



PREFEITURA DE CAUCAIA

Secretaria Municipal de Infraestrutura



Char "Pórtier Informática"

Nota de Serviço de Terraplanagem: Pílad - Traçado Completo - Terrapla

Data: 24/01/20 Hora: 11:50 Página: 1

Projeto: Local

Estaca	Lado Esquerdo						Eixo						Lado Direito						
	Distância	Cota	Altura	Distância	Cota	Altura	Distância	Cota	Altura	Distância	Cota	Altura	Distância	Cota	Altura				
0	0,0000	6,012	0,472	3,2500	5,537	3,2500	5,512	-3,00	0,000	5,534	0,450	3,2500	5,532	-3,00	3,2500	5,537	3,5978	0,000	0,374
1	3,6912	6,008	0,477	3,2500	5,561	3,2500	5,501	-3,00	0,161	6,008	0,500	3,2500	5,561	-3,00	3,2500	5,561	3,6418	6,148	0,581
2	7,3824	6,150	0,571	3,2500	5,585	3,2500	5,565	-3,00	0,133	5,882	0,450	3,2500	5,588	-3,00	3,2500	5,565	3,6673	6,211	0,626
3	11,0736	5,047	0,665	3,2500	5,387	3,2500	5,287	-3,00	0,027	5,484	0,445	3,2500	5,387	-3,00	3,2500	5,387	3,7085	6,070	0,680
4	14,7648	6,256	0,665	3,2500	5,188	3,2500	5,188	-3,00	0,079	5,255	0,391	3,2500	5,188	-3,00	3,2500	5,188	3,7377	6,220	0,732
5	18,4560	6,052	0,600	3,2500	4,990	3,2500	4,990	-3,00	0,464	5,088	0,397	3,2500	4,990	-3,00	3,2500	4,990	3,8002	5,610	0,830
6	22,1472	5,398	0,486	3,2500	4,800	3,2500	4,800	-3,00	0,447	4,897	0,450	3,2500	4,800	-3,00	3,2500	4,800	3,8500	5,677	0,777
7	25,8384	6,506	0,443	3,2500	5,551	3,2500	5,551	-3,00	0,555	6,442	0,493	3,2500	5,551	-3,00	3,2500	5,551	3,8900	6,256	0,265
8	29,5296	5,393	0,358	3,2500	6,744	3,2500	6,744	-3,00	0,321	6,840	0,520	3,2500	6,744	-3,00	3,2500	6,744	3,9200	5,348	0,387
9	33,2208	5,075	0,503	3,2500	6,873	3,2500	6,873	-3,00	0,243	6,970	0,420	3,2500	6,873	-3,00	3,2500	6,873	3,9500	5,320	0,557

Sistema topográfico SE © 1998 - 2002 Char "Pórtier Informática"



Char "Pórtier Informática"

Nota de Serviço de Terraplanagem: Pílad - Traçado Completo - Terrapla

Data: 24/01/20 Hora: 11:57 Página: 1

Projeto: Local

Estaca	Lado Esquerdo						Eixo						Lado Direito						
	Distância	Cota	Altura	Distância	Cota	Altura	Distância	Cota	Altura	Distância	Cota	Altura	Distância	Cota	Altura				
9	36,9120	5,301	0,373	3,2500	6,878	3,2500	6,878	-3,00	0,238	6,975	0,464	3,2500	6,878	-3,00	3,2500	6,878	3,9800	5,382	0,401
10	40,6032	5,954	0,152	3,2500	5,778	3,2500	5,778	-3,00	0,608	5,875	0,227	3,2500	5,778	-3,00	3,2500	5,778	3,9154	5,534	0,204
11	44,2944	6,090	0,150	3,2500	5,136	3,2500	5,136	-3,00	0,582	5,233	0,450	3,2500	5,136	-3,00	3,2500	5,136	3,9837	6,076	0,628
12	47,9856	6,077	0,817	3,2500	5,284	3,2500	5,284	-3,00	0,858	5,381	0,495	3,2500	5,284	-3,00	3,2500	5,284	3,7283	6,078	0,714
13	51,6768	6,121	0,858	3,2500	5,582	3,2500	5,582	-3,00	0,031	5,679	0,400	3,2500	5,582	-3,00	3,2500	5,582	3,8752	6,020	0,458
14	55,3680	6,203	0,616	3,2500	5,584	3,2500	5,584	-3,00	0,010	5,681	0,338	3,2500	5,584	-3,00	3,2500	5,584	3,8138	6,110	0,548
15	59,0592	6,399	0,518	3,2500	5,725	3,2500	5,725	-3,00	0,272	5,827	0,450	3,2500	5,725	-3,00	3,2500	5,725	3,9061	6,262	0,537
16	62,7504	6,406	0,687	3,2500	5,793	3,2500	5,793	-3,00	0,351	5,890	0,481	3,2500	5,793	-3,00	3,2500	5,793	3,8254	6,281	0,488
17	66,4416	6,648	0,611	3,2500	6,027	3,2500	6,027	-3,00	0,511	6,134	0,477	3,2500	6,027	-3,00	3,2500	6,027	3,8481	6,604	0,567
18	70,1328	6,662	0,627	3,2500	6,210	3,2500	6,210	-3,00	0,702	6,317	0,450	3,2500	6,210	-3,00	3,2500	6,210	3,8608	6,610	0,610
19	73,8240	6,711	0,497	3,2500	6,446	3,2500	6,446	-3,00	0,071	6,543	0,528	3,2500	6,446	-3,00	3,2500	6,446	3,8308	7,317	0,371
20	77,5152	6,855	0,250	3,2500	6,663	3,2500	6,663	-3,00	0,200	6,770	0,450	3,2500	6,663	-3,00	3,2500	6,663	3,4487	6,940	0,289
21	81,2064	7,031	0,532	3,2500	6,890	3,2500	6,890	-3,00	0,351	7,038	0,315	3,2500	6,890	-3,00	3,2500	6,890	3,8303	7,359	0,426
22	84,8976	7,775	0,458	3,2500	7,317	3,2500	7,317	-3,00	0,775	7,414	0,300	3,2500	7,317	-3,00	3,2500	7,317	3,9560	7,779	0,459
23	88,5888	7,828	0,471	3,2500	7,451	3,2500	7,451	-3,00	0,988	7,548	0,450	3,2500	7,451	-3,00	3,2500	7,451	3,8888	7,863	0,415
24	92,2800	6,109	0,654	3,2500	7,451	3,2500	7,451	-3,00	0,930	7,543	0,382	3,2500	7,451	-3,00	3,2500	7,451	3,8888	7,920	0,470
25	95,9712	6,243	0,782	3,2500	7,461	3,2500	7,461	-3,00	0,804	7,544	0,450	3,2500	7,461	-3,00	3,2500	7,461	3,8311	8,032	0,581
26	99,6624	6,211	0,675	3,2500	7,336	3,2500	7,336	-3,00	0,117	7,433	0,354	3,2500	7,336	-3,00	3,2500	7,336	3,8667	8,140	0,613
27	103,3536	6,328	0,662	3,2500	7,682	3,2500	7,682	-3,00	0,233	7,781	0,450	3,2500	7,682	-3,00	3,2500	7,682	3,8154	8,234	0,548
28	107,0448	6,203	0,602	3,2500	7,451	3,2500	7,451	-3,00	0,004	7,540	0,450	3,2500	7,451	-3,00	3,2500	7,451	3,8011	8,278	0,757

Sistema topográfico SE © 1998 - 2002 Char "Pórtier Informática"

✍



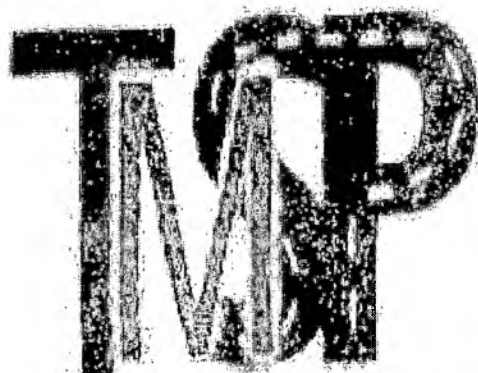
PREFEITURA DE
CAUCAIA

Secretaria Municipal
de Infraestrutura



PONTE SÃO MIGUEL

ESTUDOS GEOTÉCNICOS



LAB. TEMASP - TECNOLOGIA DE MECÂNICA
DOS SOLOS E PAVIMENTAÇÃO

RELATÓRIO DE SONDAGENS

RUA ANA GONÇALVES, 08 - A • TALIAPÉ • CEP 60130-490 • FORTALEZA-CE
FONE: (85) 2023-6977 / 9957-4104 / 0670-9343
C.N.P.J. 09.524.039/0001-82.

✍

Página 166 de 367

Rodovia CE-090 KM 01, nº 1076, Itambé

Caucaia/CE - CEP: 61600-970



PREFEITURA DE CAUCAIA

Secretaria Municipal de Infraestrutura



ASSUNTO: sondagem à percussão do tipo SPT (Standard Penetration Test)

CLIENTE: Certare Engenharia e Consultoria Ltda

Fortaleza (ce) 21 de novembro de 2019

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	1-2
1 INTRODUÇÃO.....	1-3
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	1-3
2.2 SONDAJENS ROTATIVAS.....	1-3
3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	2-4
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	3-5

Janiel Sivan do Carmo
Diretor
CREAM/CE 13220
RPM 11/2008-2

✍



Fortaleza 21 de novembro 2019
Comarc Engenharia e Consultoria Ltda
Obras: Construção de uma ponte na rua São Carlos no Bairro São Miguel - Caucaia - CE.
ASSUNTO: Sondagem à Percussão do Tipo SPT (Standard Penetration Test)

Przados Senhores,

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório trata da apresentação dos resultados dos seguintes serviços de investigação geotécnica realizadas no ponto localizada na Rua São Carlos no bairro São Miguel, Caucaia-CE.

Sondagens rotativa mista BWS.

Os serviços foram realizados no período compreendido entre 04 de novembro de 2019 a 12 de novembro de 2019.

MATERIAIS E MÉTODOS:

- NBR 6484/1990 - Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos;
- NBR 9903 - sondagem a trado;
- NBR 7250/1982 - Identificação e descrição de amostras de solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos.

1.1 SONDAGENS ROTATIVAS

Na execução das sondagens foram obedecidas as recomendações da norma DNER PRO 102/87 - Sondagem de reconhecimento pelo método rotativo. Para a realização das sondagens rotativas utilizou-se uma coroa adamantina de diâmetro BWS, com 50 mm de diâmetro externo e 18 mm de diâmetro interno, acoplada a um burilado simples. Para a perfuração dos furos foi utilizada uma máquina rotativa pneumática.

Para a extração das amostras utilizou-se o método de coleta dos resíduos sólidos nos barrilete em cada manobra. Os testemunhos foram devidamente acondicionados e levados ao laboratório para classificação geológica, e os valores de penetração de

Anexo 01 (Folha 02 de 03)
SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA

7



recuperação, número de picos do testemunho e Índice RQD ("Rock Quality Designation") são apresentados nos perfis individuais de sondagem.

2 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

2.1 SONDAJENS ROTATIVAS

Na Tabela 1 é apresentada a identificação do furo, a profundidade na qual o nível de água foi encontrado na sondagem, a data de realização da sondagem, as coordenadas geográficas da sondagem.

Tabela 1 – Identificação e localização do furo de sondagem

FURO	NÍVEL D'ÁGUA (m)	DATA	COORDENADAS	
			UTM	PROF. DO FURO (m)
SM-01	0,00	04/11/2019	054292805585747	14,80
SM-02	0,70	11/11/2019	054291005585744	14,70

São apresentadas nos apêndices, o croqui com a localização dos furos de sondagem e a perfil individual de sondagem obtidos, no qual apresenta-se o valor da profundidade do furo.

Observa-se a partir das sondagens realizadas que o perfil do solo observado nas sondagens não tem variação de profundidade entre 2 a 6 metros sendo caracterizado como uma areia grossa pedregulhosa de cor cinza.

O perfil litológico obtido através das sondagens rotativas foi descrito como uma areia silteosa cinza (alteração de rocha) com profundidade inicial entre 6 a 11 metros.

O perfil litológico obtido através das sondagens rotativas foi descrito como um gnaisses migmatitos do Pré-cambriano com profundidade inicial entre 11 a 14 metros.

Anteprojeto das Fundações

Conforme Item 6.4.2 da Norma NBR 6484 - Solos - Sondagens de Simplex Reconhecimento com SPT, para tipo de obra e da natureza do subsolo chegou-se à seguinte conclusão:

• Adoção das sondagens SM 01 e SM02. Recomenda-se Fundação indireta assentada sobre estacas tipo Hélice Contínua na profundidade de 11,0m.

Julio Sivaldo Guarez 2-4
Engenheiro Civil
RPM 000000000

7

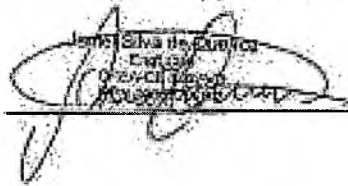


É prudente mencionar ainda que o anteprojeto das fundações de uma obra serve como indicativo de provável solução que deverá ser adotada fornecendo, portanto, indícios preliminares da ordem de grandeza dos custos de execução das fundações da obra, nunca devendo substituir o "PROJETO DAS FUNDAÇÕES" em que todos os requisitos do projeto deverão ser verificados.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos têm validade restrita às condições vigentes e procedimentos realizados.

Fortaleza (CE), 21 de novembro de 2019.


Jansilva de Castro
Engenheira
Civil
R. ...



