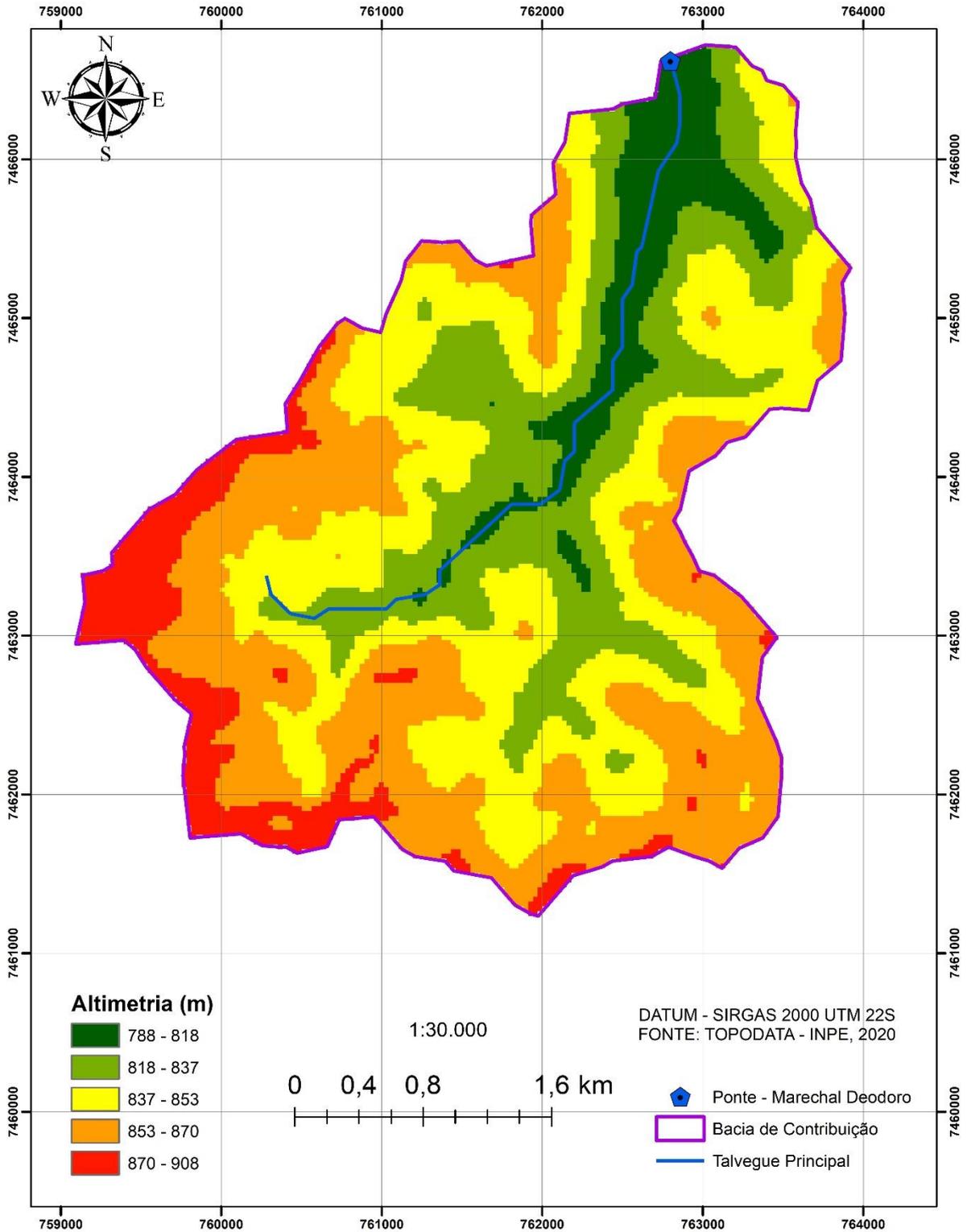
O presente estudo tem como objetivo apresentar os métodos e procedimentos com levantamentos e cálculos para dimensionamento e fixação das seções de vazão das obras-de-arte especiais (pontes) e possíveis dispositivos de drenagem envolvendo obras-de-arte correntes e/ou superficiais.

O escopo principal é a fixação das seções de vazão da ponte.

2.3 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Para obtenção de dados da área da Bacia Hidrográfica, comprimento do talvegue principal, e diferença de altimetria, foi utilizado o software gratuito QGIS 3.4.2, utilizando shapes do IBGE (2017) (<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>) – Limites do município, e imagem disponibilizadas gratuitamente do INPE – no endereço do TOPODATA – Bancos de Dados Geomorfométricos do Brasil (<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>).

Figura 2– Altimetria da Bacia de Contribuição.



Fonte: INPE, 2020.

Endereço para correspondência: Av. Ayrton Senna da Silva, 300, sala 211 - Ed Palhano Business Center – Gleba Palhano - CEP 86050-460 Londrina / PR

Endereço da sede: Rua Romano Ranieri, 266, Jardim Granville - CEP 86200-000 Iporã / PR

Fone (43)3066-1700 – Email – comercial@htcbrasil.net – www.htcbrasil.net

CNPJ: 19.504.306/0001-03 - INSC. EST:90.652.301-91.

Bem Aventurado o homem a quem o Senhor não imputa maldade e em cujo espírito não há engano.

Quadro 1 – Dados do local de estudo

Bacia	
Área (km ²)	14,87
ΔH (m)	48
Talvegue principal	
Comprimento (km)	4,69

Para o valor de intensidade máxima, foi utilizado de acordo com o Manual do DAEE, item 4.8 - Equação de precipitações intensas para Botucatu, pois é o posto pluviométrico mais próximo ao local de estudo.

Nome da estação/Entidade: Botucatu -D5-059/DAEE

Autor: Martinez e Magni (1999)

Coordenadas geográficas: Lat. 22°57" S; Long.: 48°26" W.

Altitude: 873 m:

Duração da estação: 1966-1997

Período de dados: 1967;1790-82; 1984-91; 1993-97 (27 anos).

Conforme os estudos realizados por Martinez e Magni (199) e o posto pluviométrico em questão, chegou-se na seguinte equação para a intensidade máxima:

$$i_{t,T} = 30,68 (t+20)^{-0,8563} + 3,97 (t+10)^{-0,7566} \cdot [-0,4754 - 0,8917 \ln \ln(T/T-1)]$$

para $10 \leq t \leq 1440$

Onde: *i*: intensidade da chuva, correspondente à duração *t* e período de retorno *T*, em mm/min;

t: duração da chuva em minutos;

T: período de retorno em anos.

Os dados foram processados estatisticamente para fornecer os valores máximos de precipitações ocorridos em um período de 24 horas – PDMA, para análise das Alturas de Chuvas e Tempo de Duração, Curva de Intensidade com Duração e Frequência (Tempo de Retorno - TR).

