

IJ00163
v.1 Ex.1

MINISTÉRIO DO
GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
COORDENAÇÃO ESTADUAL DO PLANEJAMENTO
PREFEITURA MUNICIPAL DE COLATINA

PLANO DIRETOR DE CONTENÇÃO ÀS ENCHENTES, PROTEÇÃO
ÀS ENCOSTAS E DRENAGEM PLUVIAL DE COLATINA

VOLUME I

contenção às enchentes

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES

IJ00163
v.1 Ex.1
5535/1982

7100 163
55351 1982
V. 2 ex 4

MINISTÉRIO DO INTERIOR
GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
COORDENAÇÃO ESTADUAL DO PLANEJAMENTO
PREFEITURA MUNICIPAL DE COLATINA
INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES

PLANO DIRETOR DE CONTENÇÃO ÀS ENCHENTES, PROTEÇÃO
ÀS ENCOSTAS E DRENAGEM PLUVIAL DE COLATINA

VOLUME I

ABRIL/1982



MINISTÉRIO DO INTERIOR

Mário Andreazza

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Eurico Vieira de Rezende

COORDENAÇÃO ESTADUAL DO PLANEJAMENTO

Octávio Luiz Guimarães

PREFEITURA MUNICIPAL DE COLATINA

Devacir Mário Zaché

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES

Orlando Caliman

EQUIPE TÉCNICA

Paulo de Melo Freitas Junior - Eng^o Civil

Robson Sarmento - Eng^o Civil - Ms.C., Ph.D

Alexandre José Serafin - Eng^o Civil - M.Sc., Ph.D

Maria Cristina Mello de Lima - Eng^o Civil

EQUIPE DE APOIO DO IJSN

LISTA DE MAPAS E GRÁFICOS

- M.1 - Situação Geral da bacia do Rio Doce
- M.2 - Hidrografia esc. 1:100.000
- M.3 - Hidrografia esc. 1:10.000
- M.4 - Curva Chave (Q₁) do Rio Doce em Colatina
- M.5 - Curva Chave (Q₂) do Rio Doce em Colatina
- M.6 - Curva Chave (Q₃) do Rio Doce em Colatina
- M.7 - Curva Chave (Q₁, Q₂, Q₃, Q₄, Q₅, Q₆) do Rio Santa Maria
- M.8 - Curva Chave (Q₇) do rio Santa Maria na Zona Urbana
- M.9 - Curva de Permanência das vazões do Rio Doce em Colatina
- M.10 - Curva de Permanência das vazões do Rio Santa Maria do Rio Doce em 2 Vendinhas
- M.11 - Vazões das enchentes máximas anuais do Rio Doce em Colatina
- M.12 - Probabilidade de ocorrência das enchentes do Rio Doce em Colatina
- M.13 - Fluviograma da enchente de 1.000 anos do Rio Santa Maria
- M.14 - Ocorrência mensal das vazões máximas anuais dos Rios Doce em Colatina, Santa Maria do Rio Doce em 2 Vendinhas e ocorrência das precipitações mensais em Colatina
- M.15 - Fluviograma da enchente de 1979
- M.16 - Diques de contenção às cheias - planta
- M.17 - Diques de contenção às cheias - seção tipo

ÍNDICE GERAL

VOLUME I:

Plano Diretor de Contenção às Enchentes na cidade de Colatina

VOLUME II:

Plano Diretor de Drenagem Pluvial de Colatina

VOLUME III:

Plano Diretor de Proteção às Encostas de Colatina

VOLUME IV:

Custos

VOLUME V:

Anexos

1. PLANO DIRETOR DE CONTENÇÃO ÀS ENCHENTES
NA CIDADE DE COLATINA

APRESENTAÇÃO

O Instituto Jones dos Santos Neves é o órgão coordenador no Estado do Espírito Santo do Programa de Apoio às Capitais e Cidades de Porte Médio, desenvolvido a nível federal pelo Ministério do Interior.

Este programa visa basicamente à elaboração e implantação de projetos de desenvolvimento urbano nos municípios considerados pela Fundação IBGE como pólos regionais.