PREFEITURA DE
CAUCAIA

**Secretaria Municipal
de Infraestrutura**



Apêndice 1 – Perfis Individuais das Sondagens

Assinatura: [Illegible]
Cargo: [Illegible]
Data: [Illegible]

[Handwritten mark]



PREFEITURA DE
CAUCAIA

**Secretaria Municipal
de Infraestrutura**



PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAÇÃO MISTA									
AMOSTRADOR: 4 2 102, Diâmetro: 100mm					Módulo: 125kg			QUEM: Tean	
SPT-01		ESTACA		PROFUNDIDADE		INDICADOR DE QUALIDADE			
PERCUSSÃO									
Prof. (m)	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º
1.0	1	1	2	3	4	5	6	7	8
2.0	4	4	6	9	12	15	18	21	24
3.0	3	2	3	6	9	12	15	18	21
4.0	8	13	22	35	48	61	74	87	100
4.7	49/4	1	1	33/4					
5.0	—	—	40/3	40/3					
7.0	45/5	40/3	—	40/5					
8.0	25/5	20/5	—	20/4					
9.0	40/5	—	—	40/5					
10.0	—	—	30/7	30/7					
11.0	33/4	—	—	33/3					
12.0									
13.0									
14.0									
OBSERVAÇÕES: Diâmetro da Água 100mm, SPT-01							REDUZIÇÃO (%)		
END DA OBRA: RUA DO CANAL SÃO MIGUEL, CAUCAIA - CE									
AUTORIZADOR: TEREZCHI		PROJ. EXECUTIVO			PREFEITURA MUNICIPAL DE CAUCAIA				
DATA: 04/11/2018		TERMO: 05/11/2018			DATA: 21/11/2018		Assinatura do Cliente		

Assinatura do Cliente

4



PREFEITURA DE
CAUCAIA

Secretaria Municipal
de Infraestrutura



PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM INSTA									
AMOSTRADOR: D _{ext} = 2,00", D _{int} = 1,50"					Matrax: 05 kg		QUEDA: 75cm		
INDICADOR		COTAGEM		ESTADO		PROFUND.		ACUMULADO	
SPT-60						6335 kg		31857kg	
PERCUSSÃO									
PROFUND.	1º TPO	2º TPO	3º TPO	4º TPO	5º TPO	6º TPO	CLASSE DE MATERIAL	RELAÇÃO	RECUPER.
1.0	1	1	1	1	1	1	Areia grossa com cascalho e pedras de calcário		
2.0	2	2	2	2	2	2	Areia média com pedras de calcário e cascalho de cor cinza		
3.0	3	3	3	3	3	3			
4.0	4	3	4	4	4	4	Areia média com pedras de calcário e cascalho de cor cinza		
5.0	4.5	4	4	4	4	4			
6.0	5	5	5	5	5	5	Areia média com pedras de calcário e cascalho de cor cinza		
7.0	4.0	5.0	5	5	5	5			
8.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	Areia média com pedras de calcário e cascalho de cor cinza		
9.0	2.0	2	2	2	2	2			
10.0	1	1	1	1	1	1	Areia média com pedras de calcário e cascalho de cor cinza		
11.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5			
12.0							Gravilha com pedras de calcário e cascalho		
13.0									
14.7									
OBSERVAÇÕES: O nível da Água foi encontrado a 0,70m.								RECUPERAÇÃO (%)	
END DA OBRARIA DO CANAL, SÃO MIGUEL, CAUCAIA - CE									
AMOSTRADOR		PROF. DO BAST.		PREFEITURA MUNICIPAL DE CAUCAIA					
TERZAGHI									
INDIC.		INDIC.		DATA		ASSIN.			
04/11/2010		12/11/2010		20/11/2010		José Siqueira Junior			

2



PREFEITURA DE
CAUCAIA

**Secretaria Municipal
de Infraestrutura**



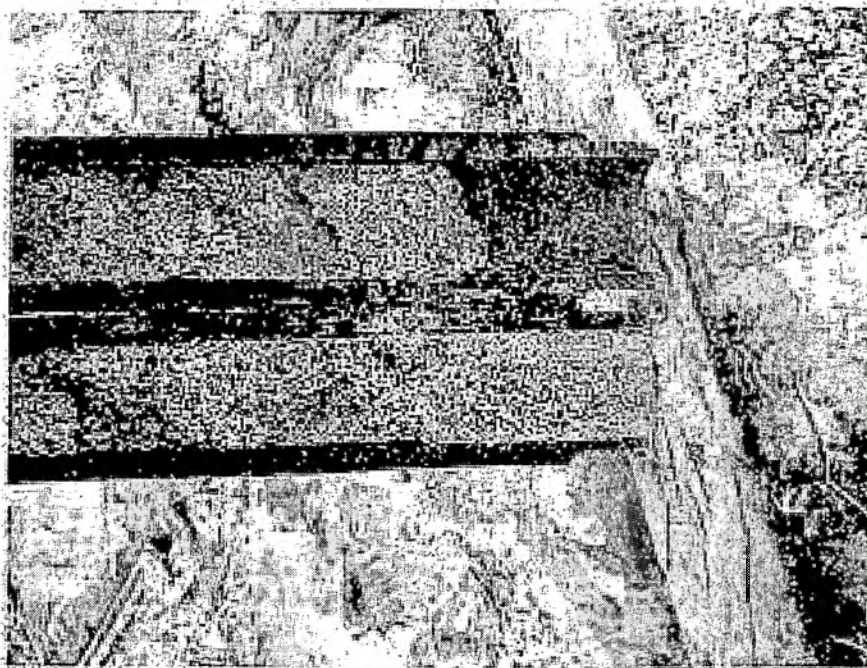
Apêndice 2 – Documentação Fotográfica das Sondagens

Janiel Silveira de Albuquerque
Engenheira Civil
CREA 20-434210-3
RUA JOSEFA 2

**REGISTRO FOTOGRÁFICO
DE SONDADEM MISTA SÃO MIGUEL**



SMA-1 batendo SPT 04/11/2019

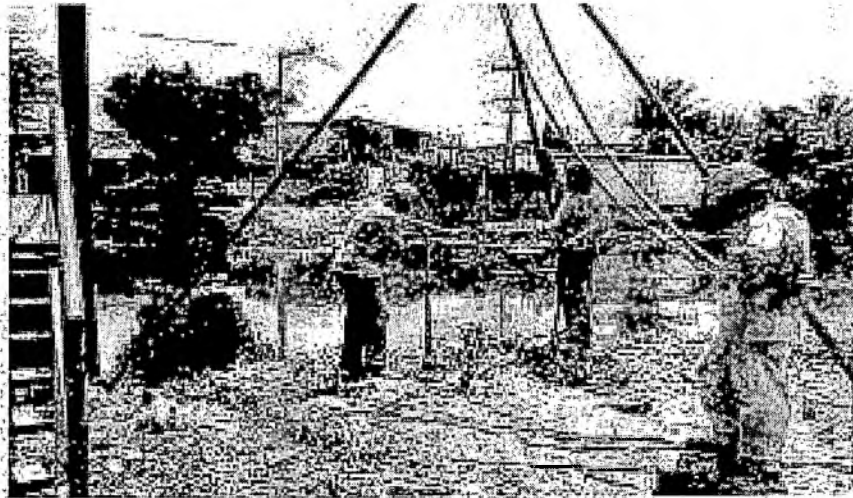


SMA-1 coleta de material no amostrador

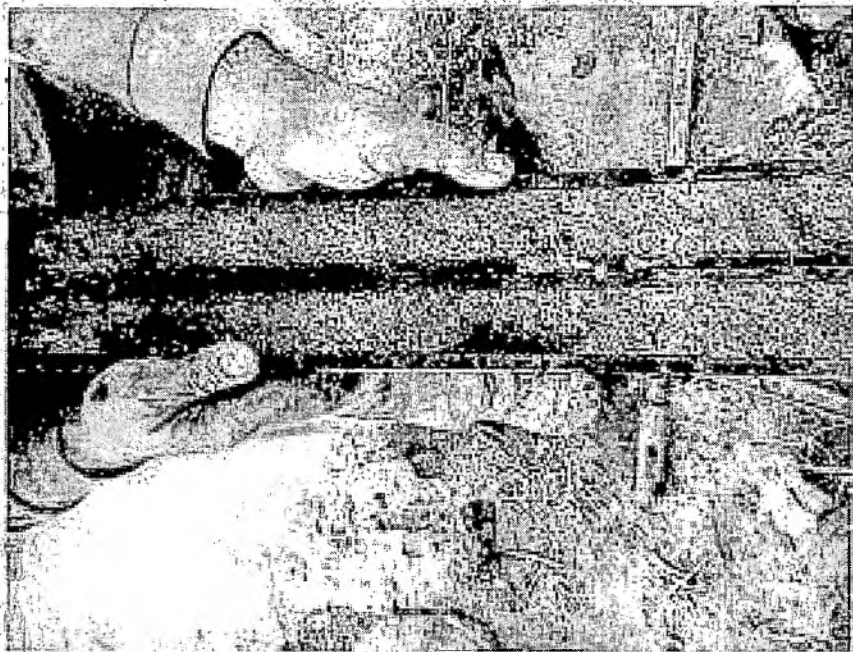
Juliano Silva do Nascimento
Engenheiro Civil
CREA/CE 044250
1470534000002

[Handwritten signature]

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SONDADEMI MISTA SÃO MIGUEL



SM-2 Infilando a trado 05/11/2019



SM-2 coleta de material no amostrador

Janail Siqueira
Coordenadora
Mestranda

[Handwritten signature]



**Secretaria Municipal
de Infraestrutura**

ESTUDOS HIDROLÓGICOS



ESTUDOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

Fortaleza, novembro de 2019

[Handwritten mark]

Página 178 de 367

Rodovia CE-090 KM 01, nº 1076, Itambé

Caucaia/CE - CEP: 61600-970

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	2
LISTA DE TABELAS	3
1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO	5
2 CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA	8
2.1 Principais Parâmetros	8
2.1.1 Temperatura	8
2.1.2 Umidade Relativa	9
2.1.3 Insolação Média	10
2.1.4 Nebulosidade	11
2.1.5 Precipitação Total	12
2.1.6 Evaporação total média	13
2.1.7 Evapotranspiração	14
2.1.8 Balanço Hídrico	15
3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA	18
4 ESTUDO DE CHEIA	22
4.1 Introdução	22
4.2 Metodologia	22
4.3 Estudo de Chuvas Intensas	23
4.3.1 Método das Isozonas (TORRICO, 1975)	24
4.3.2 Valores Extremos	26
4.3.3 Precipitação Efetiva	35
4.3.4 Hidrograma Unitário – SCS	37
5 ESTUDO HIDRÁULICO	40
5.1 Definição das Seções Transversais	40
5.2 Condições de Contorno da Modelagem com o HEC-RAS	41
5.2.1 Coeficiente de Manning	41
5.2.2 Declividade do Trecho a Simular e Condições de Contorno	42
5.3 Resultados da Modelagem com o HEC-HAS	42

7



LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Temperaturas Médias Máximas, Mínimas e Compensadas.....	9
Figura 2.2 - Umidade Relativa Média.....	10
Figura 2.3 - Insolação total média.....	11
Figura 2.4 - Nebulosidade.....	12
Figura 2.5 - Distribuição temporal da precipitação.....	13
Figura 2.6 - Evaporação total média.....	14
Figura 2.7 - Balanço Hídrico.....	15
Figura 2.1 - Altimetria da Bacia.....	20
Figura 4.1 - Método das Isozonas de Taborga.....	25
Figura 4.2 - Variação da precipitação anual do posto Caucaia.....	26
Figura 4.3 - Âbaco de desagregação da chuva diária.....	31
Figura 4.4 - Histograma para o Período de Retorno de 25 anos.....	33
Figura 4.5 - Histograma para o Período de Retorno de 50 anos.....	34
Figura 4.6 - Histograma para o Período de Retorno de 100 anos.....	34
Figura 5.1 - Lâmina d'água da seção imediatamente a montante da ponte - Vazão de Projeto com TR = 100 anos.....	44
Figura 5.2 - Lâmina d'água da seção imediatamente a jusante da ponte - Vazão de Projeto com TR = 100 anos.....	45
Figura 5.3 - Curva chave da seção imediatamente a montante da ponte - Vazão de Projeto com TR = 100 anos.....	46
Figura 5.4 - Curva chave da seção imediatamente a jusante da ponte - Vazão de Projeto com TR = 100 anos.....	47



PREFEITURA DE
CAUCAIA

**Secretaria Municipal
de Infraestrutura**



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel



1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

4

[Handwritten mark]



1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

O presente relatório apresenta os estudos hidrológicos e hidráulicos desenvolvidos para determinação das lâminas d'água máximas sob a ponte São Miguel, projetadas para permitir uma travessia no município de Caucaia.

A ponte São Miguel (Coordenadas UTM X = 543.859 e Y = 9.585.705), permitirá a travessia do Riacho São Miguel, interligando as ruas Suécia e São Lucas. A Figura 1.1 apresenta o mapa de localização da estrutura proposta.

Os estudos iniciaram-se com a caracterização climática da área, tendo-se coletado e analisado informações de estações próximas.

Em seguida, nos estudos pluviométricos, coletaram-se as informações das estações próximas à região. Foram elaborados os estudos de caracterização do regime pluviométrico e de chuvas intensas a partir dos dados de chuvas analisados.

No capítulo seguinte, são apresentados os estudos de cheia afluente às seções da ponte São Miguel. Devido à ausência de dados observados, utilizou-se metodologia baseada no método do SCS (Soil Conservation Service).

Por fim, é apresentado o estudo hidráulico, simulando o comportamento das vazões ao passar pelas seções livres da ponte, determinado assim, a altura da lâmina d'água máximas.



PREFEITURA DE
CAUCAIA

**Secretaria Municipal
de Infraestrutura**



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel



Figura 1.1 - Mapa de Localização



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel

2 - CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

7

7

Página 183 de 367

Rodovia CE-090 KM 01, nº 1076, Itambé

Caucaia/CE - CEP: 61600-970



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel

2 CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

A abordagem da climatologia visa caracterizar a área de implantação da ponte São Miguel, descrita anteriormente, nos seus mais variados elementos hidrometeorológicos. Para caracterizar a hidroclimatologia da região foram consideradas representativas a plataforma de coleta de dados (PCD) localizada no município de Fortaleza e a estação hidroclimatológica de Fortaleza, situada no município homônimo, uma vez que este município possui características hidrometeorológicas semelhantes à região de interesse. A caracterização hidroclimatológica da zona será feita utilizando-se os dados fornecidos pelo INMET (1992), os quais foram obtidos a partir do monitoramento das variáveis de interesse durante os anos de 1961 a 1990 em conjunto com os dados obtidos na plataforma de coleta de dados supracitada.

2.1 Principais Parâmetros

2.1.1 Temperatura

A distribuição temporal da temperaturas diárias mostra pequenas variações para três pontos discretos de monitoramento realizadas às 12:00, 18:00 e 24:00 do tempo do meridiano de Greenwich - TMG; sendo tais flutuações processadas, sob uma visão contínua no tempo, com pequenos gradientes.

A temperatura média compensada é obtida por ponderação entre as temperaturas observadas na estação meteorológica, fazendo-se uso da fórmula estabelecida pela Organização Meteorológica Mundial - OMM:

$$T_{comp} = \frac{T_{12} + 2T_{24} + T_{MAX} + T_{MIN}}{5}$$

Em que:

T_{comp} = Temperatura média compensada;

T₁₂ = Temperatura observada às 12:00 TMG;

T₂₄ = Temperatura observada às 24h00min TMG;

T_{MAX} = Temperatura máxima do dia;

T_{MIN} = Temperatura mínima do dia.

A temperatura média compensada apresenta uma pequena variação de 1,6 °C, isso para os meses de julho (25,7 °C) e janeiro e dezembro (27,3 °C). As médias máximas e médias mínimas extremas ocorrem, respectivamente, nos meses de

8

7

Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel

novembro e dezembro (30,7 °C) e julho (22,1 °C), conforme se observa na Tabela 2.1 e na Figura 2.1.

Tabela 2.1 - Temperaturas Médias Máximas, Mínimas e Compensadas (°C).

Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Máxima	30,5	30,1	29,7	29,7	29,1	29,5	29,5	29,1	29,2	30,5	30,7	30,7
Comp.	27,3	26,7	26,3	26,5	26,3	26,9	25,7	26,1	26,6	27,0	27,2	27,3
Mínima	24,7	23,2	23,8	23,4	23,4	22,1	21,8	22,8	23,4	24,5	24,4	24,6

FONTE: INMET (1992)

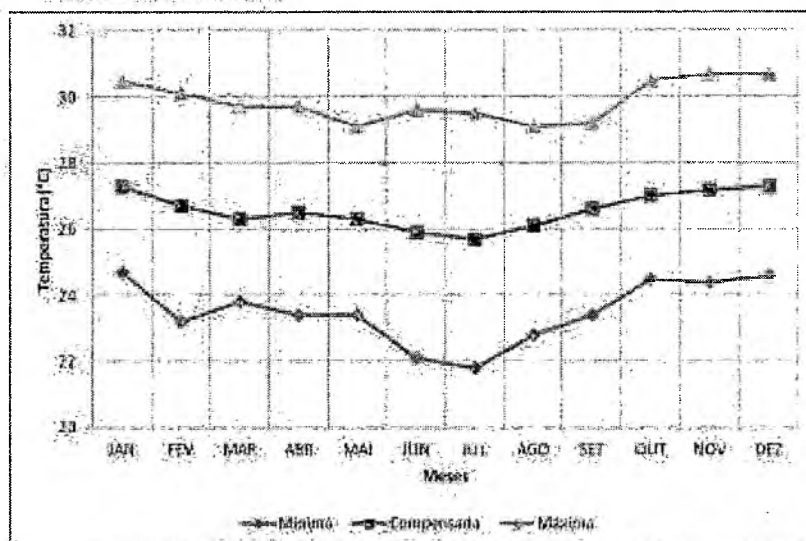


Figura 2.1 - Temperaturas Médias Máximas, Mínimas e Compensadas.

2.1.2. Umidade Relativa:

A umidade relativa média possui uma variação máxima de 12% ocorrida entre os meses de abril (85%) e outubro (73%), como pode ser verificada na Tabela 2.2 e na Figura 2.2.