2.3.1 Determinação da Equação de Intensidade – Duração – Frequência.

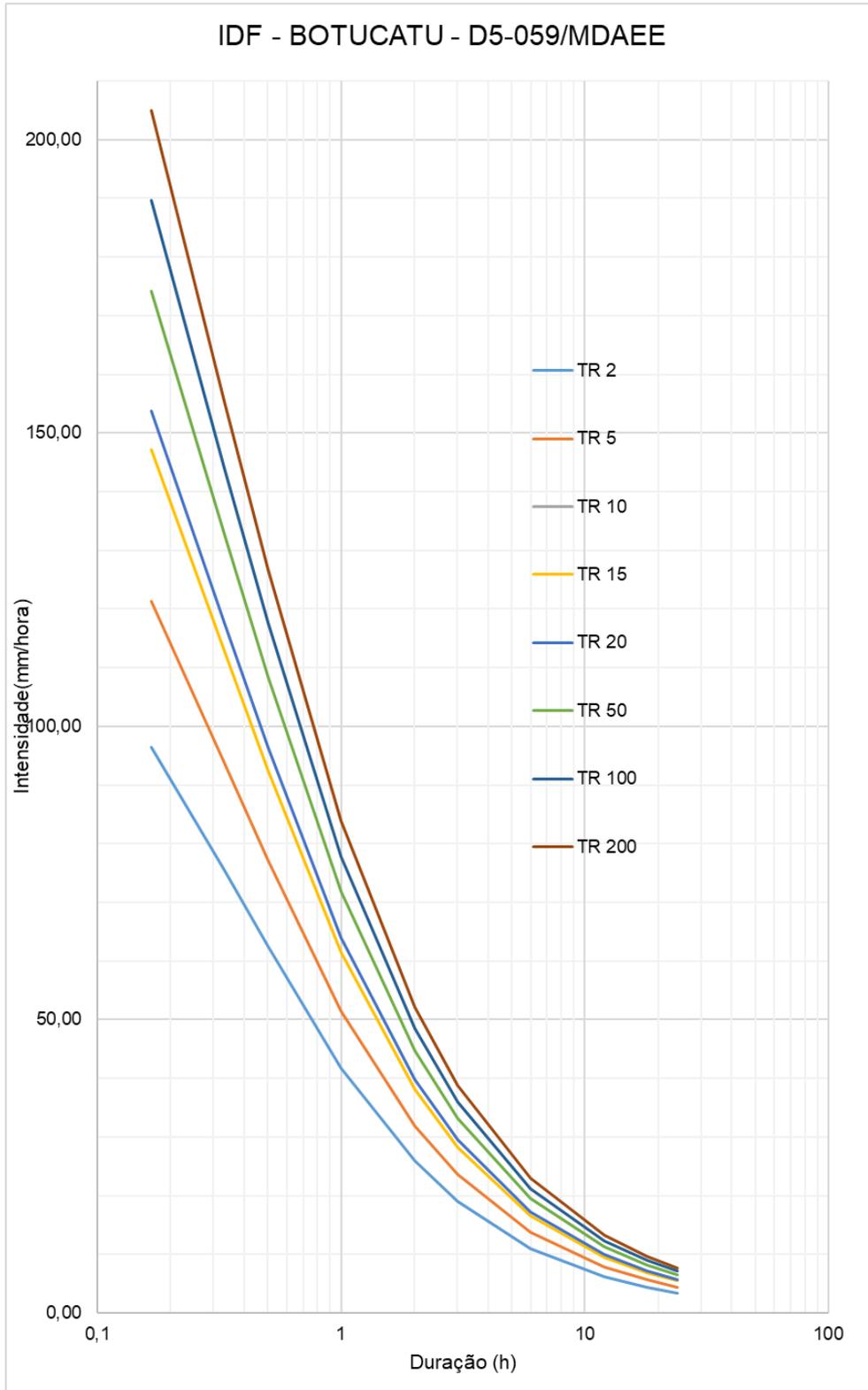
Através da interpolação da intensidade de chuva do manual da DAEE, foi possível obter o Quadro e a Figura abaixo das IDF's.

Quadro 2 – Precipitações linearizadas do local de estudo variando com o tempo de duração em minutos e o tempo de retorno em anos de cada evento.

IDF - BOTUCATU - D5-059/MDAEE								
Minutos/TR	TR 2	TR 5	TR 10	TR 15	TR 20	TR 50	TR 100	TR 200
10	96,37	121,32	137,85	147,17	153,70	174,21	189,59	204,90
20	75,49	93,86	106,01	112,87	117,68	132,77	144,09	155,36
30	62,42	77,19	86,97	92,49	96,35	108,50	117,60	126,66
60	41,77	51,44	57,85	61,46	63,99	71,94	77,90	83,84
120	25,86	31,91	35,92	38,18	39,77	44,75	48,48	52,19
180	19,04	23,58	26,59	28,29	29,48	33,21	36,01	38,80
360	10,97	13,72	15,53	16,56	17,28	19,53	21,22	22,91
720	6,19	7,83	8,91	9,53	9,96	11,31	12,32	13,32
1080	4,40	5,61	6,41	6,87	7,18	8,18	8,93	9,67
1440	3,45	4,43	5,07	5,44	5,69	6,49	7,10	7,70

Do ponto de vista para projeto da ponte, interessa-se as curvas TR 100 (Tempo de recorrência 100 anos) e as TRs 10 e 50 anos para dispositivos de drenagem da ponte.

Figura 3- IDF



3 DETERMINAÇÕES DA PREFEITURA MUNICIPAL DE BOTUCATU

A Prefeitura Municipal de Botucatu, por intermédio de sua equipe técnica e fiscalização, solicitou que fosse utilizado a Equação de precipitações fornecido pelo DAEE cujo Manual “PRECIPITAÇÕES INTENSAS / 2018” no item 4.8 apresenta:

4.8 Equação de precipitações intensas para Botucatu

Nome da estação/ Entidade: Botucatu – D5-059M/ DAEE

Autor: Martinez e Magni (1999)

Coordenadas geográficas: Lat. 22° 57'S; Long. 48° 26'W

Altitude: 873 m

Duração da estação: 1966-1997

Períodos de dados: 1967; 1970-82; 1984-91; 1993-97 (27 anos).

$$i_{t,T} = 30,68 (t+20)^{-0,8563} + 3,97 (t+10)^{-0,7566} \cdot [-0,4754 - 0,8917 \ln \ln(T/T-1)]$$

para $10 \leq t \leq 1440$

Onde: i: intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/min;

t: duração da chuva em minutos;

T: período de retorno em anos.

Tabela 4.15 – Botucatu: Previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h.

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	96,4	121,3	137,8	147,1	153,7	158,7	174,1	189,5	204,8
20	75,5	93,9	106,0	112,9	117,6	121,3	132,7	144,0	155,3
30	62,4	77,2	87,0	92,5	96,3	99,3	108,5	117,5	126,6
60	41,8	51,4	57,8	61,4	64,0	65,9	71,9	77,9	83,8
120	25,9	31,9	35,9	38,2	39,8	41,0	44,7	48,5	52,2
180	19,0	23,6	26,6	28,3	29,5	30,4	33,2	36,0	38,8
360	11,0	13,7	15,5	16,6	17,3	17,8	19,5	21,2	22,9
720	6,2	7,8	8,9	9,5	10,0	10,3	11,3	12,3	13,3
1080	4,4	5,6	6,4	6,9	7,2	7,4	8,2	8,9	9,7
1440	3,5	4,4	5,1	5,4	5,7	5,9	6,5	7,1	7,7

Os dados e equações que serão usadas são de inteira responsabilidade do DAEE e Prefeitura Municipal de Botucatu.