A cidade de Colatina participa deste programa desde 1980 e o primeiro documento produzido pelo IJSN sobre a cidade, denominado Perfil da Cidade de Colatina, mantendo a abordagem metodológica recomendada pelo MINTER, procurou levantar os problemas emergentes da urbanização, que devem ser prioritariamente encarados.

Dessa forma, chegou-se à conclusão que um dos principais problemas é o das enchentes dos rios Doce e Santa Maria do Rio Doce, os quais cortam a zona urbana e têm causado problemas da maior gravidade, como desabrigamento de populações, enormes prejuízos materiais e de saúde pública. Outrossim, detetou-se também os sérios problemas de erosão e deslizamento de encostas que afligem a zona urbana do Município, cujos solos têm textura extremamente favorável à erosão e a desbarrancamentos (são solos podzólicos, cujo horizonte superficial tem textura predominantemente arenosa). É de se notar também que o regime pluviométrico da cidade é de chuvas erosivas (chuvas de pequena duração e grande intensidade). Estes três fatores - enchentes dos rios, solos erodíveis e chuvas erosivas guardam, no contexto de desenvolvimento da urbanização, uma interdependência muito grande, pois há que se combinar um eficiente sistema de drenagem pluvial com o sistema de proteção contra cheias dos rios e o sistema de proteção às encostas, caso se desejar erradicar definitivamente estes problemas da área urbana.

Visando encarar o problema de forma integrada, o IJSN desenvolveu o Plano Diretor de Contenção às Enchentes, Proteção às Encostas e Drenagem Pluvial de Colatina. Por uma questão de metodologia, o estudo foi dividido em cinco partes distintas, a saber: o Plano Diretor de Contenção às Enchentes, Volume I, o Plano Diretor de Drenagem Pluvial, Volume II e o Plano Diretor de Proteção às Encostas, Volume III. As estimativas de custos para implantação das obras previstas nos três primeiros volumes, estão contidos no Volume IV. No Volume V estão contidos os dados básicos utilizados bem como alguns gráficos referentes aos três primeiros volumes.

Pode-se observar que as soluções adotadas para os três problemas são integradas e dependem uma das outras. O sistema adotado para proteção às encostas foi o de impedir o livre escoamento das águas de precipitação que caem nas vertentes, drenando-as convenientemente e conjugando este sistema ao de drenagem pluvial da cidade e ao sistema de contenção às cheias, o qual consiste na construção de diques margeando os dois rios.

O presente trabalho traduz o esforço integrado que vem sendo desenvolvido pelo Governo do Estado do Espírito Santo, junto ao Ministério do Interior e às Prefeituras Municipais, visando eliminar os graves danos que vêm sendo causados pelas chuvas no Espírito Santo.

Pretende constituir-se, outrossim, este trabalho numa colaboração efetiva do Governo do Estado do Espírito Santo à Comissão Interministerial criada com a finalidade de solucionar os problemas das enchentes na bacia do Rio Doce.

ÍNDICE

PÁGINA

APRESENTAÇÃO

1. INTRODUÇÃO	10
2. HIDROLOGIA	12
2.1. INFORMAÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS DISPONÍVEIS	12
2.2. CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS	13
2.3. ANÁLISE DAS ENCHENTES	15
2.3.1. Consistência dos Dados	15
2.3.2. Obtenção das Curvas Chaves para os 2 Postos Fluviométricos	15
2.3.3. Obtenção das Curvas de Permanência das Vazões no Tempo	44
2.3.4. Estudo da Frequência das Enchentes	47
2.4. CONCLUSÕES	56
3. ALTERNATIVAS DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA AS ENCHENTES PARA A CIDADE DE COLATINA	58
3.1. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS	58
3.2. ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS	59
3.3. CONCLUSÃO FINAL	61
4. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DOS DIQUES DE CONTENÇÃO ÀS ENCHENTES	63
4.1. FIXAÇÃO DA COTA SUPERIOR DO DIQUE	63
4.2. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DO DIQUE	65

A cidade de Colatina situa-se às margens do Rio Doce já em seu baixo vale (Lat. 19°32'S, Long. 40°38'WG, Altitude do centro da cidade 40m em relação ao nível do mar), a aproximadamente 100km do estuário do rio no Oceano Atlântico.