Tabela 2.2 - Umidade Relativa Média.

Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
%	78,0	79,0	84,0	85,0	82,0	80,0	80,0	75,0	74,0	73,0	74,0	75,0

FONTE: INMET (1992).

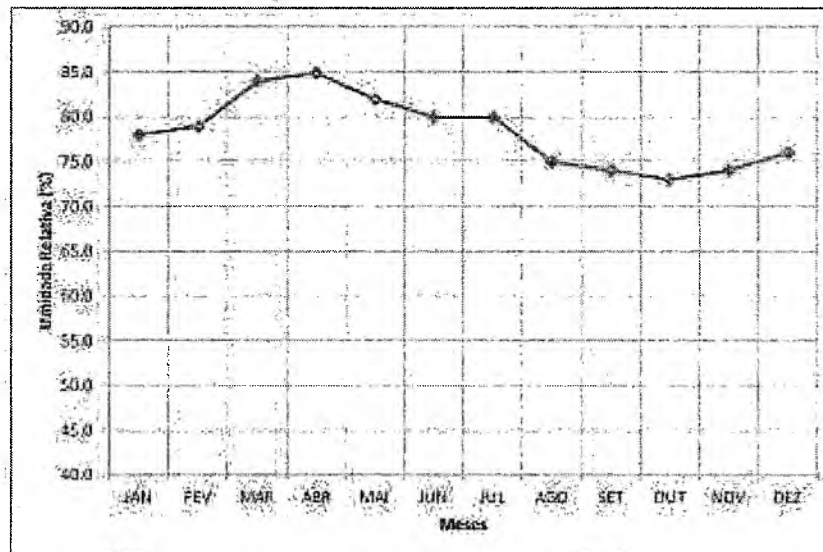


Figura 2.2 - Umidade Relativa Média.

Os índices de umidade relativa médios resultam de uma composição de efeitos climatológicos, levando-se em consideração a pluviometria a qual é o principal componente do fenômeno.

2.1.3 - Insolação Média

A Tabela 2.3 e a Figura 2.3 mostram, respectivamente, o número de horas médio de exposição solar e sua distribuição mensal. Em termos médios anuais têm-se 2.476 horas de exposição, podendo-se concluir que cerca de 57% dos dias do ano possui incidência solar direta (admitindo-se que o dia está composto por 12 horas de luz diurna e 12 horas de luz noturna). Durante o trimestre setembro/outubro/novembro

Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel

ocorrem os maiores valores de horas de insolação, ao passo que os menores valores ocorrem no trimestre fevereiro/março/abril. O mês de outubro apresenta o maior índice de insolação (296 horas) e o mês de março o menor (148 horas).

Tabela 2.3 - Insolação Média.

Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Horas	216,0	175,0	146,0	153,0	209,0	240,0	263,0	169,0	283,0	296,0	263,0	257,0

FONTE: INMET (1992)

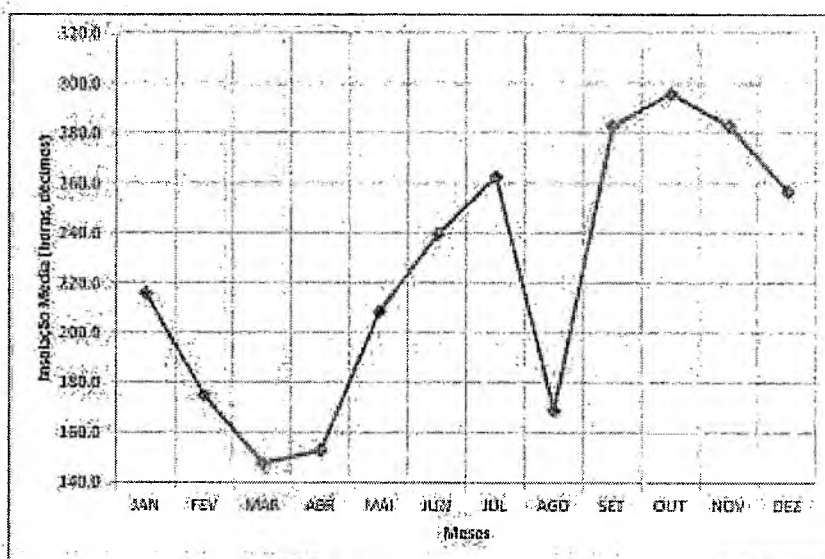


Figura 2.3 - Insolação total média.

2.1.4 Nebulosidade

Segundo os dados utilizados, a região apresenta uma variação máxima na nebulosidade de 4,0, sendo março e abril os meses de maior índice de nebulosidade (7,0) e o de menor agosto (3,0). Esta variável é avaliada por um fator adimensional que varia de 0 a 10. A Tabela 2.4 e a Figura 2.4 permitem observar a variação temporal desta variável.

Tabela 2.4 - Nebulosidade.

Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0-10	6	6	7	7	6	5	4	3	4	4	5	5

FONTE: INMET (1992)

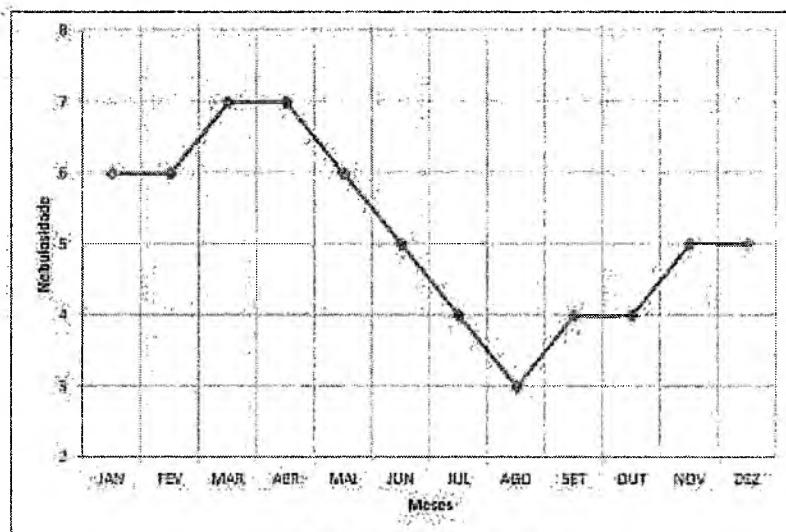


Figura 2.4 - Nebulosidade.

2.1.5. Precipitação Total

A precipitação total anual média observada na região é de 076,6 mm, obtida a partir dos dados pluviométricos do posto Cascavel (2883256). O trimestre mais chuvoso é fevereiro/março/abril com 31% do total e o trimestre menos chuvoso é agosto/setembro/outubro em que precipita menos de 3% do total anual. O mês mais chuvoso é março (24% do total anual) e no mês de outubro ocorre o menor índice de precipitação (3,9mm). A distribuição temporal da precipitação é apresentada na Tabela 2.5 e na Figura 2.5.



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

Tabela 2.6 - Distribuição temporal da precipitação.

Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
mm	99,6	137,9	231,3	223,4	127,7	76,7	24,4	9,9	8,8	3,9	4,6	29,5

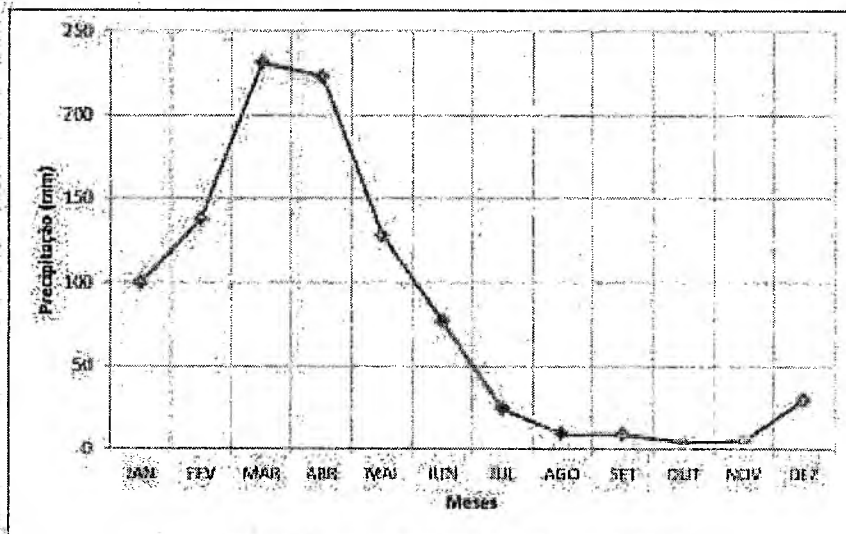


Figura 2.5 - Distribuição temporal da precipitação.

2.1.6. Evaporação total média

A evaporação média anual na estação da Fortaleza - CE, medida em lanque-tipo classe "A" foi de 1.468,0mm, distribuída ao longo dos meses conforme demonstra a Tabela 2.6 e a Figura 2.6.

Tabela 2.6 - Evaporação total média.

Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
mm	120,0	96,0	72,0	60,0	85,0	95,0	120,0	152,0	167,0	173,0	160,0	154,0

FONTES: INMET (1982)

O trimestre que apresenta os maiores valores de evaporação corresponde a setembro/outubro/novembro, ocorrendo o máximo em outubro (173 mm). O trimestre



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

março/abril/maio possui o menor índice de evaporação, ocorrendo o mínimo em abril com 68 mm. Deve-se ressaltar, entretanto, que na adoção destes valores como representativos da evaporação em açudes, devem-se multiplicar estes valores por um coeficiente de correção que varia entre 0,70 e 0,80.

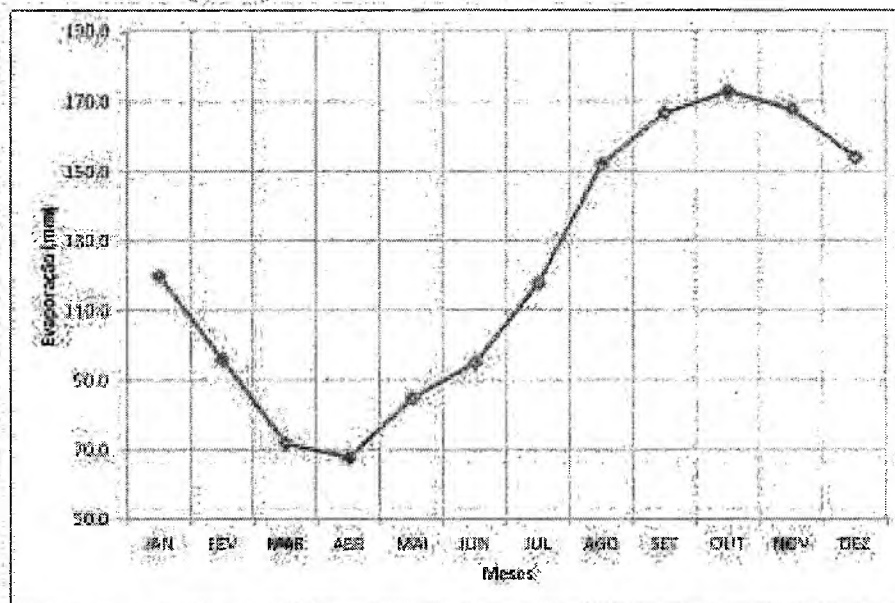


Figura 2.6 - Evaporação total média.

2.1.7. Evapotranspiração

A tabela 1.7 representa a evapotranspiração potencial mensal, obtida através de MARGREAVES, totalizando 1563,1mm. A Figura 1.7 confronta os valores da tabela 1.7 com os valores da precipitação média tabelados na tabela 1.7. Percebe-se, como característica, a ocorrência de déficit hídrico em quase todo o ano, com exceção dos meses março e abril.



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel

Tabela 2.7 - Evapotranspiração potencial.

Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
mm	143,9	128,4	119,1	106,7	110,0	105,9	111,2	135,2	145,1	159,5	151,7	149,4

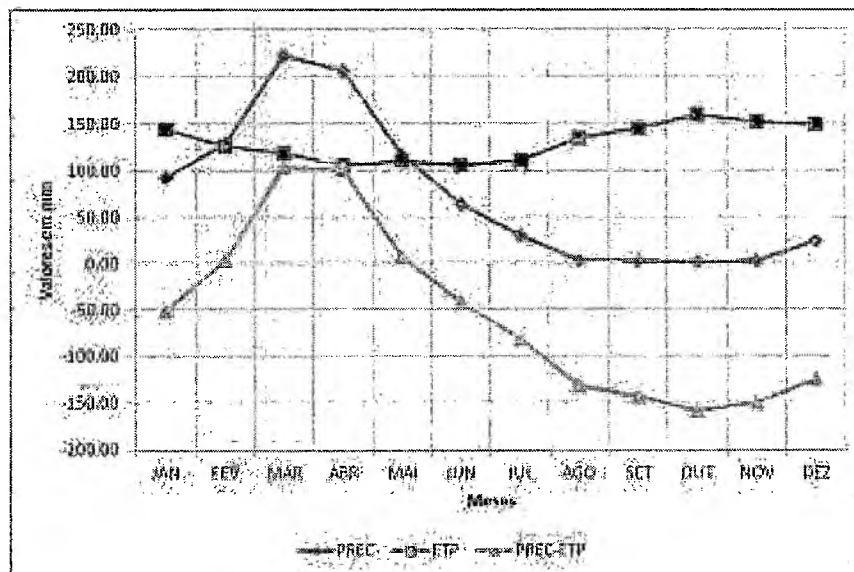
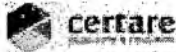


Figura 2.7 - Balanço Hídrico.

2.1.8 Balanço Hídrico

O balanço hídrico climático (BHC) permite estimar as disponibilidades de água no solo para as plantas. O BHC baseia-se na aplicação do princípio da conservação da massa através de um volume de controle com uma capacidade finita de armazenamento. A aplicação do BHC permite conhecer a magnitude dos volumes (ou lâminas) de água transferidos entre cada uma das variáveis que compõe esse balanço, essas variáveis são a precipitação pluvial, o déficit hídrico, a evapotranspiração potencial, a variação no armazenamento de água no solo e o excesso hídrico. Este princípio é a base do balanço hídrico, concebido por Thornthwaite & Mather (1955), e



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

tem sido utilizado amplamente quando não se dispõe de muitos dados para realizar um estudo mais apurado;

Aplicando-se a metodologia do balanço hídrico para a região em questão e supondo-se uma capacidade de armazenamento de 100 mm, obtêm-se a Tabela 2.8:

Tabela 2.8 - Balanço Hídrico segundo Thornthwaite & Mather.

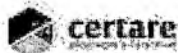
Mês	Temperatura (T) (°C)	Precipitação (P) (mm)	Evapotranspiração Potencial (ETP) (mm)	Precipitação Real (PR) (mm)	Água Armazenada (ARM) (mm)	Evapotranspiração Real (ETR) (mm)	Déficit de Água no Solo (DEF) (mm)	Excedente de Água no Solo (EXC) (mm)
Jan	28	27,30	250,00	56,12	100,00	56,12	-100,00	0,00
Fev	28	28,70	252,00	62,15	100,00	62,15	-100,00	0,00
Mar	28	29,30	230,00	62,07	100,00	62,07	-100,00	0,00
Abr	28	28,40	110,00	110,07	100,00	110,07	0,00	0,00
Mai	28	26,20	200,00	110,05	100,00	110,05	0,00	0,00
Jun	28	24,00	50,00	110,03	100,00	110,03	0,00	0,00
Jul	28	22,10	40,00	110,02	100,00	110,02	0,00	0,00
Ago	28	20,10	10,00	110,00	100,00	110,00	0,00	0,00
Set	28	20,00	10,00	110,00	100,00	110,00	0,00	0,00
Out	28	21,00	10,00	110,00	100,00	110,00	0,00	0,00
Nov	28	22,00	20,00	110,00	100,00	110,00	0,00	0,00
Dez	28	23,00	50,00	110,00	100,00	110,00	0,00	0,00
TOTALS		115,30	1320,00	144,21	1000,00	144,21	0,00	0,00
MEIAS		26,20	114,33	0,00	100,00	114,33	0,00	0,00

Em que T é a temperatura; P, a precipitação; ETP a evapotranspiração potencial, ARM a lâmina de água armazenada, ETR a evapotranspiração real, DEF o déficit de água no solo e EXC a lâmina excedente de água no solo.