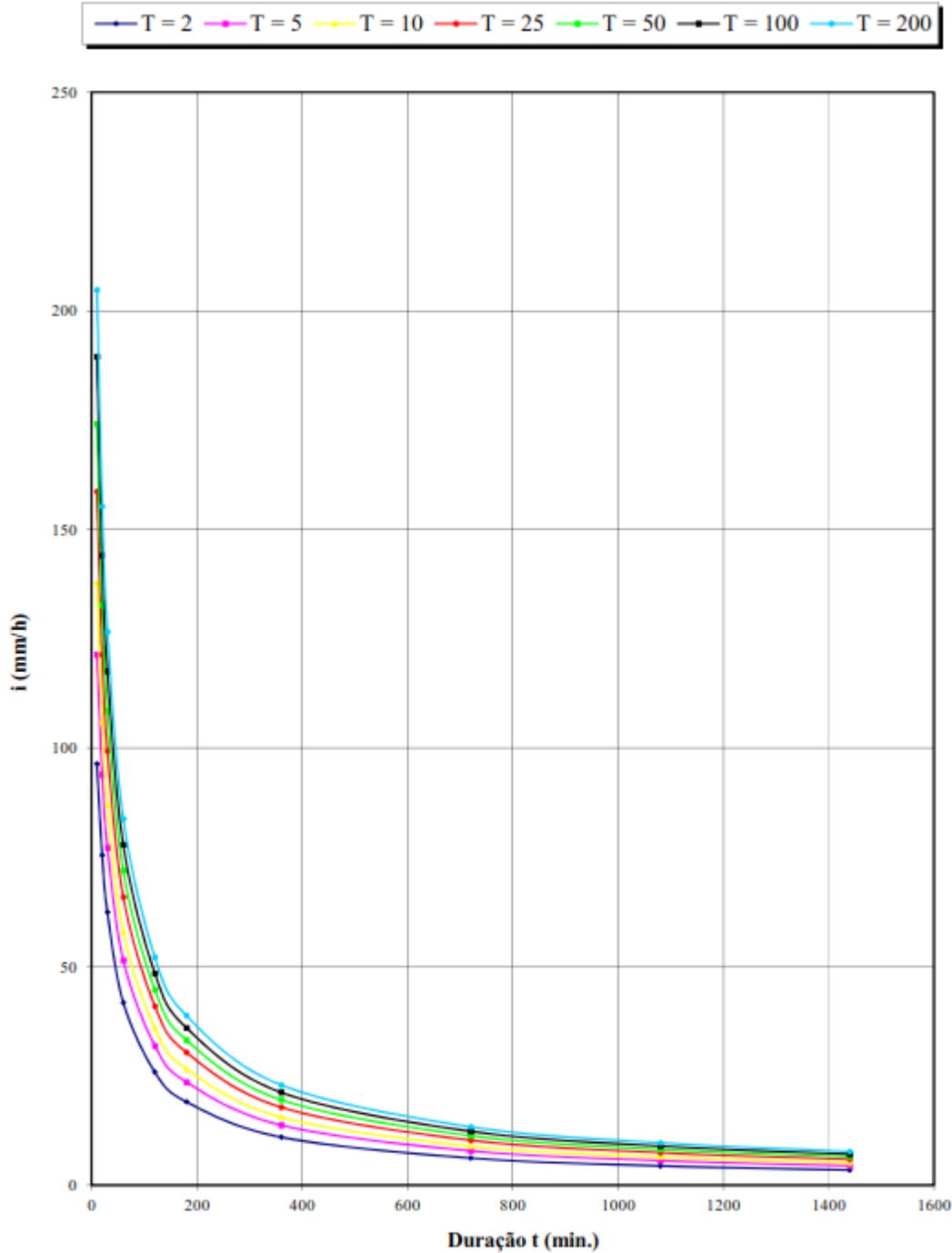


Figura 4.15 - BOTUCATU: CURVAS I-D-F EM FUNÇÃO DO PERÍODO T (ANOS)

3.1 CONSIDERAÇÕES COMPLEMENTARES

Apenas para conhecimento, os valores apresentados pelo DAEE 2018, foram levantados e calculados por Martinez e Magni em 1.999 conforme abaixo:

Figura 4 - COLETÂNEA DAS EQUAÇÕES DE CHUVA DO BRASIL - [Aparecido Festi]

Após coleta, análise de consistência e tratamento estatístico dos dados foi obtida por Martinez e Magni (1999) os coeficientes para as equações de chuvas intensas, das diversas estações pluviográficas analisadas, apresentados na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 – Coeficientes da equação 102, das diversas estações pluviográficas analisadas.

LOCALIDADE	COEFICIENTES								
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	
ANDRADINA	34,5743	20	-0,8809	2,6906	10	-0,6683	-0,4766	-0,8977	
ARARA- QUARA	10 ≤ t ≤ 105	32,4618	15	-0,8684	2,1429	15	-0,5482	-0,4772	-0,9010
	105 < t ≤ 1440	32,4618	15	-0,8684	18,4683	15	-0,9984	-0,4772	-0,9010
BAURU	35,4487	20	-0,8894	5,9664	20	-0,7749	-0,4772	-0,9010	
BOTUCATU	30,6853	20	-0,8563	3,9660	10	-0,7566	-0,4754	-0,8917	
BRAGANÇA	33,7895	30	-0,8832	5,4415	10	-0,8442	-0,4885	-0,9635	
CACHOEIRA	57,1456	30	-0,9495	22,7285	30	-0,9986	-0,4716	-0,8716	
CAMPOS JORDÃO	DO	19,1535	15	-0,7928	2,0341	5	-0,6590	-0,4778	-0,9046

4 MÉTODO I-PAI-WU

O método I-Pai-Wu, preconizado pela Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos – Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, para cálculo da Vazão de Projeto desenvolvido em conjunto com USP – Depto de Engenharia Hidráulica e Sanitária:

Figura 5: Treinamento - Obras Hidráulicas sujeitas à Outorga – DAEE / EPUSP - 2012



The image shows the cover of a training manual. On the left, there is a photograph of a dam with water cascading over its spillways. The right side of the cover contains text and logos. At the top left is the DAEE logo. To its right, the text reads: 'SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS', 'DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA', and 'DIRETORIA DE PROCEDIMENTOS DE OUTORGA E FISCALIZAÇÃO'. Below this, the title 'Treinamento – Obras Hidráulicas Sujeitas à Outorga' is written in blue. Underneath the title, the subtitle 'Conceitos Teóricos – Vazão de Projeto' is displayed. The names of the authors, 'Silvana Susko Marcellini', 'Alexandre Nunes Roberto', 'Francisco E. Nunes Gusso', and 'Mario Kiyochi Nakashima', are listed in blue. The dates '13 a 15 de Agosto/ 2012' are printed below. At the bottom, it mentions 'Recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO Contrato FEHIDRO nº 188/2011'. Logos for 'LabSid' and 'FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA' are also present.

SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
DIRETORIA DE PROCEDIMENTOS DE OUTORGA E FISCALIZAÇÃO

Treinamento – Obras Hidráulicas Sujeitas à Outorga

Conceitos Teóricos – Vazão de Projeto

*Silvana Susko Marcellini
Alexandre Nunes Roberto
Francisco E. Nunes Gusso
Mario Kiyochi Nakashima*

13 a 15 de Agosto/ 2012

Recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO
Contrato FEHIDRO nº 188/2011

LabSid Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisão do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da USP

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA
http://www.fcth.br

Figura 6: Visão Geral - Dimensionamento - DAEE / EPUSP - 2012



Figura 7: Determinação das Vazões Máximas - DAEE / EPUSP - 2012

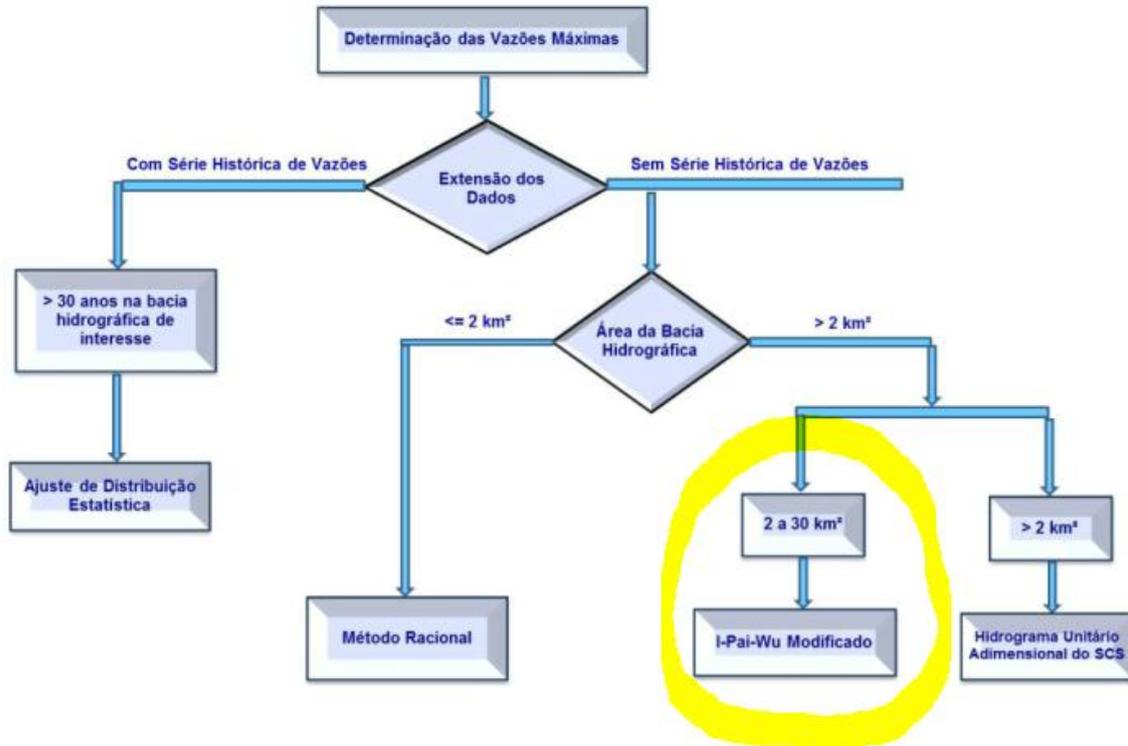


Figura 8: Métodos - Vazões de Projeto - DAEE / EPUSP - 2012

Métodos Indiretos – Vazões de Projeto

- ▶ Para bacias pequenas até 2 km² - Método Racional (A, L, S, C,Tr, tc e IDF);
- ▶ Para bacias com áreas de drenagem de 2 a 30 km² - Método I-Pai-Wu Modificado (A, L, S, C2,Tr, tc e IDF);
- ▶ Para bacias com área superior a 2 km² - Método do Hidrograma Unitário Adimensional do Soil Conservation Service (A, L, S, CN,Tr, tc e IDF);