O centro da cidade de Colatina está assentado na planície aluvionar quaternária formada pelo encontro destes dois rios, ao passo que a geologia regional é Pré-Cambriana (gnaisse bastante metamorfoseado e migmatizado, o qual entretanto só aflora em pequenos trechos). O relevo da região é bastante acidentado, intercalando elevações e fundos de vale.

Na margem esquerda do Rio Doce, dentro também da zona urbana, destaca-se o córrego São Silvano (área da bacia de drenagem 26km²), bem como o rio Pancas (área da bacia de drenagem 1.060km²), este já fora dos limites da área urbanizada. A situação hidrográfica da região está mostrada nos Mapas 2 e 3 que acompanham este trabalho.

Dos cursos d'água que cortam a zona urbana, dois têm causado problemas sérios de inundações: o Rio Doce e o Rio Santa Maria do Rio Doce. O Plano de Enchentes desta forma lidará apenas com estes dois cursos d'água e os restantes afluentes do Rio Doce na região de Colatina foram estudados e propostas soluções no Plano Diretor de Drenagem Pluvial.

O Plano Diretor de Contenção às Enchentes é constituído basicamente de quatro partes. A primeira parte é esta introdução, a segunda parte trata da hidrologia dos rios Doce e Santa Maria do Rio Doce na região de Colatina, onde se procurou enfatizar os aspectos hidrológicos necessários ao pré-dimensionamento das obras de proteção contra as enchentes.

Na terceira parte são consideradas as alternativas estudadas, visando

solucionar o problema das enchentes na área urbana de Colatina. Finalmente, este Plano Diretor é concluído na quarta parte onde se considera o pré-dimensionamento do sistema adotado para proteção contra as enchentes para a cidade de Colatina.

2.

HIDROLOGIA

2.1. INFORMAÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS DISPONÍVEIS

Para a caracterização das enchentes dos Rios Doce e Santa Maria do Rio Doce e das chuvas da região foram utilizados os seguintes postos de medições hidrometeorológicas:

1. Rio Doce em Colatina

A estação linimétrica foi instalada em 30/12/1937 pelo Departamento de Águas do DNPM.

Em 13/11/1975 foi instalado um linígrafo, em 09/07/1976 foi rebaixado de 1,0m o *zero* da régua e em 20/09/1976 o posto de régua foi transferido de local para 20m a jusante com o nome de Colatina Jusante. O posto é operado atualmente pelo CPRM/DNAEE.

Os dados disponíveis são:

- . Alturas diárias de régua (7h e 17h): 01/01/1938 a 31/12/1980
- . Medições de vazão (1 vez por mês aproximadamente): 23/01/1939 a 09/05/1981
- . Linigramas - de 14/11/1975 a 09/05/1981

2. Rio Santa Maria do Rio Doce em Santa Maria (2 Vendinhas)

Posto de régua instalado em 18/07/1941 pela Divisão de Águas do MA e suspenso em 31/12/1965.

Os dados disponíveis são:

- . Alturas diárias da régua (7h e 17h): 01/01/1942 a 31/12/1949 (incompletas) e 01/01/1950 a 31/12/1971
- . Medições de vazão (1 vez por mês aproximadamente): 13/04/1941 a 27/08/1967

3. Colatina

Pluviômetro instalado em 15/06/1948 pelo DNOS, reinstalado em 24/04/1967 pelo DNAEE e pluviôgrafo instalado em 12/10/1976 pelo DNAEE. O posto é operado atualmente pela CPRM/DNAEE.

Dados disponíveis:

- . Alturas diárias totais de chuva: 15/06/1948 a 28/02/1981
- . Pluviogramas diários: 12/10/1976 a 28/02/1981

4. São João de Petrópolis

Posto pluviométrico instalado no centro da bacia do Rio Santa Maria do Rio Doce em 06/08/1947 pelo DNOS, reinstalado pelo DNAEE em 01/1969. O posto é operado atualmente pelo DNAEE.