PREFEITURA DE
CAUCAIA

**Secretaria Municipal
de Infraestrutura**



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel

3 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA

17

Página 193 de 367

Rodovia CE-090 KM 01, nº 1076, Itambé

Caucaia/CE - CEP: 61600-970



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica na seção da Ponte São Miguel tem 16,5 km², um perímetro de 21,2 km, uma declividade média de 5,0 m/km e um comprimento do curso principal de 8,1 km.

A forma desta bacia pode agora ser caracterizada utilizando estes dados. A forma de uma bacia hidrográfica é importante, pois afeta o tempo de concentração, ou seja, o tempo do início da precipitação para que toda a bacia contribua no seu exutório, podendo assim servir como um indicativo de tendência para enchentes de uma bacia. Bacias pequenas variam muito de formato, dependendo da estrutura geológica da região.

Vários índices podem ser utilizados para determinar a forma de bacias, procurando-a relacioná-la com formas geométricas conhecidas. O fator de compactidade a relaciona com o círculo, enquanto o fator de forma com o retângulo.

Assim, a bacia da Ponte São Miguel pode ser caracterizada por estes índices calculados da seguinte forma.

$$k_c = \frac{P}{2\pi\sqrt{A}}$$

Fator de compactidade:

$$k_f = \frac{A}{L^2}$$

Fator de forma

Em que A é a área, P o perímetro e L o comprimento do curso principal da bacia de interesse. Para a bacia da ponte São Miguel, têm-se que A = 16,5 km², P = 21,2 km e L = 8,1 km, o que resulta em um fator de forma (k_f) de 0,25 e um fator de compactidade (k_c) de 1,47.

Um fator de compactidade próximo a 1 corresponderia a uma bacia circular, e, se outros fatores forem iguais, uma bacia com este índice próximo a 1 teria uma tendência mais acentuada a maiores enchentes. O fator de compactidade da bacia da Ponte São Miguel não é tão próximo de 1, o que indica uma bacia não está muito sujeita a enchentes.

Um fator de forma baixo indica que uma bacia é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma. Isso se deve ao fato de que uma bacia estreita e longa, com baixo k_f, há menos possibilidade de ocorrência de



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão, além de se afastar da condição de bacia circular onde o tributário do curso principal contribuem em um único ponto. O fator de forma para a bacia da Ponte São Miguel é baixo, o que ratifica a tendência do fator de compactidade, bacias não muito sujeitas a enchentes. A Figura 2.1 mostra a bacia da Ponte São Miguel e sua altimetria:





**Secretaria Municipal
de Infraestrutura**



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel

Figura 3.1 - Altimetria da Bacia.

20

Página 196 de 367

Rodovia CE-090 KM 01, n° 1076, Itambé

Caucaia/CE - CEP: 61600-970



PREFEITURA DE
CAUCAIA

**Secretaria Municipal
de Infraestrutura**



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Parte São Miguel



Figura 3.1 - Altimetria da Bacia.

20



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Parte São Miguel



4 - ESTUDO DE CHEIA

21

Página 197 de 367

Rodovia CE-090 KM 01, nº 1076, Itambé

Caucaia/CE - CEP: 61600-970



4 ESTUDO DE CHEIA

4.1 Introdução

A determinação da cheia de projeto para dimensionamento do vertedouro pode ser realizada com base em dados históricos de vazão (métodos diretos) e com base na precipitação (métodos indiretos), estando em ambos os casos associados a um risco previamente escolhido. Diante da escassez de registros históricos de vazões, e mais usual a determinação do hidrograma de projeto com base na precipitação.

O estudo da cheia de projeto é de fundamental importância para a segurança e economia de estruturas hidráulicas, podendo o hidrograma de projeto estar baseado em:

- PMP (precipitação máxima provável) para projetos de importantes obras hidráulicas;
- Cheia padrão para obras hidráulicas de risco intermediário;
- Precipitações associadas a um risco ou probabilidade de ocorrência.

Deve-se deixar claro que o hidrograma de projeto resultante não terá vazão e volume com o mesmo risco, sendo que o risco associado está relacionado com a precipitação escolhida, o que não necessariamente é o mesmo risco da vazão ou do volume resultante. Assim, não é correto referir-se à cheia associada ao hidrograma de projeto com T anos de período de retorno como sendo a cheia centenária (T = 100), milenar (T = 1.000) etc.

4.2 Metodologia

Os métodos estatísticos de obtenção de vazões máximas que utilizam séries históricas de vazões observadas, procedimento comum para bacias naturais, não podem ser aplicados pela escassez de dados ou, ainda, pela sua inexistência. Esta falta de dados dos eventos nas bacias a serem estudadas indicou a escolha de métodos de transformação chuva-deflúvio como metodologia a ser adotada.

A metodologia procura descrever as diversas hipóteses de cálculo da cheia de projeto: a escolha da chuva de projeto, o hidrograma utilizado, a definição da precipitação efetiva, o hidrograma da cheia na bacia e, por fim, o seu amortecimento no



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

sangradouro. A ferramenta a ser utilizada para a implementação desta metodologia será o programa HEC-HMS!

As relações chuva-déflúvio para a bacia da ponte São Miguel será estabelecida utilizando-se o modelo HEC-HMS, um modelo projetado para simular o escoamento superficial em uma bacia, sendo esta representada como um sistema de componentes hidrológicos e hidráulicos. Para as bacias serão estudadas as suas respostas aos hidrogramas de projeto correspondentes a 100, 1.000 e 10.000 anos (T_r = tempo de retorno).

O modelo HEC-HMS permite o uso de várias metodologias para determinação da chuva efetiva, simulação do escoamento superficial em bacia (*overland flow*) e propagação do escoamento em canais e reservatórios. No caso da bacia em estudo, diante dos dados disponíveis, serão adotados os seguintes:

- Método Curva-Número (Soil Conservation Service) na determinação da chuva efetiva;
- Método do Soil Conservation Service na determinação do hidrograma unitário sintético - Escoamento Superficial na bacia (*overland flow*);
- Método de Puls para propagação do escoamento em reservatórios.

4.3 Estudo de Chuvas Intensas

Na análise hidrológica de prováveis obras hidráulicas, os eventos de baixa frequência assumem uma importância maior com relação aos de alta. Aqui foram utilizadas séries anuais de máximos diários escolhidos entre os "n" maiores valores disponíveis na série histórica.

Para projetos de obras hidráulicas, em geral, é importante a caracterização do regime pluviométrico em intervalos de tempo inferiores a 24 horas. A definição da vazão de projeto, por exemplo, de canais integrantes da rede de drenagem, obras d'arte, está vinculada à determinação da relação precipitação-duração-frequência.

Na área em estudo não existem registros de pluviógrafos, sendo que o aparelho mais comum nas estações pluviométricas é o pluviômetro, que é capaz de registrar a precipitação de 1 dia. Isto impossibilita o uso da metodologia convencional, na qual, a partir de chuvas intensas de várias durações registradas em pluviogramas, estabelece-

US ARMY CORPS OF ENGINEERS - HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Fonte São Miguel

se uma equação que relaciona intensidade-duração-frequência para a área de representatividade do aparelho.

Como alternativa ao método tradicional (através de pluviógrafos), têm-se o Método das Relações das Durações e o Método das Isozonas. O estudo realizado considerou o Método das Isozonas.

4.3.1 Método das Isozonas (TORRICO, 1975)²

Este método consiste na desagregação da chuva de 1 dia em 24 horas e a partir desta em durações menores.

A desagregação da chuva de 24 horas em chuvas de intervalos de tempo de menor duração consiste nas seguintes etapas de cálculo:

- Multiplicar a chuva de um dia de duração por 1,10 para obter-se a chuva pontual de 24 horas;
- Determinar a isozona onde está localizado o centro de gravidade da bacia hidrográfica;
- Estimar, para os diferentes períodos de retorno, a chuva de 1 hora de duração a partir da chuva de 24 horas, através da multiplicação pelo fator R_{1h} ;
- Plotar os valores P_{24h} e P_{1h} em papel probabilístico para obter as chuvas de durações intermediárias.

²TORRICO, J.T., 1975, PRÁTICAS HIDROLÓGICAS, 2a. Ed., TRANSCOM, RIO DE JANEIRO.

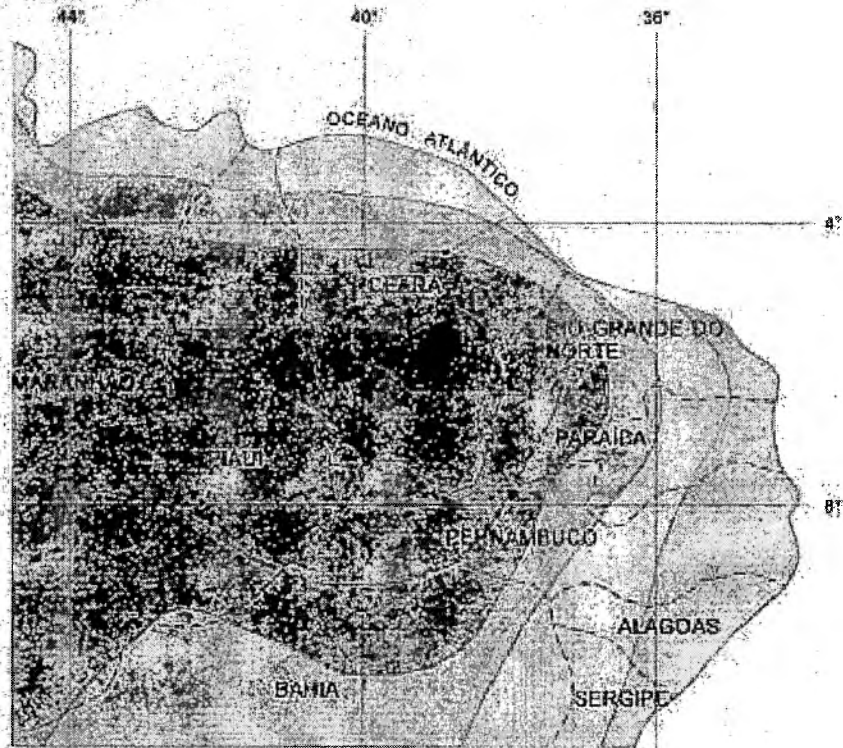


PREFEITURA DE
CAUCAIA

**Secretaria Municipal
de Infraestrutura**



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos -- Fonte São Miguel



ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

ISOZONA	TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS											
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-10	100
B	26.1	37.3	39.5	39.9	37.2	37.2	38.9	39.9	39.4	34.2	0.4	7.5
C	35.1	45.7	42.8	42.2	37.2	35.1	33.3	31.3	27.2	28.2	0.8	10.0
D	47.0	61.0	55.4	51.7	51.1	47.2	45.7	42.3	39.0	31.2	1.3	10.0
E	64.0	83.0	73.7	67.0	62.9	57.8	55.9	50.0	45.0	35.0	1.3	13.3
F	85.0	110.0	95.5	85.9	80.0	74.0	71.5	64.1	57.7	47.3	1.5	17.4
G	110.0	145.0	125.0	110.0	100.0	90.0	85.0	75.0	67.0	55.0	1.8	23.7
H	140.0	185.0	160.0	140.0	130.0	120.0	110.0	95.0	85.0	70.0	2.0	31.3

Figura 4.1 - Método das Isozonas de Taboaga.



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel

4.3.2 Valores Extremos

A determinação dos eventos extremos da precipitação, correspondentes a um determinado tempo de recorrência, baseia-se no ajuste de uma distribuição de frequência (probabilidade) adequada aos dados extremos observados.

Para o estudo de chuvas extremas na bacia hidrográfica da ponte São Miguel, foi escolhido o posto pluviométrico Caucaia, por representar bem a pluviometria no local de estudo e possuir uma série histórica extensa.

A série pluviométrica do posto Caucaia, obtidas com base em dados de precipitação diária dos postos do Ceará através da FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos), bem como os parâmetros estatísticos desta, podem ser vistos na Tabela Errot Vinculo não válido.. A Figura Errot Vinculo não válido, mostra a variação da precipitação anual do posto Caucaia.

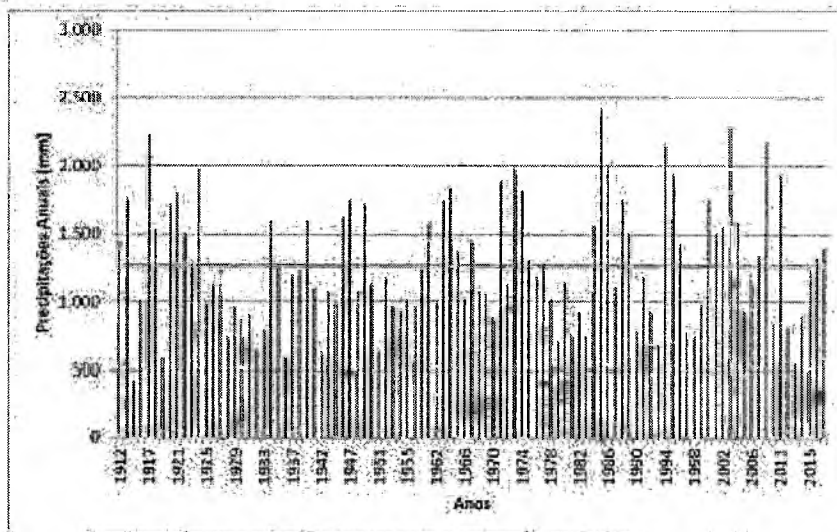
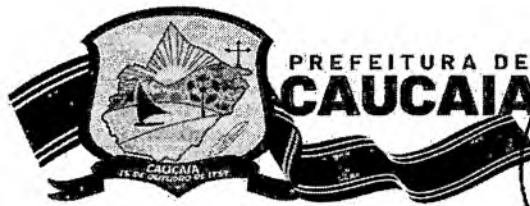


Figura 4.2 - Variação da precipitação anual do posto Caucaia.