DAEE-DPO – FCTH – LABSID – EPUSP

4.1 TEORIA APLICADA - HIDROLOGIA

Em atenção à solicitação da fiscalização da Prefeitura Municipal de Botucatu, para que fosse apresentado “memorial de cálculo detalhado com citações e referências às premissas de cálculo consideradas”, seguem conforme abaixo:

- [1] YOSHIZANE, Prof. Hiroshi - **ESTUDO HIDROLÓGICO** – FT – UNICAMP / 2010.
- [2] TOMAZ, Eng^o Plínio – **CURSO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS – MÉTODO I-PAI-WU**, 2010
- [3] MÉLLO, Prof. Dr. Arisvaldo V. – **HIDROGRAMA UNITÁRIO** – USP.
- [4] QUINTANILHA, Prof. Especialista Marcelo Augusto – **HIDROLOGIA APLICADA ÀS OBRAS DE ARTES EPECIAIS** – Faculdade Pitágoras – Londrina / 2014.

Conforme material do Eng^o Plínio Tomaz, segue de forma literal as formulações que são implementadas nas planilhas de cálculo elaboradas pela HTC BRASIL cujo conteúdo, forma e conhecimento são ministrados na Faculdade Pitágoras pelo Prof. Especialista Marcelo Augusto Quintanilha, autor deste projeto. Tais equações são plenamente identificáveis nas imagens das planilhas de cálculo que irão integrar o presente memorial. As planilhas não serão fornecidas por questões de direitos autorais, devido às linhas de programação desenvolvidas [Algoritmos e Fontes]. Entretanto, podem ser perfeitamente desenvolvidas com o material abaixo da mesma forma com a qual a HTC BRASIL elaborou seus materiais.

4.1.1 DO MATERIAL DE [2] – Plínio Tomaz:

Usando os ensinamentos do prof. Hiroshi Yoshizane da Unicamp de Limeira. O método de I PAI Wu é o método Racional que sofre algumas modificações, permitindo cálculos de bacias hidrográficas de 2 km² até 200 km².

a) Equação básica do Método I PAI Wu é:

Figura 9: Equação básica - [2]

$$Q = (0,278 \cdot C \cdot I \cdot A^{0,9}) \cdot K$$
$$Q_{pico} = Q_b + Q$$

Sendo:

Q= vazão de pico (m³/s)

Q_b= vazão base (m³/s). Se não tiver informação adotar 0,1xQ.

I= intensidade de chuva (mm/h)

C= coeficiente de escoamento superficial (adimensional)

A= área da bacia (km²) ≤ 200km²

K= coeficiente de distribuição espacial da chuva (adimensional)

Para achar o coeficiente K precisamos de um **ábaco especial feito pelo DAEE no Estado de São Paulo.**

b) Coeficiente de escoamento superficial - C

Figura 10: Coeficiente de Escoamento Superficial - [2]

O coeficiente C é calculado pela seguinte equação:

$$C = (C_2 / C_1) \cdot 2 / (1 + F)$$

Sendo:

C= coeficiente de escoamento superficial

C₂= coeficiente volumétrico de escoamento

C₁= coeficiente de forma

F= fator de forma da bacia

c) Coeficiente de forma - C1

Figura 11: Coeficiente de Forma C1 - [2]

$$C_1 = t_p / t_c = 4 / (2 + F)$$

t_p= tempo de pico de ascensão (h)

t_c= tempo de concentração (h)

d) Fator de forma da bacia - F

Figura 12: Fator de Forma - F : [2]

$$F = L / [2 (A/\pi)^{0,5}]$$

Sendo:

L= comprimento do talvegue (km)

A= área da bacia (km²)

F= fator de forma da bacia

Conforme Morano, 2006 quando:

F=1 a bacia tem formato circular perfeito

F<1 a bacia tem forma circular para a elíptica e o seu dreno principal está na transversal da área.

F>1 a bacia foge da forma circular para elíptica e o seu dreno principal está na longitudinal da área.

e) Coeficiente C₂

Figura 13: Coeficiente C₂ - DAEE - [2]

Coeficiente C₂

O coeficiente volumétrico de escoamento ocorre em função do grau de impermeabilidade da superfície conforme DAEE, São Paulo, 1994.

Podemos adotar C₂=0,30 para grau baixo de impermeabilização; C₂=0,50 para grau médio e C₂=0,80 para grau alto conforme Tabela (66.1).

Para estimar o coeficiente C₂ consultar a Tabela (66.1).

Tabela 66.1- Grau de impermeabilização do solo em função do uso.

Grau de impermeabilidade da superfície	Coeficiente volumétrico de escoamento C ₂
Baixo	0,30
Médio	0,50
Alto	0,80

Fonte: DAEE, 1994

f) Ábaco para coeficiente K – Distribuição Espacial das Chuvas – DAEE

Figura 14: Coef. de Distribuição Espacial das Chuvas - k - DAEE - [2]

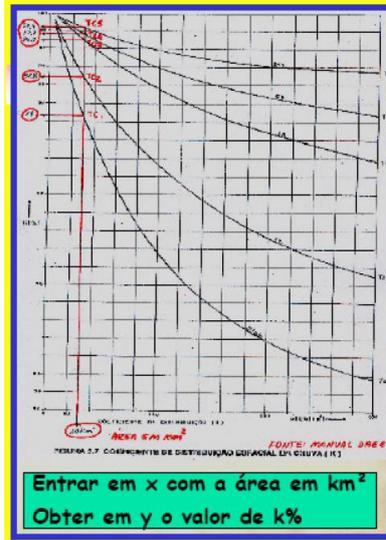


Figura 66.2- Ábaco para achar o valor de K. Entrar com área da bacia em Km² e com tc achar K

g) Tempo de Concentração

Figura 15: Tempo de Concentração - tc - [2]

Usamos normalmente a equação de Kirpich que foi recomendada pelo prof. dr. Kokei Uehara em 1969 para uso no método de I Pai Wu..

$$tc = 57 \times (L^2 / S)^{0,385}$$

Sendo:

tc= tempo de concentração (min)

L= comprimento do talvegue (km)

S= declividade equivalente do talvegue (m/Km)

h) Volume do Hidrograma

Figura 16: Volume do Hidrograma - [2]

O volume do hidrograma conforme prof Hiroshi Yoshizane da UNICAMP, pode ser calculado pela equação:

$$V = (0,278 \times C_2 \times I \times tc \times 3600 \times A^{0,9} \times K) \times 1,5$$

Sendo:

V= volume do escoamento (m³)

C₂= coeficiente volumétrico do escoamento (adimensional)

I= intensidade da chuva crítica (mm/h)

tc= tempo de concentração (h)

A= área da bacia (km²)

K= coeficiente de distribuição espacial (adimensional)

4.2 AFERIÇÃO E CALIBRAÇÃO DA PLANILHA

Para demonstrar a precisão, aferição e calibração da planilha de cálculo da HTC BRASIL, segue comparativo: Plínio Tomaz / HTC BRASIL.

4.2.1.1 Cálculo do Prof. Plínio Tomaz

Figura 17: Cálculo da Vazão de Projeto - [2]

Curso de Manejo de águas pluviais
Capítulo 66- Método de I PAI WU
Engenheiro Plínio Tomaz 29 de novembro de 2010 pliniotomaz@uol.com.br

Exemplo 66.1

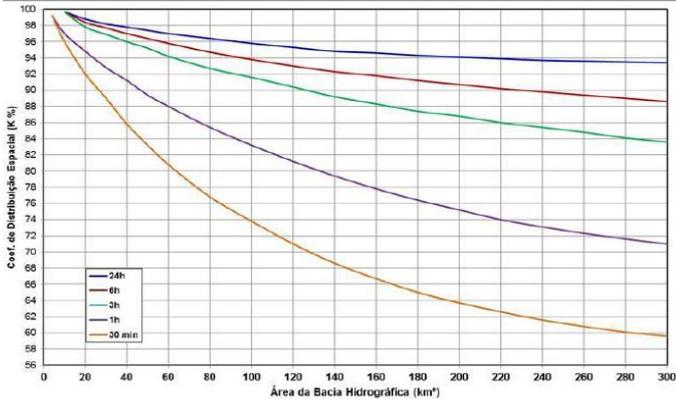
Dimensionar a vazão do rio Baquirivu Guaçu junto a ponte da Via Dutra. A área tem 149,80km², declividade média S=0,002825m/m, L= 22,3km (talvegue), tc= 6,95h.

Tabela 66.2- Cálculos do I PAI WU

Tr (anos)	100
K	1747,9
A	0,181
B	15
C	0,89
tc (min)	417,28
I (mm/h)	18,14
Qb (m³/s)	35,34
Talvegue(km)	22,30
Decl (m/m)	0,002825
Decl (m/km)	2,8250
Kirpich tc (min)	417,28
tc (h)	6,95
A (km²)	149,8
F	1,61
C₁	0,60
C₂	0,80
C	0,81
Ábaco K	0,95
Q (m³/s)	353,4
Qp (m³/s)	388,79

4.2.2 Cálculo HTC BRASIL – AFERIÇÃO DO SISTEMA

ESTUDO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO																																																							
OBRA: PONTE DA VIA DUTRA - AFERIÇÃO COM Prof. Plínio Tomaz																																																							
LOCAL: Rio Baquirivu Guaçuá - Via Dutra																																																							
CLIENTE: DEMONSTRATIVO DE AFERIÇÃO DE CÁLCULO.																																																							
1) Características físicas da bacia de contribuição:	2) Declividade Equivalente																																																						
1.1) Área.....A = 149,800 Km ² 14980 ha	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ponto</th> <th>Cota (m)</th> <th>Δh (m)</th> <th>ΔL (m)</th> <th>J=Δh/ΔL</th> <th>ΔL/VJ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>851,70</td><td>-</td><td>-</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>788,70</td><td>63,00</td><td>22.300,00</td><td>0,00283</td><td>419561,5073</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Σ=</td><td></td><td></td><td>22.300,00</td><td></td><td>Σ= 419.561,51</td></tr> </tbody> </table>	Ponto	Cota (m)	Δh (m)	ΔL (m)	J=Δh/ΔL	ΔL/VJ	0	851,70	-	-			1	788,70	63,00	22.300,00	0,00283	419561,5073	2						3						4						5						6						Σ=			22.300,00		Σ= 419.561,51
Ponto	Cota (m)	Δh (m)	ΔL (m)	J=Δh/ΔL	ΔL/VJ																																																		
0	851,70	-	-																																																				
1	788,70	63,00	22.300,00	0,00283	419561,5073																																																		
2																																																							
3																																																							
4																																																							
5																																																							
6																																																							
Σ=			22.300,00		Σ= 419.561,51																																																		
1.2) Comprimento do talvegue L = 22.300,00 m																																																							
1.3) Cotas Cota Máxima = 851,70 Cota Mínima = 788,70																																																							
	Declividade Equivalente - $S = \left[\frac{\sum \Delta L}{\sum L_i / \sqrt{J_i}} \right]^2 = \frac{0,002825}{0,283\%}$ m/m																																																						
3) Tempo de Concentração (tc) - Fórmula de "Kirpich" - Macro bacia	4) Chuva crítica																																																						
Para determinação do tempo de concentração, será adotada a equação: $tc = 57 \cdot \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	Intensidade, Duração, Frequencia - IDF - equação geral																																																						
Onde Comprimento do Talvegue - L = 22,30 Km Declividade Equivalente - S = 2,83 m/Km Tempo de Concentração - tc = 417,28 minutos tc = 6,95 horas	$i_{max} = \frac{K * T_R^m}{(t + t_0)^n}$ <p>K = 1.747,90 Tr = 100,00 anos tc = t = 417,28 min t0 = 15,00 min m = 0,181000 n = 0,890000</p> <p>i máx = 18,14 mm/h i máx = 0,30 mm/min</p>																																																						
5) Vazão de Projeto																																																							
5.1) Coeficiente Volumétrico de Escoamento - C2																																																							
0% Baixo 0,30 Área rural (Pasto) 0% Médio 0,50 Área mista 100% Alto 0,80 Área urbana C2 = 0,80																																																							
5.2) Fator de Forma da bacia - F																																																							
$F = \frac{L}{2 \cdot (A/\pi)^{0,5}}$ F = 1,61																																																							
5.3) Coeficiente de forma - C1																																																							
$C_1 = \frac{4}{2 + F}$ C1 = 0,60																																																							
5.4) Coeficiente de Escoamento - C																																																							
$C = \frac{2}{1 + F} \cdot \frac{c_2}{c_1}$ C = 0,813																																																							
5.5) Coeficiente de Distribuição Espacial da Chuva - K	5.6) Vazão de cheia - Q																																																						
K = Coeficiente de distribuição espacial da chuva = 0,95	$Q = 0,278 \cdot c \cdot i \cdot A^{0,9} \cdot K$ Q = 353,45 m ³ /s																																																						
5.7) Vazão de pico - Qp	5.8) Volume do Hidrograma (Hiroshi Yoshizane - UNICAMP) - VT																																																						
%Qb = 10% Qp = 388,79 m ³ /s	$V = (0,278 \times C_2 \times I \times tc \times 3600 \times A^{0,9} \times K) \times 1,5$ VT = 13.066.964,0 m ³																																																						



RESULTADO:

Todos os valores conferem e planilha encontra-se aferida e em condições de uso.

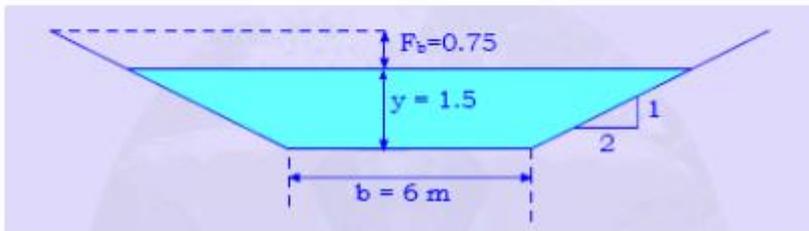
ATENÇÃO: ESSES VALORES SÃO APENAS DE AFERIÇÃO DOS CÁLCULOS.

4.3 TEORIA APLICADA – DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Do Professor Plínio Tomaz [2], no curso de Manejo de Águas Pluviais – Fórmula de Manning e Canais – 2011.

Capítulo 50
Fórmula de Manning e canais

“Aproveite para ler agora. Pode ser que mais tarde você não tenha tempo”
Professor Moses, Poli, 1964



DICA: a fórmula para canais mais usada no mundo é a de Manning.

A fórmula de Manning para qualquer seção de canal ou tubulação é a seguinte:

$$V = (1/n) \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad \text{(Equação 50.1)}$$

Sendo:

V= velocidade média na seção (m/s);

n= coeficiente de Manning tem as dimensões TL^{-1/3};

R= raio hidráulico (m). O raio hidráulico é o quociente entre a área molhada e o perímetro molhado;

S= declividade (m/m). A inicial “S” vem da palavra inglesa *Slope* que quer dizer declividade.

VERIFICAÇÕES HIDRÁULICAS - CANAIS

Equação de Manning $V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$ (m/s)
 $Q = V \cdot A$ (m³/s)

Geometria da Seção	Área Molhada (Am)	Perímetro molhado (Pm)	Raio Hidráulico (Rh)	Largura Superficial (B)
	$(b + mh)h$	$b + 2h\sqrt{1 + m^2}$	$\frac{(b + mh)h}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}}$	$b + 2mh$
	bh	$b + 2h$	$\frac{bh}{b + 2h}$	b
	$\frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{h}{D}$	πD	$\frac{D}{4}$	—
	$\frac{\pi D^2}{8}$	$\frac{\pi D}{2}$	$\frac{D}{4}$	—
	$0.7662 \cdot D^2$	$2.6467 \cdot D$	$0.2895 \cdot D$	—

Onde a altura máxima é dada por:

$$y_o = \left(\frac{Q}{\sqrt{8gS_o}} \right)^{2/3} \frac{P^{1/3}}{(b + zy_o)} \left\{ -2 \log \left[\frac{k_s}{14.84 A} \frac{P}{4\sqrt{8gS_o}} + \frac{2.51v}{4\sqrt{8gS_o}} \left(\frac{P}{A} \right)^{3/2} \right] \right\}^{-2/3}$$

Como y_o depende do próprio y_o , o cálculo necessita de entrada inicial e processo iterativo, o qual é automatizado por rotinas nas planilhas de cálculo.