PREFEITURA DE
CAUCAIA

Secretaria Municipal
de Infraestrutura



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel

Tabela 4.1 - Série pluviométrica mensal do posto Caucaia.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Ser	Out	Nov	Dez	Total Anual
1912	0,0	0,0	402,4	272,5	323,9	185,6	123,6	83,6	32,2	4,4	4,3	10,6	1.448,1
1913	48,3	597,5	897,6	307,6	150,2	137,4	30,0	41,1	33,7	8,9	20,1	32,6	1.785,2
1916	2,5	149,5	62,4	62,8	52,3	31,4	5,0	4,9	26,9	0,9	3,1	29,7	411,4
1916	62,9	154,5	290,2	314,1	31,5	89,0	2,0	0,0	11,4	1,4	7,9	37,2	1.006,1
1917	627,7	292,3	296,5	293,2	448,1	93,7	12,8	16,9	9,7	1,3	61,6	73,2	2.229,0
1918	113,9	188,0	376,2	263,8	402,1	89,1	21,8	19,1	12,6	0,0	4,0	24,1	1.535,5
1919	106,1	37,9	42,9	138,3	73,1	58,0	36,3	22,8	44,6	2,9	16,7	14,5	592,1
1920	6,8	60,5	585,2	451,9	204,0	133,1	78,1	15,0	21,6	21,2	35,4	107,2	1.799,0
1921	117,6	407,2	516,7	323,2	302,6	110,8	76,8	0,6	23,6	25,5	70,4	31,1	1.908,1
1922	78,5	46,3	232,6	419,1	313,4	92,0	188,0	32,0	16,3	2,7	81,0	16,8	1.499,4
1923	53,1	395,4	196,4	322,9	147,7	33,9	56,8	3,1	19,3	14,3	3,2	9,3	1.256,4
1924	49,3	356,8	491,1	443,6	287,5	199,5	16,1	0,0	21,3	0,4	7,2	100,4	1.876,6
1925	65,6	133,7	172,6	327,5	132,1	88,6	50,8	12,0	21,6	17,2	5,5	15,8	961,3
1926	59,3	241,2	265,0	295,2	172,9	64,9	13,0	0,0	7,0	5,9	6,4	6,5	1.131,3
1927	87,9	191,9	124,0	505,7	175,4	93,2	33,8	10,3	9,2	18,5	5,0	6,0	1.239,4
1928	42,5	113,7	136,9	296,3	63,2	40,2	5,4	1,3	2,3	13,8	6,3	17,1	736,0
1929	59,0	172,5	218,6	161,7	187,5	85,5	21,4	7,5	5,2	30,9	2,1	25,5	957,6
1930	89,6	70,1	190,7	388,5	47,8	82,1	14,5	0,9	1,6	5,9	0,0	10,6	883,1
1931	84,3	242,2	266,3	206,0	25,7	58,3	23,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	900,1
1932	65,4	117,2	188,6	56,2	125,2	93,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	645,6
1933	58,0	426,9	114,9	264,4	26,5	18,2	41,6	7,6	10,2	8,1	6,2	17,1	799,7
1934	167,1	187,4	444,5	283,9	283,5	84,5	0,0	15,4	10,0	5,2	9,0	117,4	1.597,9
1935	115,0	281,0	298,6	349,2	128,8	84,3	16,5	1,8	25,0	3,2	6,6	0,6	1.287,6
1936	48,3	125,1	92,5	92,6	129,7	61,6	32,7	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	584,1
1937	3,2	217,2	139,6	270,4	297,7	90,3	89,6	22,1	48,2	17,5	9,0	27,2	1.202,9
1938	122,5	103,8	362,6	406,2	110,3	76,7	12,6	0,0	0,0	0,0	64,5	10,6	1.232,2
1939	163,6	469,2	314,7	276,2	145,0	63,9	61,4	4,5	41,6	26,0	32,9	0,0	1.599,0
1940	89,5	81,9	229,5	215,5	244,3	173,7	38,1	31,3	16,4	0,0	2,5	2,0	1.033,7
1942	17,5	28,7	292,4	203,7	32,4	6,4	3,7	9,5	0,0	20,3	5,0	11,2	632,6
1943	31,7	70,8	324,9	297,7	157,1	32,2	18,0	15,9	10,0	1,7	11,4	50,6	1.072,0
1944	82,6	41,2	266,3	231,5	286,9	39,6	5,4	0,0	0,0	5,1	2,4	45,8	996,0
1946	161,0	291,9	360,0	490,0	70,7	143,9	10,1	5,4	5,9	7,7	1,9	81,1	1.629,5
1947	24,8	278,4	473,5	234,5	260,2	79,8	103,5	4,5	9,8	4,7	143,4	134,2	1.749,1
1948	37,9	80,6	404,7	110,8	224,1	181,4	13,9	0,0	23,4	1,0	0,0	0,0	1.083,8
1949	10,3	123,6	379,1	422,4	473,1	249,1	32,0	19,2	7,6	0,0	0,0	0,0	1.716,6
1950	96,7	91,3	372,5	269,0	243,0	0,0	24,9	0,0	0,0	18,4	0,0	12,6	1.127,8
1951	13,5	17,5	30,1	316,6	65,1	60,5	5,2	0,0	0,0	19,8	24,3	61,5	637,4
1952	65,7	48,7	518,0	383,0	71,9	18,9	21,6	3,3	22,4	13,9	2,3	12,1	1.177,8
1953	46,6	50,9	246,6	351,7	159,9	80,9	0,0	0,0	0,0	10,8	7,8	6,2	960,6
1954	14,4	286,8	0,0	295,8	237,8	75,7	0,0	8,3	11,3	0,0	0,0	0,0	931,6
1955	36,7	107,6	230,5	378,0	158,1	0,0	28,1	0,0	3,2	0,0	12,5	46,7	1.033,4
1956	92,7	179,7	160,2	207,0	106,5	112,5	18,9	35,7	32,1	14,2	0,0	1,8	964,3
1957	128,1	66,3	390,0	513,0	100,3	42,3	10,3	12,7	6,5	4,1	0,0	12,3	1.276,9
1959	161,6	62,3	619,7	200,1	452,3	53,3	7,9	22,2	8,4	0,0	5,8	0,0	1.579,6
1962	183,5	132,7	141,2	281,7	79,4	67,4	25,3	32,8	9,8	0,0	0,0	61,0	994,8
1963	352,9	235,8	422,2	350,1	118,4	12,8	25,8	7,3	11,2	0,0	114,0	96,8	1.747,3
1964	200,9	263,4	398,1	576,8	181,4	116,8	70,4	5,8	41,2	0,0	6,0	14,0	1.839,6
1965	92,4	26,4	319,4	407,9	263,0	217,4	27,2	0,0	19,6	6,5	0,0	1,2	1.372,8
1966	9,7	88,7	187,0	217,5	187,2	123,8	131,2	17,0	20,0	0,0	20,0	10,6	1.012,5
1967	23,8	334,0	344,0	342,5	209,2	93,6	54,6	18,4	24,6	0,0	8,0	0,0	1.453,0

7



Tabela 4.1 - Série pluviométrica mensal do posto Caucaia (continuação)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
2016	277,0	172,8	260,0	415,0	111,4	27,7	0,6	2,4	6,4	0,0	5,0	27,6	1.325,5
2018	174,4	261,2	170,7	235,6	169,8	24,4	198,8	2,2	0,0	0,0	0,0	156,2	1.393,9
Média	108,5	175,0	289,3	394,8	178,6	97,2	47,3	12,5	12,2	6,0	10,0	25,0	1.255,1
DVP	104,5	127,6	134,8	138,8	168,0	79,0	52,7	19,6	17,5	8,2	22,2	37,7	448,1
CV	0,0	0,7	0,5	0,5	0,6	0,8	1,1	1,5	1,4	1,4	2,2	1,5	0,4
Máx.	627,7	997,5	615,7	642,6	473,1	456,2	281,0	117,2	123,6	35,5	143,4	180,0	2.418,6
Mín.	0,0	0,0	0,0	33,8	25,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	411,4

Tomaram-se da série de pluviometria do posto Caucaia os valores anuais extremos diários apresentados na Tabela Errot Vinculo não válido, procedendo-se, então, ao ajuste das distribuições de probabilidades susceptíveis de representação desse processo.

Tabela 4.2 - Máximos anuais da série do posto Caucaia

Ano	Máx. Anual (mm)	Ano	Máx. Anual (mm)	Ano	Máx. Anual (mm)	Ano	Máx. Anual (mm)
1912	92	1939	104	1967	100	1993	63
1913	115,3	1940	82,4	1968	95,8	1994	94
1915	62,1	1941	85	1969	58	1995	154
1916	65,1	1942	53,7	1970	154,5	1996	114
1917	103,6	1943	61,4	1971	145,9	1997	93,4
1918	92,5	1944	67,5	1972	73,2	1998	57,2
1919	84,4	1946	86,4	1973	117	1999	65
1920	118,3	1947	97,6	1974	125	2000	67
1921	75,2	1948	113	1975	64	2001	141
1922	76,5	1949	174	1976	82	2002	95,6
1923	105	1950	73,9	1977	44	2003	105
1924	69,5	1951	66	1978	126	2004	137,5
1925	53	1952	89	1979	70	2005	55
1926	63	1953	81	1980	70	2006	117
1927	103	1954	124	1981	104	2007	128
1928	73,2	1955	92	1982	58	2008	68,2
1929	54	1956	60	1983	72,2	2009	86
1930	67,2	1957	128	1984	77	2010	60
1931	71,5	1959	152	1985	92,4	2011	117
1932	70,5	1960	106	1986	115,8	2012	130
1933	55,3	1961	149	1987	78	2013	49,4
1934	80,9	1962	78,1	1988	89,4	2014	73,4
1935	75	1963	129	1989	56,6	2015	135,2
1938	61,2	1964	126	1990	41,8	2016	110,9
1937	111,2	1965	107,4	1991	76,2	2018	91,2
1938	50	1966	114	1992	48		

Com base na série anual de máximos diários, ajustou-se distribuições de probabilidade (Normal Truncada, LogNormal 2P, LogNormal 3P, Extremo Tipo I).

✱



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel

LogExtremo Tipo I, Pearson Tipo III e LogPearson Tipo III), verificando-se os ajustes através do teste de aderência χ^2 .

Com este procedimento, estimaram-se as precipitações diárias para os tempos de retorno de 10, 25, 50, 100 e 1.000 anos, conforme pode ser visto na Tabela Errot Vinculo não válido., na qual se encontram ilustrados tais valores de chuvas máximas, assim como a distribuição de probabilidade adotada.

Tabela 4.3 - Extremos de chuva (mm) obtidos da distribuição de probabilidade.

Tr (anos)	Precipitação Máxima Diária (mm)	Distribuição de Probabilidade Adotada	Valor do χ^2 da Distribuição	Limite Estatística χ^2 (95% de Confiança)
10	124,4	Lognormal 3P	16,9	8,9
25	138,7			
50	157,2			
100	171,3			
1.000	220,1			
10.000	274,5			

A aplicação de métodos de transformação de chuva em deflúvio para estudo de cheias exige como dados de entrada o comportamento da chuva ao longo do tempo de duração da mesma, em oposição aos valores obtidos no estudo de extremos de precipitação, correspondentes à acumulação ao longo de um dia de medida. Para contornar esse problema, utilizou-se a Metodologia das Isozonas desenvolvida pelo Professor Taborga Torrico, a qual define coeficientes a serem aplicados para desagregação de chuva diária em todo o Brasil. O posto Caucaia, como pode ser verificado na Figura Errot Vinculo não válido., encontra-se na isozona C. Assim, com os coeficientes a o abaco de desagregação (Figura Errot Vinculo não válido.) foram obtidos os valores de precipitação para os intervalos de 0,1, 0,25, 1, 2, 3, 6, 12 e 24 horas para períodos de retorno de 25, 50 e 100 (Tabela Errot Vinculo não válido.).



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

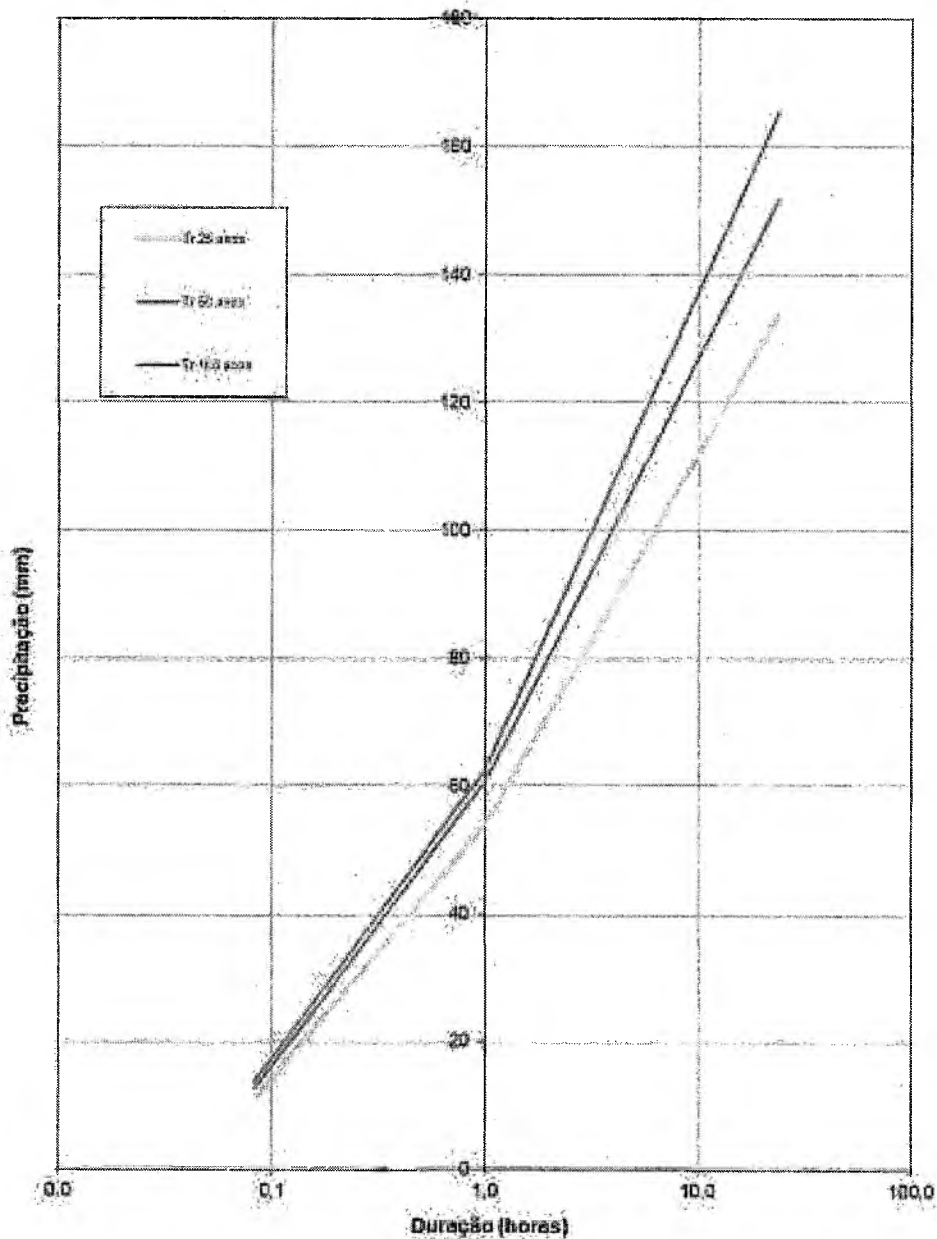


Figura 4.3 - Abaco de desagregação da chuva diária.



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

Tabela 4.4 - Pluviometria desagregada pelo método de Taborça Torrico.

Tr	Chuvas em mm para diferentes durações horárias							
	0.10	1.00	2.00	3.00	6.00	9.00	12.00	24.00
25	27.9	85.2	88.2	98.6	119.6	131.9	140.6	161.7
60	31.2	72.5	96.5	110.4	134.3	148.2	158.1	182.0
100	32.6	74.1	101.1	116.7	143.4	159.0	170.1	193.7

O histograma de projeto tem uma duração igual ao tempo de concentração da bacia, estimado aqui pela fórmula do Califórnia Highways, também conhecida como fórmula de Kirpich:

$$T_c = 57 \left(\frac{L}{\Delta H} \right)^{0.10}$$

Em que T_c = tempo de concentração em minutos; L = comprimento do maior talvegue em km; ΔH = diferença de elevação entre o ponto mais remoto da bacia e o exutório. A Tabela Erro! Vinculo não válido. apresenta as características fisiográficas e o respectivo tempo de concentração da bacia hidrográfica da ponte São Miguel.

Tabela 4.5 – Características fisiográficas e tempo de concentração da bacia.

Bacia	Tr (anos)	Área (km²)	Cotas do Talvegue (m)		Δ (m)	Extensão do Talvegue (m)	Tempo de Concentração (min.)
			Montante	Jusante			
Ponte São Miguel	25	16.53	49	9	40	8.068	153.66
	60						
	100						

Para determinação da distribuição temporal da chuva de projeto utilizou-se o método dos blocos alternados e uma chuva com duração de 3 horas.

O método dos blocos alternados para definir a distribuição temporal das chuvas de projeto está baseado no uso de uma curva IDF para diferentes durações de chuva, menores que a duração total da chuva de projeto. No presente trabalho utilizou-se uma duração incremental de 10 minutos.