4.3.1 Aferição e Calibração da Planilha

Para aferição, é apresentado um cálculo formulado em exercício da USP

HIDRÁULICA: EXERCÍCIOS

Sérgio Nascimento Duarte
Prof. Dr. – Dpto. de Eng. Rural

Tarlei Arriel Botrel
Prof. Livre Docente – Dpto. de Eng. Rural

Raquel Aparecida Furlan
Pós-Graduanda- Dpto. de Eng. Rural

Piracicaba, 1996

7) Determinar a altura da lâmina d'água normal e a velocidade de escoamento em um canal trapezoidal feito em solo barro-arenoso com base = 0,5 m, $\lambda = 2:1$, $n = 0,035$ e $I = 5\text{m/Km}$, para transportar uma vazão de 1,0 m³/s. Se a velocidade calculada apresentar-se elevada, calcular a nova declividade e a nova altura da lâmina d'água para que a mesma vazão seja conduzida com uma velocidade de 0,6m/s.

Respostas

- 1) 788,5 l/s
- 2) Q = 4,89 m³/s

- 3) Q = 303 l/s; V = 0,81 m/s
- 4) I = 0,5 por mil
- 5) h = 47 cm, V = 0,49 m/s; h = 65 cm, V = 0,58 m/s; h = 79 cm, V = 0,64 m/s; h = 90 cm, V = 0,69m/s
- 6) h = 37 cm, V = 0,69 m/s; h = 53 cm, V = 0,82 m/s; h = 64 cm, V = 0,91 m/s; h = 73 cm, V = 0,97 m/s.
- 7) h = 0,61 m; V = 0,955 m/s (V. máx. = 0,5 a 0,7 m/s)
para V = 0,6 m/s, I = 1,44 m/Km, h = 0,8 m.
- 8) h = 32 cm, V = 0,54 m/s

4.3.2 Cálculos da HTC BRASIL

CÁLCULO HIDRÁULICO			
1) Dados:		Condição:	
Vazão de Pico - Qp =	1,00 m ³ /s	Vazão e pico de TR = 100 anos para dimensionamento hidráulico de ponte.	
Inclinação média do Talvegue - J =	0,00500 m/m	m =	2,00 m
Coefficiente de rugosidade - n =	0,0350	Largura - b =	0,50 m
2) DIMENSIONAMENTO SEÇÃO TRAPEZOIDAL (PONTES OU CANAIS)			
Da vazão de Pico calculada, será determinada a cota máxima de cheia que ocorrerá na seção transversão do canal:		Área molhada	1,05 m ²
		Perímetro molhado	3,23 m
		Largura superficial	2,94 m
		Raio hidráulico - R =	0,32 m
Máxima de Cheia - h = 0,61 m		CALCULAR	
A	P	R	R ^{2/3}
1,05	3,23	0,325	0,472
Cota máxima de cheia - h =		0,6095 m	m =
Velocidade =		0,95 m/s	Largura - B =
Froude =		0,39	Largura - b =
		Regime sub-crítico no Pico de Cheias	
3) DIMENSÕES E VALORES REFERENCIAIS DE PROJETO			
m =	2,00 m		
Largura - B =	2,94 m		
Largura - b =	0,50 m		
Altura na cheia máxima - h =	0,61 m		
Altura livre na cheia máxima - h' =	1,00 m (+ 25%h > 1)		
Altura total - H = h + h' =	1,61 m		
Área hidráulica =	1,05 m ²		
Velocidade =	0,95 m/s		

RESULTADO:

Todos os valores conferem e planilha encontra-se aferida e em condições de uso.

ATENÇÃO: ESSES VALORES SÃO APENAS DE AFERIÇÃO DOS CÁLCULOS.

5 VAZÃO DE CÁLCULO DA PONTE

ESTUDO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

OBRA: PONTES RIO LAVAPÉS
 LOCAL: Rua Marechal Deodoro
 CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE BOTUCATU

1) Características físicas da bacia de contribuição:

1.1) Área.....A = **14,870** Km² **1487** ha

1.2) Comprimento do talvegue L = **4.690,00** m

1.3) Cotas

Cota Máxima = **51,40**

Cota Mínima = **-**

2) Declividade Equivalente

Ponto	Cota (m)	Δh (m)	ΔL (m)	J=Δh/ΔL	ΔL/VJ
0	51,40	-	-		
1	-	51,40	4.690,00	0,01096	44799,96808
2	-	-	-		
3	-	-	-		
4	-	-	-		
5	-	-	-		
6	-	-	-		
Σ=			4.690,00		44.799,97

Declividade Equivalente - $S = \left[\frac{\sum \Delta L}{\sum L_i / \sqrt{J_i}} \right]^2 = \frac{0,010959}{1,096\%}$ m/m

3) Tempo de Concentração (tc) - Fórmula de "Kirpich" - Macro bacia

Para determinação do tempo de concentração, será adotada a equação:

$$tc = 57 \cdot \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$$

Onde

Comprimento do Talvegue - L = 4,69 Km

Declividade Equivalente - S = 10,96 m/Km

Tempo de Concentração = 74,53 minutos

Tempo de Concentração - tc, mediana = **74,53** minutos

tc = **1,24** horas

4) Chuva crítica

Intensidade, Duração, Freqüencia - IDF - equação geral Equação DAEE: Botucatu

$i_{t,T} = 30,68 (t+20)^{-0,8563} + 3,97 (t+10)^{-0,7566} \cdot [-0,4754 - 0,8917 \ln \ln(T/T-1)]$

K = **453,7790**

Tr = **100,00** anos

tc = t = **74,53** min

t0 = **6,11761** min

m = **0,171750** DAEE: it,T máx = **67,53** mm/h

n = **0,648950** i máx = **1,13** mm/min

$i_{max} = \frac{K * T_R^m}{(t + t_0)^n}$ Equação HTC: i máx = **57,95** mm/h

Prevalece: **67,53** mm/h

5) Vazão de Projeto

5.1) Coeficiente Volumétrico de Escoamento - C2

17,7%	Baixo	0,30	Área rural (Pasto)
21,3%	Médio	0,50	Área mista
61,0%	Alto	0,80	Área urbana

C2 = **0,65**

5.2) Fator de Forma da bacia - F

$$F = \frac{L}{2 \cdot (A/\pi)^{0,5}}$$

F = **1,08**

5.3) Coeficiente de forma - C1

$$C_1 = \frac{4}{2 + F}$$

C1 = **1,00**

5.4) Coeficiente de Escoamento - C

$$C = \frac{2}{1 + F} \cdot \frac{c_2}{c_1}$$

C = **0,623**

5.5) Coeficiente de Distribuição Espacial da Chuva - K

K = Coeficiente de distribuição espacial da chuva = **0,95**

5.6) Vazão de cheia - Q

$$Q = 0,278 \cdot c_i \cdot A^{0,9} \cdot K$$

Q = **126,08** m³/s

5.7) Vazão de pico - Qp

%Qb = **10%** Qp = **138,68** m³/s

5.8) Volume do Hidrograma (Hiroshi Yoshizane - UNICAMP) - VT

$$V = (0,278 \cdot c_2 \cdot X \cdot I \cdot x \cdot tc \cdot 3600 \cdot x \cdot A^{0,9} \cdot x \cdot K) \cdot 1,5$$

VT = **879.501,9** m³

5.9) VALORES HIDROGRAMA TRIANGULAR

f=C.C1/C2	f=	0,962
V1=f.VT/2	V1=	422.837,4 m ³
tp=2V1/Qmáx	tp=	1,86 horas
	ou tp= 0,6tc=	0,75 horas
	adotado tp=	0,75 horas
tb=2V/Qmáx	tb=	3,88 horas
f=C.C1/C2	t1=	1,69 horas