A altura total de chuva para cada duração é obtida multiplicando a intensidade pela duração, e a altura incremental para cada intervalo é dada pela subtração entre a altura total para uma dada duração total menos o total da duração anterior.

No método dos blocos alternados, os valores incrementais são reorganizados de forma que o máximo incremento ocorra, aproximadamente, no meio da duração da



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel

chuva total. Os incrementos (ou blocos de chuva) seguintes são organizados alternadamente, até preencher toda a duração. As Figuras **Erro! Vinculo não válido.** a **Erro! Vinculo não válido.** apresentam os hietogramas obtidos para os períodos de retorno de 25, 50 e 100 anos, respectivamente.

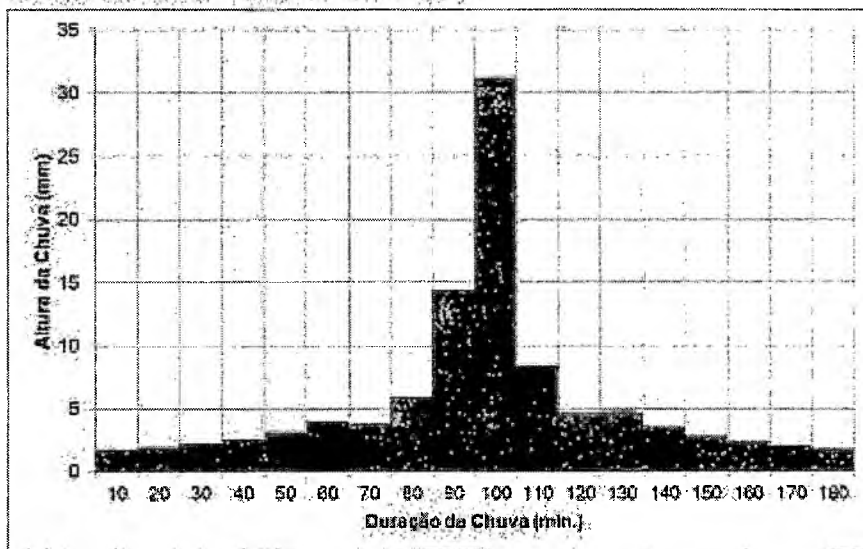


Figura 4.4 - Hietogramas para o Período de Retorno de 25 anos.

R

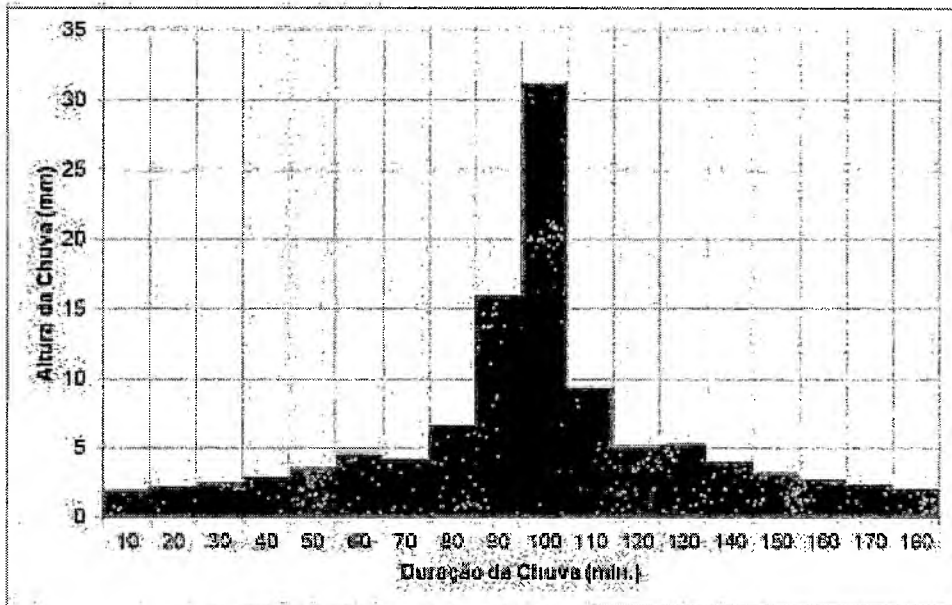


Figura 4.5 - Histograma para o Período de Retorno de 50 anos.

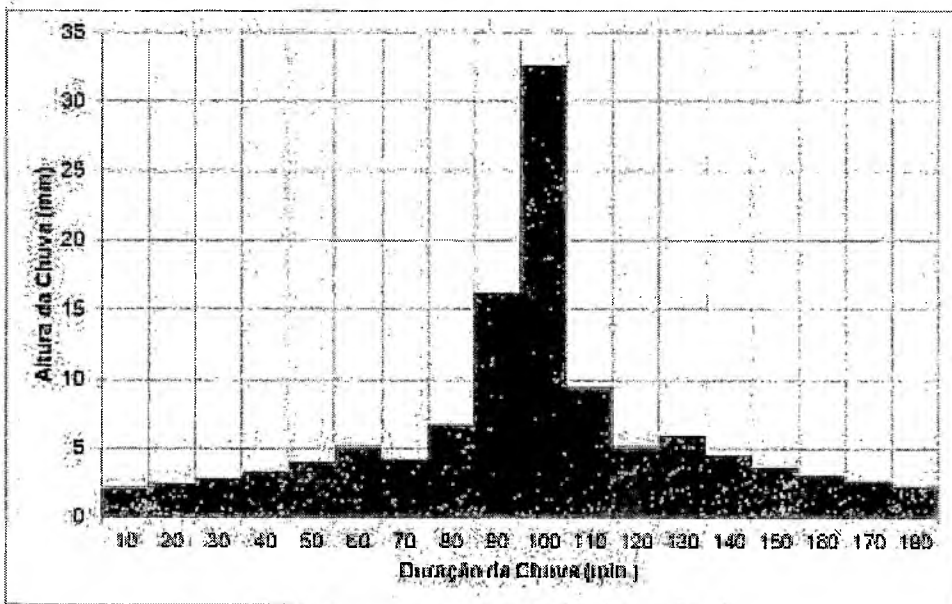


Figura 4.6 - Histograma para o Período de Retorno de 100 anos.



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

4.3.3 Precipitação Efetiva

O modelo HEC-HMS refere-se à interceptação superficial, armazenamento em depressões e infiltração como perdas de precipitação, ou seja, a parcela da precipitação que não contribui para gerar escoamento é considerada perda, sendo o restante considerado precipitação efetiva.

O cálculo das perdas de precipitação pode ser usado nos outros componentes do modelo HEC-HMS, em especial, hidrograma unitário. No caso do hidrograma unitário, estas perdas são consideradas uniformemente distribuídas sobre a bacia (ou sub-bacia).

De maneira geral, existem três metodologias utilizadas para determinação da chuva efetiva: equações de infiltração, índices e relações funcionais. Especificamente, o HEC-HMS possibilita o uso de 5 métodos: 1) Taxa de perda inicial e uniforme; 2) Taxa de perda exponencial; 3) Curva-Número; 4) Holtan; 5) Função de infiltração Green e Ampt. Foi considerado mais adequado, diante dos dados disponíveis, o método Curva-Número do Soil Conservation Service.

O método Curva- Número é um procedimento desenvolvido pelo Serviço de Conservação do Solo USDA, no qual a lâmina escoada (isto é, a altura da chuva efetiva) é uma função da altura total de chuva e um parâmetro de abstração denominado Curva-Número, CN. Este coeficiente varia de 1 a 100, sendo uma função das seguintes propriedades geradoras de escoamento na bacia: (1) tipo de solo hidrológico; (2) uso do solo e tratamento; (3) condição da superfície subterrânea e (4) condição de umidade antecedente.

A equação de escoamento do SCS é dada por

$$D = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S}$$

Em que Q = escoamento, P = precipitação, S = capacidade máxima de armazenamento do solo e I_a = perdas antes do início do escoamento.

As perdas antes do início do escoamento (I_a) incluem água retida em depressões superficiais, água interceptada pela vegetação, evaporação e infiltração. I_a é altamente variado, mas a partir de dados de pequenas bacias I_a é aproximado pela seguinte relação empírica:

$$I_a = 0,20 \cdot S$$

Substituindo a equação das perdas no início do escoamento na equação do escoamento elimina-se I_a , resultando em:

35

12



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

diferença entre o excesso acumulado no fim do presente período e o acumulado do período anterior. Para a bacia da Ponte São Miguel, seus solos são enquadrados no Grupo de Solos "C", que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média. Desta forma, foi adotado um CN = 55.

4.3.4 Hidrograma Unitário – SCS

A técnica do hidrograma unitário é usada para transformar a precipitação efetiva em escoamento superficial de uma sub-bacia. Este método foi escolhido por ter sido idealizado para bacias de áreas entre 2,5 e 1.000 km² e por ser construído exclusivamente a partir de informações hidrológicas. Além disso, este modelo necessita apenas de um parâmetro: o T_{LAG}. Este parâmetro, T_{LAG}, é igual à distância (lag) entre o centro de massa do excesso de chuva e o pico do hidrograma unitário. A vazão de pico e o tempo de pico são calculados por:

$$Q_p = 208 \frac{A}{t_p} \quad t_p = \frac{\Delta t}{2} + T_{LAG}$$

Em que Q_p é a vazão de pico (m³/s), t_p = tempo de pico do hidrograma (h), A = área da bacia em km² e Δt = o intervalo de cálculo.

Uma vez determinados estes parâmetros e o intervalo de cálculo (duração do hidrograma unitário), o HEC-HMS utiliza estes para interpolar um hidrograma unitário a partir de um hidrograma unitário adimensional do SCS. A seleção do intervalo de cálculo é baseada na relação Δt = 0,20 t_p, não devendo exceder 0,25 t_p. Estas relações baseiam-se nas seguintes relações empíricas:

$$t_{LAG} = 0,60 T_c \text{ e } 1,7 t_p = \Delta t + T_c$$

Em que T_c = é o tempo de concentração da bacia. O HEC-HMS sugere que Δt ≤ 0,20 T_{LAG}. Para cálculo do hidrograma de projeto por esta metodologia, é necessária uma estimativa do tempo de concentração da bacia. O tempo de concentração foi avaliado através da aplicação da fórmula de Kirpich:

A Tabela Erro! Vínculo não válido. apresenta as vazões de projeto para os períodos de retorno de 25, 50 e 100 anos obtidas através do uso do modelo HEC-HMS, conforme metodologia acima.

✍



Tabela 4.6 – Vazões de Projeto.

Bacias	Vazão (m ³ /s)		
	Tr = 25 anos	Tr = 50 anos	Tr = 100 anos
Ponte São Miguel	104,0	116,93	129,5





PREFEITURA DE
CAUCAIA

**Secretaria Municipal
de Infraestrutura**



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel



4 - ESTUDO HIDRÁULICO

39

Página 213 de 367

Rodovia CE-090 KM 01, nº 1076, Itambé

Caucaia/CE - CEP: 61600-970



5 ESTUDO HIDRÁULICO

O presente capítulo realizará um estudo do comportamento hidráulico das seções de montante e jusante da ponte São Miguel. A ponte projetada possui vão livres de 22 m.

Para a análise dos comportamentos hidráulicos das seções da ponte, será utilizado o software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System), versão 4.1 de Janeiro de 2010, do U.S. Army Corps of Engineers – USACE, que é um programa utilizado para a propagação do escoamento em canais ou condutos fechados considerando todos os efeitos dinâmicos e de pressão.

O modelo HEC-RAS foi concebido para ambiente windows. Tal qual o HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System), faz parte da família de modelos hidrológicos e hidráulicos do U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERING, cujo uso é bastante difundido entre os profissionais da área de recursos hídricos e que produz resultados consistentes e satisfatórios.

A metodologia incorporada no modelo HEC-RAS baseia-se em algumas hipóteses simplificadoras, quais sejam:

- Escoamento gradualmente variado, exceto nas estruturas hidráulicas (pontes, bueiros, comportas e vertedouros) onde o escoamento é rapidamente variado e utiliza-se a equação do momento, ou outras equações empíricas;
- Escoamento unidimensional com correção para distribuição horizontal da velocidade;
- Canais com pequena declividade (menores que 1:10 ou 10%).

No presente trabalho serão analisadas as curvas chaves para seções definidas para controle do nível de água máximo sob a ponte, considerando a vazão de projeto calculada, com um período de retorno de 100 anos.

5.1 Definição das Seções Transversais

Para investigar as condições hidráulicas sob a ponte, foram definidas 04 (quatro) seções transversais principais, apresentadas na Tabela 2.1.

Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel

Tabela 5.1 - Seções Transversais Analisadas.

Seção	Condição no Canal de Restituição
01	Seção Transversal 50 m a montante da ponte.
02	Seção Transversal imediatamente a montante da ponte.
03	Seção Transversal imediatamente a jusante da ponte.
04	Seção Transversal 50 m a jusante da ponte.

5.2 Condições de Contorno da Modelagem com o HEC-RAS

5.2.1 Coeficiente de Manning

Foram adotados no estudo os coeficiente de rugosidade de Manning iguais a 0,013 para o as laterais da ponte e 0,03 a calha do riacho (leito normal) e margens inundáveis, de acordo com a Tabela 2.2 (CHOW, 1959).

Tabela 5.2 - Valores (n) das fórmulas de Manning.

Nº	Natureza das paredes	n
1	Canais de chapas com rebites embutidos, juntas perfeitas e águas limpas. Tubos de concreto e de fundação em perfeitas condições	0,011
2	Canais de concreto muito liso de dimensões limitadas, de modela aplanada e lisa, em ambos os casos, frechos retílicos compridos e curvas de grande raio e água límpida. Tubos de fundação lisos	0,012
3	Canais com reboco de cimento liso, porém com curvas de raio limitado e águas não completamente límpidas; construídos com madeira lisa, mas com curvas de raio moderado	0,013
4	Canais com reboco de concreto não completamente liso; de madeira com n ^o 2, porém com traçado tortuoso e curvas de pequeno raio e juntas imperfeitas	0,014
5	Canais com paredes de concreto não completamente lisas, com juntas estralhas e águas com detritos; construídos de madeira não esmalçada de chapas rebitadas	0,015
6	Canais com reboco de concreto não muito alisado e pequenos depósitos no fundo; revestidos por madeira não aplanada; de alvenaria construída com estano; de terra; sem vegetação	0,016
7	Canais com reboco de concreto incompleto, juntas irregulares, arrastamento tortuoso e depósitos no fundo; de alvenaria revestido lisos não bem perfilados	0,017
8	Canais com reboco de concreto rugoso, depósito no fundo, muros nas paredes e traçado tortuoso	0,018
9	Canais de alvenaria em más condições de manutenção e fundo com barro, ou de alvenaria de pedregulhos, de terra, bem construída; sem vegetação e com curva de grande raio	0,02
10	Canais de chapas rebitadas e juntas irregulares; de terra, bem construídos com pequenos depósitos no fundo e vegetação rasteira nos fundos	0,022

Estudos Hidrológicos e Hidráulicos - Ponte São Miguel

N°	Natureza das paredes	n
11	Canais de terra, com vegetação rasteira no fundo e nos lados	0,025
12	Canais de terra, com vegetação rasteira, fundo com cascalhos ou irregular por causa de erosões, revestidos com pedregulhos e vegetação.	0,030
13	Alveos naturais, cobertos de cascalhos e vegetação.	0,035
14	Alveos naturais, andamento tortuoso.	0,040

5.2.2 Declividade do Trecho a Simular e Condições de Contorno

No modelo computacional HEC-RAS algumas condições de contorno são necessárias para que sejam estabelecidos os níveis de água a partir das extremidades do canal:

- (I) Regime de escoamento subcrítico, as condições de contorno são necessárias apenas nas extremidades do sistema a jusante do canal;
- (II) No caso do regime supercrítico, as condições de contorno são necessárias apenas nas extremidades a montante do sistema fluvial;
- (III) Se o regime é misto, então as condições de contorno devem ser indicadas a todas as seções do sistema fluvial em estudo.