DADOS DO GRÁFICO	
ABCISSA (hora)	ORDENADA (M ³ /S)
t1=	1,69 138,68
tb=	3,88 -

6 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

CÁLCULO HIDRÁULICO - Ponte: Rua Marechal Deodoro			
1) Dados:	Córregos com margens espraçadas e pouca vegetação	Condição:	Má
Vazão de Pico - Qp =	138,68 m ³ /s	Vazão e pico de TR = 100 anos para dimensionamento hidráulico de ponte.	
Inclinação média do Talvegue - J =	0,01096 m/m	m =	0,01 m
Coefficiente de rugosidade - n =	0,0800	Largura - b =	16,00 m
2) DIMENSIONAMENTO SEÇÃO TRAPEZOIDAL (PONTES OU CANAIS)			
Córregos com margens espraçadas e pouca vegetação			
Da vazão de Pico calculada, será determinada a cota máxima de cheia que ocorrerá na seção transversão do canal:		Área molhada	57,72 m ²
138,68 m ³ /s		Perímetro molhado	23,20 m
		Largura superficial	16,07 m
		Raio hidráulico - R =	2,49 m
Máxima de Cheia - h = 3,60 m		CALCULAR	
A	P	R	R ^{2/3}
57,72	23,20	2,488	1,836
Cota máxima de cheia - h =		3,5993 m	
Velocidade =		2,40 m/s	
Froude =		0,40	Regime sub-crítico no Pico de Cheias
3) DIMENSÕES E VALORES REFERENCIAIS DE PROJETO			
m =	0,01 m		
Largura - B =	16,07 m		
Largura - b =	16,00 m		
Altura na cheia máxima - h =	3,60 m		
Altura livre na cheia máxima - h' =	1,00 m		
Altura total - H = h + h' =	4,60 m		
Área hidráulica =	57,72 m ²		
Velocidade =	2,40 m/s		

7 REFERÊNCIAS CONSULTADAS E/OU UTILIZADAS DA HIDROLOGIA

PORTELA, M. M. Modelação Hidrológica. Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2006.

SANTOS, G. G, et. al. Intensidade-duração-frequência de chuvas para o Estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, p. 899-905, 2009. Campina Grande. Disponível em <<http://www.agriambi.com.br/revista/suplemento2009/899.pdf>> Acesso em 28 jun. 2019.

TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995.

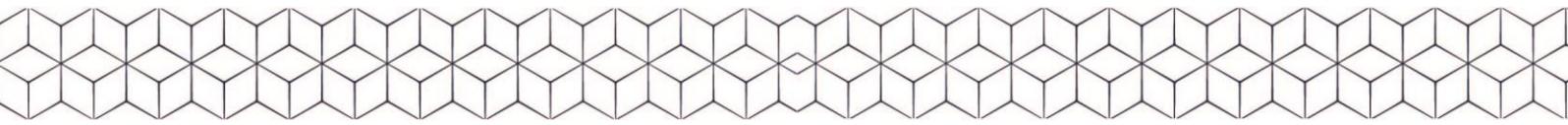
MANUAL DO DAEE.

[1] YOSHIZANE, Prof. Hiroshi - **ESTUDO HIDROLÓGICO** – FT – UNICAMP / 2010.

[2] TOMAZ, Engº Plínio – **CURSO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS – MÉTODO I-PAI-WU**, 2010

[3] MÉLLO, Prof. Dr. Arisvaldo V. – **HIDROGRAMA UNITÁRIO** – USP.

[4] QUINTANILHA, Prof.Especialista Marcelo Augusto – **HIDROLOGIA APLICADA ÀS OBRAS DE ARTES EPECIAIS** – Faculdade Pitágoras – Londrina / 2014.

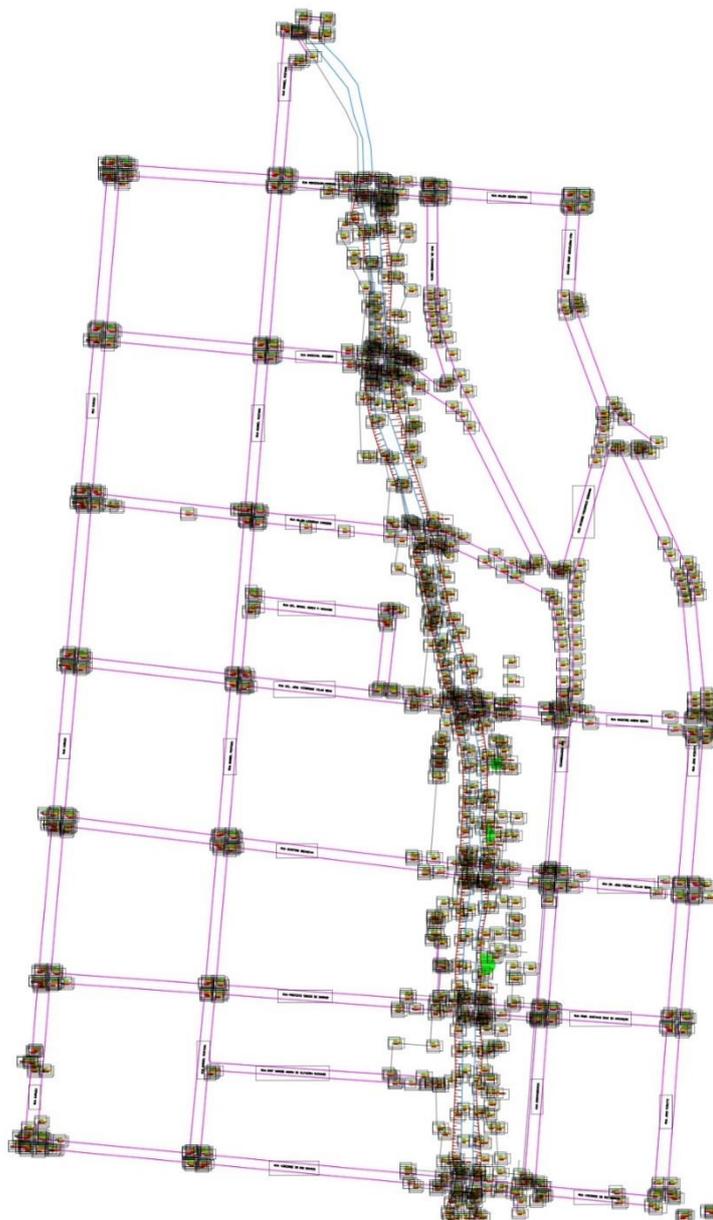


TOPOGRAFIA / BATIMETRIA

8 PROJETO TOPOGRÁFICO

O estudo topográfico usado como base para o projeto foi disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Botucatu/SP, em arquivos DWG (figura 4) e terá suas partes incorporadas ao projeto.

Figura 18- projeto topográfico disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Botucatu/SP



SONDAGEM

9 SONDAGEM

O relatório de Sondagem foi disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Botucatu/SP, as sondagens realizadas pela empresa Geositu sondagens, sob Responsabilidade Técnica do Engenheiro Edgard Costard, CREA SP – 0601669903– Fones (11) 5070-1995 / 2577-3160, que servem de base para escolha da fundação bem como o correto dimensionamento destas.

Parte do relatório referente à ponte segue incorporado conforme abaixo:

9.1 RELATÓRIO DE SONDAGEM

Rua Godofredo Rangel, 107, Mirandópolis - 04051-010.
São Paulo/SP • 11 5070.1995 / 2577.3160
www.geositu.com.br



RELATÓRIO DE SONDAGENS

RIBEIRÃO LAVAPÉS

BOTUCATÚ/SP.

TRABALHO 268/2020

Rua Godofredo Rangel, 107, Mirandópolis - 04051-010.
São Paulo/SP • 11 5070.1995 / 2577.3160
www.geositu.com.br



À

PREFEITURA MUNICIPAL DE BOTUCATU

Estamos apresentando os resultados das sondagens à percussão de simples reconhecimento, executadas com tubo de revestimento de diâmetro \varnothing 2 1/2" e medida de resistência à Penetração (SPT) de metro em metro, com auxílio de amostrador TERZAGHI, diâmetro externo de \varnothing 2" e interno \varnothing 1 3/8".

O relatório com resultados é apresentado em forma de perfis geológicos-geotécnicos individuais, indicando as características do solo perfurado e as posições dos níveis de água encontrados nos 12 pontos de sondagens e deslocamentos, totalizando 131,45 metros de perfuração.

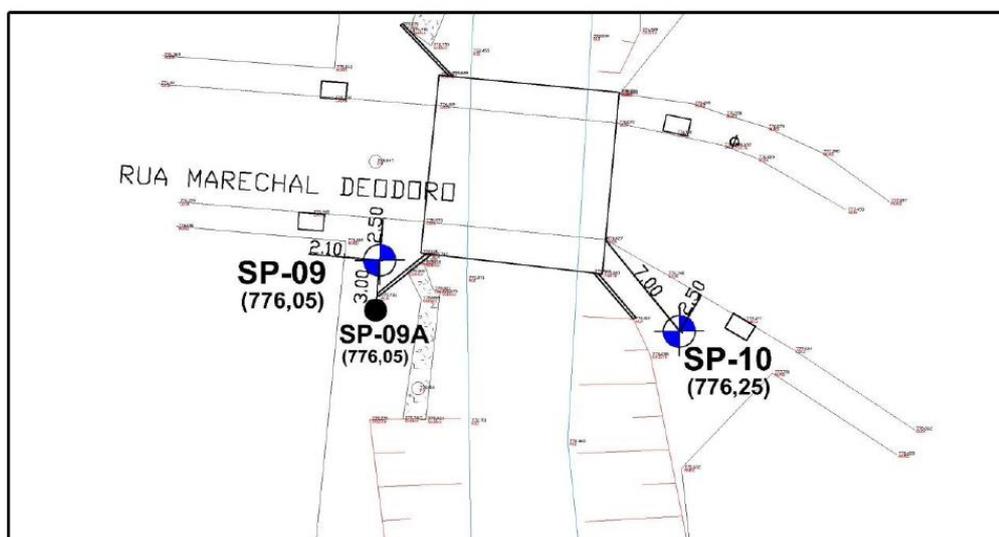
Sem mais, colocamo-nos ao inteiro dispor, para os esclarecimentos que se façam necessários,

São Paulo, 11 de outubro de 2020.



GEOSITU GEOTECNIA E SONDAGENS LTDA.
Engenheiro Civil Edgard Costard
Crea-SP 0601669903

PLANTA DE LOCAÇÃO DAS SONDAGENS



Rua Godofredo Rangel, 107, Mirandópolis - 04051-010.
São Paulo/SP • 11 5070.1995 / 2577.3160
www.geositu.com.br



SONDAGEM A PERCUSSÃO
NBR 6484/01

CONTRATANTE PREFEITURA MUNICIPAL DE BOTUCATU

OBRA/SERVIÇO RIBEIRÃO LAVAPÊS

ESCALA 1 : 100

LOCAL BOTUCATU/SP.

TRAB. N.º GS268/20

SONDAGEM **SP.10**

COTA 776,25 DATA DE INÍCIO 01/10/20

COORD. N

DES.

TÉRMINO 01/10/20

E

COTA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	N.º DE GOLPES S. P. T.	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI							PROFUN. CAMADA (m)	INTER. GEOLÓGICA	CONSISTÊNCIA* OU COMPACTIDADE**	CLASSIFICAÇÃO DA CAMADA	N. A. (m)																					
			N.º DE GOLPES / 30 cm. 5 10 15 20 25 30 35																																
775,25		1 1 2	3							2,00	AT	MUITO MOLE*	Argila siltosa pouco arenosa, com detritos vegetais, variegada (vermelha)	3,82 01/10/20																					
15 15 20		4																																	
1 2 2		5								4,60	MOLE*	Argila siltosa pouco arenosa, variegada (vermelha)																							
15 15 15		1	1																																
1 2 3		1	1							5,50	AL	FOFA** MEDIA. COMP**	Areia média pouco argilosa, com pedregulhos grossos, variegada (amarela)																						
15 15 15		3	4	6	10																														
770,25		6,00	3	4	6	10					8,00	SARBPR	MEDIA*		Argila silto-arenosa, variegada (vermelha)																				
15 15 15		4	7	8	15																														
15 15 15		5	8	15	23																														
15 15 15		9	17	28	>40																														
15 15 15									9,72	DURA*			Argila silto-arenosa, variegada (marrom)																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Leitura</th> <th>Data</th> <th>N.A.(m)</th> <th>Método</th> <th>Início(m)</th> <th>Fim(m)</th> <th>Lavagem por tempo - 10 min.</th> <th>NOTA :</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INICIAL</td> <td>01/10/20</td> <td>4,70</td> <td>T. Cavadeira</td> <td>0,00</td> <td>4,00</td> <td>Profun. de Início (m) : 9,70</td> <td rowspan="3">Para melhor verificação do nível d'água, abrir poço de maior diâmetro na época da obra.</td> </tr> <tr> <td>FINAL</td> <td>01/10/20</td> <td>3,82</td> <td>T. Espiral</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>Estagio 1 (cm) : 1,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Lavagem</td> <td>4,50</td> <td>9,72</td> <td>Estagio 2 (cm) : 1,00 Estagio 3 (cm) : 0,00</td> </tr> </tbody> </table>		Leitura	Data	N.A.(m)	Método	Início(m)	Fim(m)	Lavagem por tempo - 10 min.	NOTA :	INICIAL	01/10/20	4,70	T. Cavadeira	0,00	4,00	Profun. de Início (m) : 9,70	Para melhor verificação do nível d'água, abrir poço de maior diâmetro na época da obra.	FINAL	01/10/20	3,82	T. Espiral	---	---	Estagio 1 (cm) : 1,00				Lavagem	4,50	9,72	Estagio 2 (cm) : 1,00 Estagio 3 (cm) : 0,00	<p>OBS. : AT-ATERRO/AL-ALUVIÃO/SARBPR-SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA DA BACIA DO PARANÁ. MATERIAL IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO (PROVÁVEL: ROCHA OU MATAÇÃO). APÓS O TÉRMINO DA SONDAGEM FOI DETERMINADO O FECHAMENTO DO FURO POR MOTIVO DE SEGURANÇA.</p>		<p>São Paulo, 11 de outubro de 2020</p> <p></p> <p>Responsável Técnico</p>	
Leitura	Data	N.A.(m)	Método	Início(m)	Fim(m)	Lavagem por tempo - 10 min.	NOTA :																												
INICIAL	01/10/20	4,70	T. Cavadeira	0,00	4,00	Profun. de Início (m) : 9,70	Para melhor verificação do nível d'água, abrir poço de maior diâmetro na época da obra.																												
FINAL	01/10/20	3,82	T. Espiral	---	---	Estagio 1 (cm) : 1,00																													
			Lavagem	4,50	9,72	Estagio 2 (cm) : 1,00 Estagio 3 (cm) : 0,00																													

A reprodução deste documento dependerá de autorização prévia por escrito, não sendo permitida sua reprodução parcial.

Endereço para correspondência: Av. Ayrton Senna da Silva, 300, sala 211 - Ed Palhano Business Center - Gleba Palhano - CEP 86050-460 Londrina / PR

Endereço da sede: Rua Romano Ranieri, 266, Jardim Granville - CEP 86200-000 Ibitiporã / PR

Fone (43)3066-1700 - Email - comercial@htcbrasil.net - www.htcbrasil.net

CNPJ: 19.504.306/0001-03 - INSC. EST:90.652.301-91.

Página 28 de 44

Bem Aventurado o homem a quem o Senhor não imputa maldade e em cujo espírito não há engano.

10 TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente volume contém os Estudos Preliminares referentes à Contratação de Empresa Especializada para Execução de Projeto Executivo de 06 (seis) pontes sobre o Rio Lavapés no município de Botucatu/SP

Sendo o presente relatório de estudos preliminares sobre a Ponte Prof. Gustavo Dias Assunção. Conforme o contrato firmado entre Prefeitura Municipal de Botucatu e a empresa HTC BRASIL EIRELI – ME.

Londrina / PR, 08 de Janeiro de 2021

HTC BRASIL

Eng. Civil e Especialista Marcelo A. C. P. Quintanilha
CREA PR-20.795/D – RG 3.434.594-5 SSP/PR
Representante Legal