Como está sendo desejado encontrar o tail water resultante do escoamento da vazão de projeto sob a ponte São Miguel, seria inadequada estabelecer qualquer outra condição de contorno que não fosse a da profundidade normal do regime permanente.

Por não se conhecer a priori o regime de escoamento por ocasião das cheias críticas de rara frequência (cheia centenária) simulou-se como regime misto (supercrítico, crítico e subcrítico) a partir da definição das declividades de montante e jusante. A declividade calculada para o trecho simulado foi de 0,0015 m/m.

5.3 Resultados da Modelagem com o HEC-HAS

Neste item são apresentados os resultados das simulações para as seções de controle a jusante e a montante da ponte São Miguel. A ponte projetada possui um comprimento de 22 m e largura de 6 m.

As Figuras 5.1 e 5.2 apresentam as lâminas d'água das seções imediatamente a montante e a jusante da ponte com uma vazão de projeto com TR = 100 anos, conforme apresentado anteriormente.

Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

Já as Figuras 5.3 e 5.4 apresentam as curvas chave das seções imediatamente a montante e a jusante da ponte, também com uma vazão de projeto com TR = 100 anos.

Os resultados apresentados na Tabela 5.3 permite definir a altura mínima da ponte projetada, para a um período de retorno de 100 anos. Para a ponte São Miguel, recomenda-se uma altura mínima na cota 4,17 m.

Tabela 5.3 – Resultados da simulação hidráulica – Ponte São Miguel.

Seção	Variáveis de Controle			
	Vazão (m³/s)	Cota da Lâmina D'Água (m)	Altura LULI (m)	Velocidade (m/s)
Imediatamente a montante	129,6	3,87	2,59	2,94
Imediatamente a jusante		3,66	2,62	2,90

2

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
Fls. 920
Visto

Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

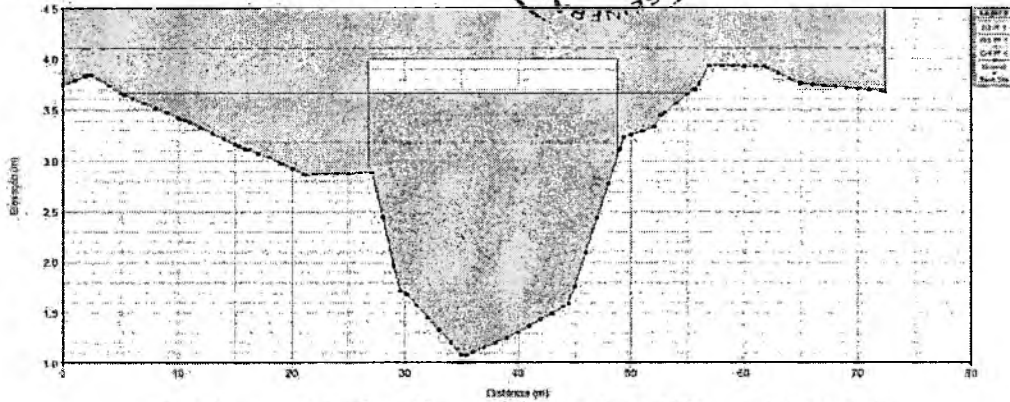


Figura 5.1 - Lâmina d'água da seção imediatamente a montante da ponte - Vazão do Projeto com TR = 100 anos.

44

Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

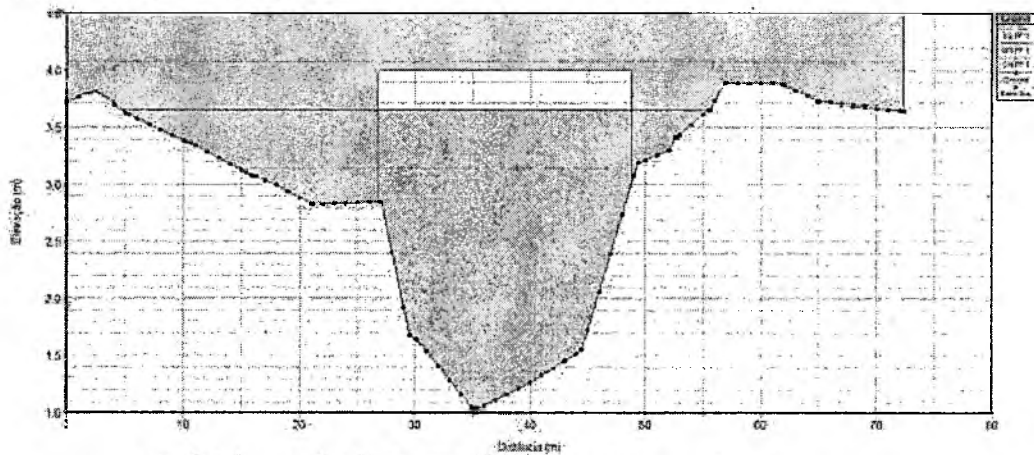


Figura 5.2 - Lâmina d'água da seção imediatamente a jusante da ponte - Vazão do Projeto com TR = 100 anos.

45

\$



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

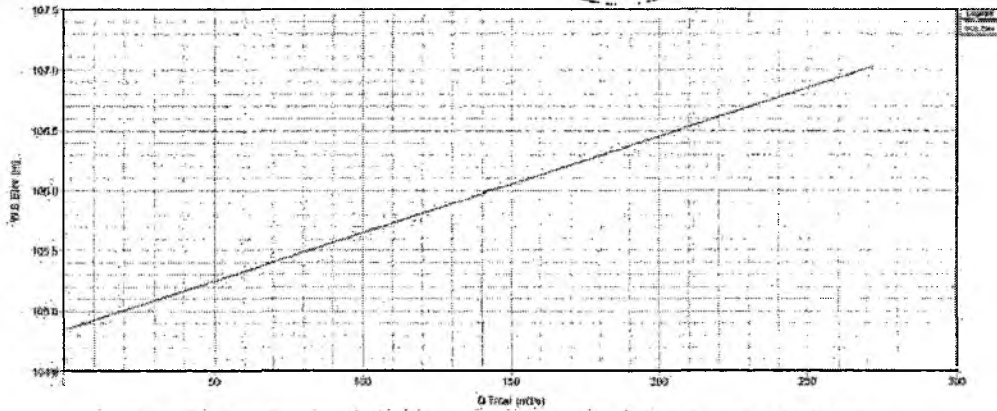


Figura 5.3 – Curva chave da seção imediatamente a montante da ponte – Vazão de Projeto com TR = 100 anos.

46



Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Ponte São Miguel

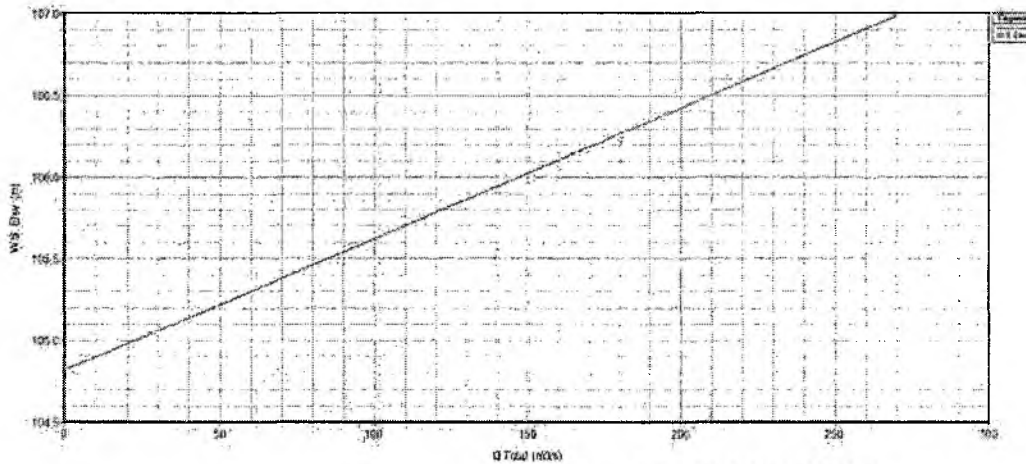


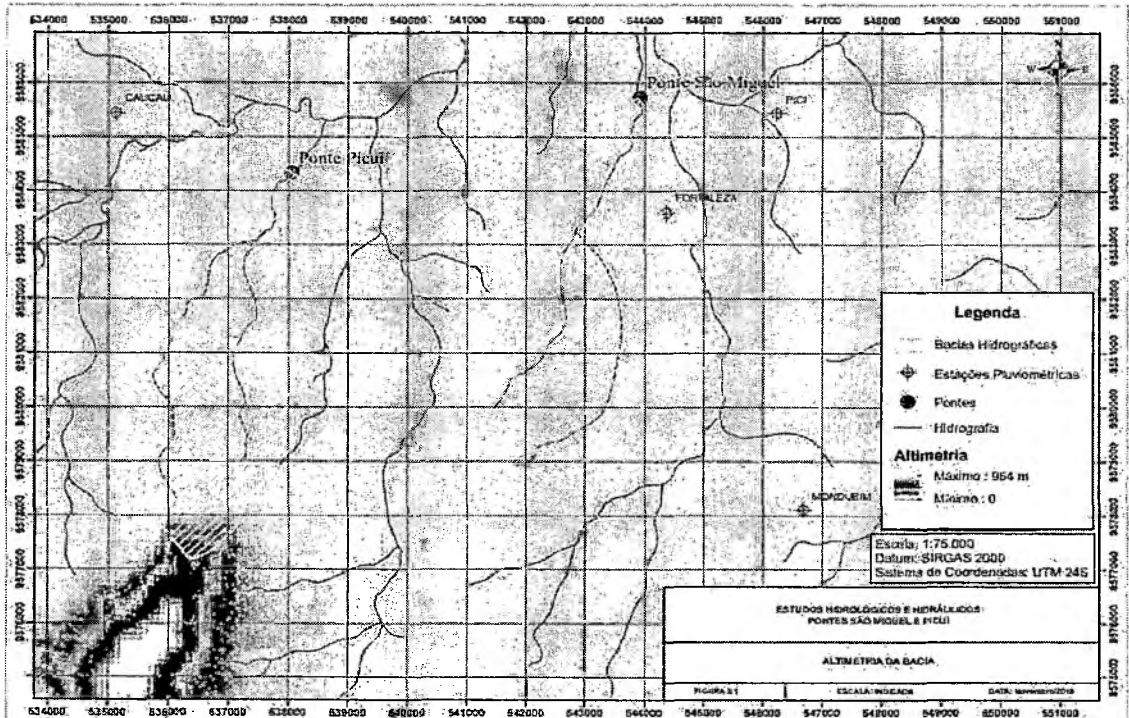
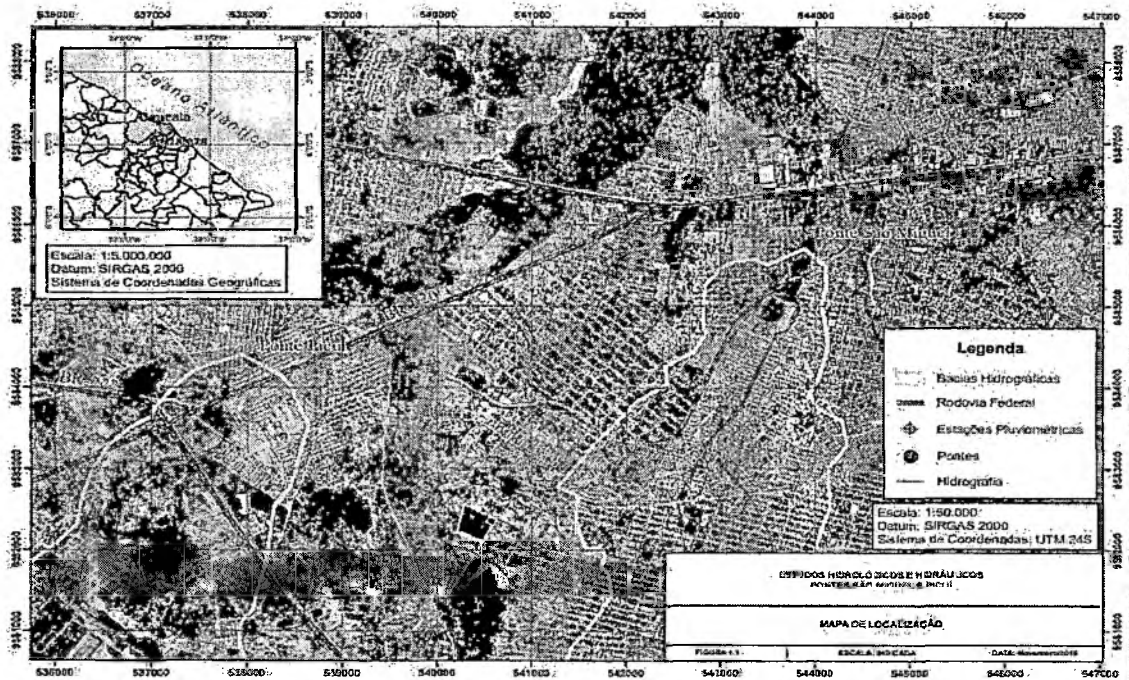
Figura 5.4 - Curva chave da seção imediatamente a jusante da ponte – Vazão de Projeto com TR = 100 anos.

47

4



ESTUDOS HIDROLÓGICOS



✍



PROJETO DE ILUMINAÇÃO



1. PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

O presente memorial descritivo é composto pelo projeto de instalações elétricas da Urbanização da Intervenção em questão e de seu detalhamento. Tratando-se do projeto de Iluminação Pública da Ponte do São Miguel abrangendo as instalações e locações da iluminação pública da área a receber a requalificação.

As referências normativas usadas na elaboração do projeto de instalações elétrica do galpão foram:

1. NBR 5101, Iluminação Pública - Procedimento;
2. NBR 5123, Relé Forelétrico e Tomada para Iluminação - Especificação e Método de Ensaio;
3. NBR 5410/2004 - Instalações elétricas de baixa tensão;
4. PE-030/2015 R-01 da Coelce

1. ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Todos os materiais devem estar em conformidade com a norma ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Os equipamentos elétricos devem atender as normas da concessionária de energia elétrica, neste caso a ENEL.

A iluminação é composta de postes de Concreto com a seguinte especificação:

Rede: Aérea
Luminária 2 pétalas
Poste: Padrão de concreto circular h=32m
Altura livre 10,20m
Lâmpada vapor metálico de 400w
Potência total Projeto: 2000W

2. INFRAESTRUTURA

A instalação da fiação dos circuitos de iluminação será feita por meio aereo as quais partirão do ramal de iluminação pública da concessionária.

1





PREFEITURA DE
CAUCAIA

**Secretaria Municipal
de Infraestrutura**



3. PADRÃO DE CORES DOS FIOS E CABOS

Adotar para a execução desse projeto o seguinte padrão de cores:

1. Vermelho: Fase;
2. Preto: Neutro;
3. Verde: Terra.

4. DIMENSIONAMENTO DOS CIRCUITOS

Os circuitos foram dimensionados de acordo com a capacidade de condução dos condutores. Porém, o dimensionamento inicial não atenderia devido à queda de tensão acentuada devido ao comprimento dos circuitos. A queda de tensão admissível foi fixada em 4%.

Logo, todos os circuitos foram redimensionados de modo a utilizar uma fiação de alimentação de bitola equivalente para atender à queda de tensão mínima estipulada. A queda de tensão foi calculada usando a Lei de Ohm e as leis de Lei de Kirchhoff.

Não foi previsto nenhum disjuntor diferencial residual já que todo o projeto se trata de circuitos de iluminação. Porém, a instalação de tais dispositivos pode ser feita sem contra-indicativos.

O fator de potência e o fator de demanda de todos os circuitos foram adotados conforme experiência técnica prática do projetista seguindo as normas vigentes tendo como objetivo ficar próximo a 1, já que serão ligados ao mesmo tempo.

2

✱

Página 222 de 367

Rodovia CE-090 KM 01, nº 1076, Itambé

Caucaia/CE - CEP: 61600-970



1. PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Constam no presente Caderno de Especificações, as informações complementares aos desenhos referentes ao projeto executivo de Iluminação Pública.

O fornecimento de energia elétrica em baixa tensão será partir da rede de IP (Iluminação Pública) existente através de rede aérea com cabos de Cabos de Alumínio com Isolamento XLPE conforme especificação fornecida pela concessionária e bitola calculada pelo projetista, o qual irá energizar as luminárias conforme especificado em planta.

1.1. Entrada de energia

O abastecimento de energia elétrica será feito pela ENEL na tensão secundária 380/220V - 2 fios (Fase + neutro) na frequência de 60Hz. O ramal de entrada será composto de 3 cabos tripolares, energizando as luminárias especificadas em planta.

1.2. Medição

Será feita em baixa tensão e dentro das normas e padrões da ENEL, obedecendo às recomendações da ABNT.

Somente podem ser instaladas as caixas que atendam a Especificação Técnica da ENEL e possuam número de registro, certificados pela ENEL.

Quaisquer outros tipos de caixa, quanto a dimensões e material de fabricação, somente podem ser instalados após prévia autorização da ENEL.

1.3. Condutores Utilizados

- Cabo de alumínio (Fase + Neutro+Terra), meio duro, classe 2, possui classe de tensão de 0,6/1kV, material isolante com temperatura de operação de 90 °C CONFORME PADRÃO DE ESTRUTURA RE-030/2015 R-01 DA COELCE

1.4. Conectores Padronizados

A conexão entre os condutores da rede de distribuição de baixa tensão e os condutores da instalação de iluminação pública, deve ser realizada com os seguintes tipos de conectores: o conector perfurante deve ser utilizado na rede de distribuição de baixa Tensão com condutores multiplexados, conforme desenho 710.53 do padrão de material * pm -01 da enel.

1.5. Luminárias padronizadas

As luminárias devem atender integralmente aos desenhos 600.40 e 600.50 do pm -01 da enel e possuir as características técnicas básicas descritas abaixo:

2



a) devem ser fechadas, com grau de proteção Ip 65, com equipamentos auxiliares incorporados, e com difusor em policarbonato transparente resistente ao impacto e aos raios ultravioletas;

b) o corpo da luminária deve ser em alumínio fundido ou injetado, com Espessura mínima de 2mm;

Os demais materiais metálicos devem ser resistentes à corrosão, como: aço inox, alumínio, bronze, latão, etc;

c) a luminária com comando individual deve possuir base para relé fotoeletrônico;

d) a luminária deve possuir alojamento cilíndrico para fixação no braço metálico

1.6. Relé fotoeletrônico

Base de montagem deve ser de material eletricamente isolante e fixada, de forma que permita a sua remoção sem ser danificada;

Os contatos de encaixe devem ser de latão, estanhados, eletricamente e fixados rigidamente à base de montagem;

A tampa deve ser de material eletricamente isolante, estabilizado contra efeito de radiação ultravioleta e resistente ao impacto e às intempéries;

O relé deve possuir grau de proteção Ip 67. Quando a luminária não possuir base para relé fotoeletrônico, este deve ser fixado em um a base, conforme o desenho 604.02 do pm -01 da enel;

Os reles fotoeletrônicos do tipo nf devem ser do tipo que mantêm a lâmpada desligada caso ocorra falha no mesmo (failoff).

1.7. Reator

Os reatores externos e subterrâneos devem possuir invólucro com espessura mínima de 1,2mm e os reatores internos ou integrados devem possuir invólucro com espessura mínima de 0,7mm;

Quando em posição normal de uso externo, o invólucro do reator não pode apresentar cavidade ou reentrância que permita o acúmulo de água;

O invólucro, quando em chapa de aço com baixo teor de carbono, deve apresentar tratamento anticorrosivo;



Os reatores externos devem ser providos de condutores e os reatores internos devem possuir blocos de conexão ou condutores para as conexões com a rede de distribuição e a lâmpada.

Os capacitores e ignitores devem ser de fácil remoção e substituição.

1.8. Execução da Instalação.

A execução da instalação deverá ser acompanhada por um profissional com formação em Engenharia Elétrica sendo que este profissional deverá ser registrado no Conselho Regional de Engenharia, o CREA.

A execução da obra deve seguir as seguintes etapas:

- Primeiramente deverá ser localizado e demarcado os pontos de iluminação Pública que deverão ser instalados, conforme distribuídos na planta em anexo;
- Construção da base para sustentar o poste;
- Concretar a base dos postes com o chumbador;
- Espera 24 h para a cura do concreto da base do poste;
- Montagem das luminárias no topo do poste, montar as luminárias no poste com o poste deitado;
- Fixar o poste na base já concretada;
- Passar a fiação aérea conforme especificado em projeto;
- Fazer a recomposição da isolação dos condutores que tiveram a sua isolação comprometida;
- Testar se todas as luminárias estão funcionando adequadamente;
- Medir a corrente dos circuitos para verificar se estão de acordo com a corrente do projeto.

1.9. CONSIDERAÇÕES:

- Após a execução deste projeto, recomendamos que sejam seguidos os bons Preceitos de manutenção indicados a seguir:
 - a) o valor da tensão elétrica de alimentação deverá estar próximo à nominal (220 volts);
 - b) as lâmpadas deprecadas deverão ser substituídas em períodos regulares;

55 85 3231 0992 Av. Traco de Atalaia 1116, Sítio 104, 105, 106, Bairro de Fátima, Fortaleza, CE, Brasil www.certare.com.br
contato@certare.com.br



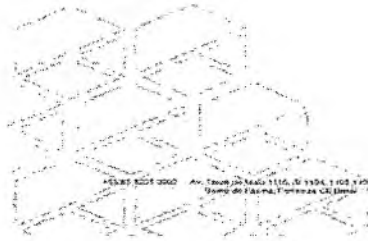


PREFEITURA DE
CAUCAIA

Secretaria Municipal
de Infraestrutura

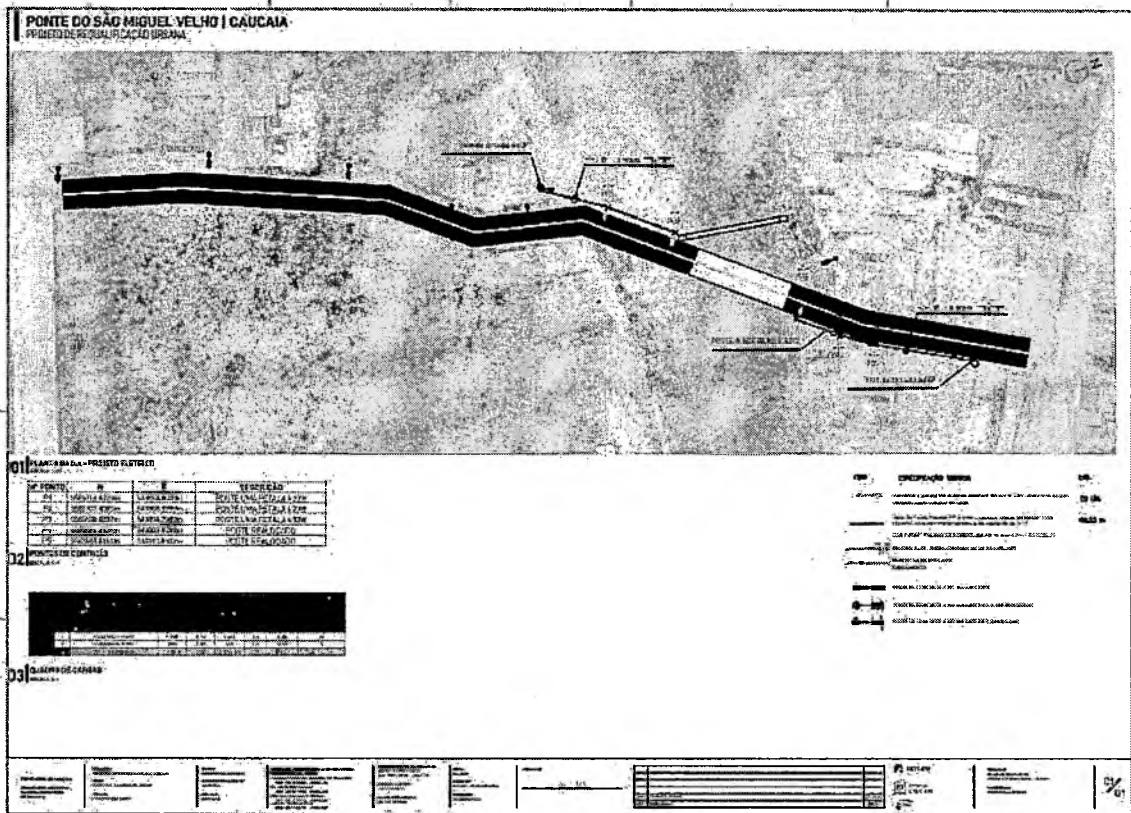


certare
soluções em tecnologia



Av. Tanque de Guerra 1155, 1154, 1103 e 1105
Bairro do Pôrto, Teresopolis, CAUCAIA

www.caucaia.ce.gov.br



7



PREFEITURA DE
CAUCAIA

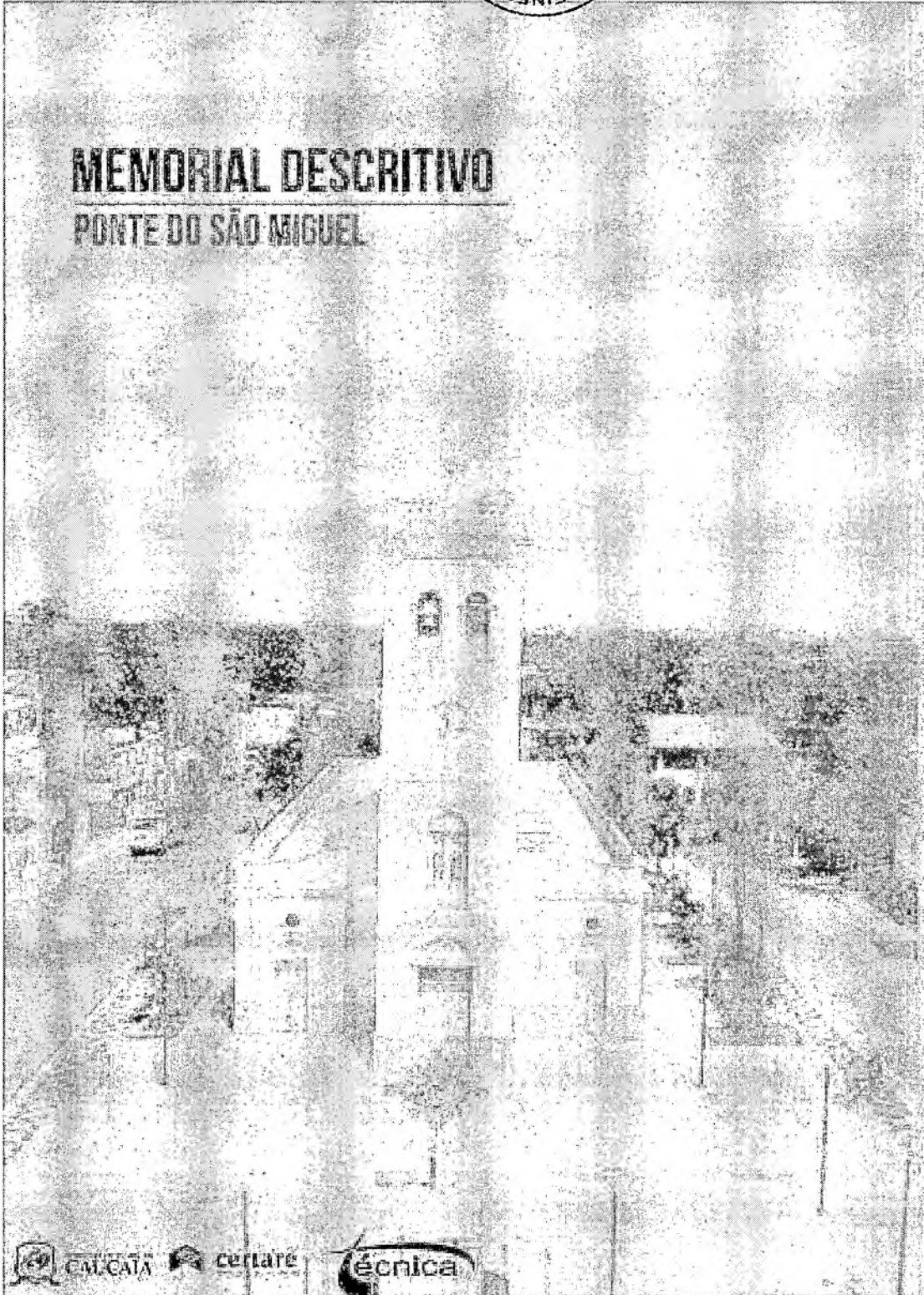
Secretaria Municipal
de Infraestrutura



MEMORIAL DESCRITIVO

MEMORIAL DESCRITIVO

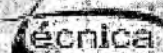
PONTE DO SÃO MIGUEL



CAUCAIA



certare



técnica

7

Página 227 de 367

Rodovia CE-090 KM 01, nº 1076, Itambé

Caucaia/CE - CEP: 61600-970

ÍNDICE

1 - APRESENTAÇÃO	4
2 - MAPA DE SITUAÇÃO	6
3 - ESTUDOS DE TRÁFEGO	8
3.1 - INTRODUÇÃO	9
4 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	10
4.1 - INTRODUÇÃO	11
4.2 - EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	11
4.3 - SERVIÇOS EXECUTADOS	11
4.4 - APRESENTAÇÃO DO ESTUDO	12
5 - ESTUDOS HOROLÓGICOS	13
5.1 - INTRODUÇÃO	14
6 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS	15
6.1 - INTRODUÇÃO	16
6.2 - SERVIÇOS GEOTÉCNICOS EXECUTADOS	16
6.3 - APRESENTAÇÃO	16
7 - PROJETO GEOMÉTRICO	17
7.1 - INTRODUÇÃO	18
7.2 - TRACADO PROJETADO	18
7.3 - APRESENTAÇÃO	18
8 - PROJETO DE TERRAPLENAGEM	19
8.1 - INTRODUÇÃO	20
8.2 - CRITÉRIOS DE EXECUÇÃO	20
8.3 - SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO E TALUDES	20
8.4 - CURVAÇÃO DOS VOLUMES	21
9 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	22
9.1 - INTRODUÇÃO	23
9.2 - CONCEPÇÃO DE PROJETO	23
9.3 - CONCEPÇÃO DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	23
9.4 - DEFINIÇÃO DOS MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS NAS CAMADAS DO PAVIMENTO	23
10 - PROJETO DE DRENAGEM	25
10.1 - INTRODUÇÃO	26
10.2 - METODOLOGIA	26
11 - PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA	27
11.1 - INTRODUÇÃO	28
11.2 - SINALIZAÇÃO VERTICAL	28
11.3 - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	28
11.4 - APRESENTAÇÃO	28
12 - PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	29
12.1 - INTRODUÇÃO	30
13 - PROJETO DE ILUMINAÇÃO	31
13.1 - APRESENTAÇÃO	32
13.2 - ILUMINAÇÃO PÚBLICA	32
13.3 - INFRAESTRUTURA	32
13.4 - PADRÃO DE CORES DOS FIOS E CABOS	33
13.5 - DIMENSIONAMENTO DOS CIRCUITOS	33
14 - OBRA DE ARTE ESPECIAL	34
14.1 - APRESENTAÇÃO	35
15 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	38
15.1 - INTRODUÇÃO	39

✍