Dados disponíveis:

- . Alturas diárias totais de chuva: de 06/08/1947 a 31/12/1980

Os dados hidrometeorológicos compilados foram listados neste trabalho e estão no Volume V deste trabalho.

2.2. CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS

A área da bacia de drenagem do Rio Doce em Colatina é de 78.410km² e a vazão média anual do Rio Doce na cidade é da ordem de 940m³/S. Além disso, a cidade é cortada por outro rio, o Rio Santa Maria do Rio Doce, o qual tem sua foz na margem direita do Rio Doce, dentro da zona urbana. A bacia do Rio Santa Maria do Rio Doce tem uma área de 895km² e sua vazão média anual é da ordem de 8,0m³/S.

O Rio Doce nasce no Estado de Minas Gerais, com o nome de Rio Piranga, num dos contrafortes da Serra da Trapizonga (denominação regional da Serra da Mantiqueira), em altitude aproximada de 1.200m; depois de sua confluência com o Rio do Carmo próximo à cidade de Ponte Nova-MG, passa a se denominar Rio Doce, até desaguar no Oceano Atlântico.

Suas principais bacias afluentes são os rios Carmo (1.832Km²), Piracicaba (6.090Km²), Santo Antônio (9.223Km²) e Suassuí Grande (9.130Km²), pela margem esquerda, Chopotô (1.456Km²), Casca (2.021Km²), Cuieté (2.795Km²), Manhuaçu (8.454Km²) e Guandu (2.693Km²), pela margem direita.

A bacia hidrográfica do Rio Doce encontra-se adjacente ao litoral Leste do Brasil, entre as latitudes 18° a 21° Sul e longitudes 40° a 44° Oeste. A área total de drenagem na foz (local denominado Regência), onde o rio deságua no Oceano Atlântico Sul, atinge 84.700Km².

Sua bacia tem a configuração de uma cuia cercada por serras. O Rio Doce corre através do sistema litorâneo de montanhas (conhecido por Serra do Mar), montanhas estas que delimitam a bacia ao Sul e Sudeste numa altitude de 1.000 a 1.500m. Uma das montanhas mais altas do Brasil, o pico da Bandeira, com 2.884m de altitude, localiza-se no limite meridional da bacia.

A Serra do Espinhaço e a Serra da Penha marcam os limites da bacia a Oeste e Noroeste. A montanha mais elevada no limite ocidental é o pico da Piedade com uma altitude de 1.783m. Para o Nordeste, a bacia é limitada por um planalto caracterizado por serras e por altitudes geralmente abaixo de 700m.

O Rio Doce representa o principal sistema hidrográfico do Estado do Espírito Santo. Destaca-se pelas suas dimensões, percorrendo uma distância de 300Km em uma direção ligeiramente orientada para Noroeste, e 250Km na direção Sudeste.

O Rio Santa Maria do Rio Doce nasce no Município de Santa Teresa a uma altitude de 1.000m e vai desaguar na margem direita do Rio Doce dentro da zona urbana da cidade de Colatina, com uma área total de drenagem 915Km². Seus principais afluentes são: pela margem direita: Córregos Cinco de Novembro (101Km²), Vinte e Cinco de Julho (101,5Km²), Mutum (79,3Km²); pela margem esquerda o principal afluente é o Córrego Santa Júlia (186Km²).

O comprimento total do Rio Santa Maria do Rio Doce é cerca de 83km. Os mapas 1, 2 e 3 mostram a situação geral das bacias do Rio Doce e do Rio Santa Maria do Rio Doce.

2.3. ANÁLISE DAS ENCHENTES

2.3.1. CONSISTÊNCIA DOS DADOS

De posse das informações primárias disponíveis dos postos fluviométricos no Rio Doce (estação Colatina) e no Rio Santa Maria do Rio Doce (estação Santa Maria - 2 Vendinhas), constatou-se que houve várias modificações dos postos de medição, bem como disparidades nas medições de alturas linimétricas e de vazão. Tornou-se necessário então listar e consistir adequadamente estes dados, o que foi feito.

2.3.2. OBTENÇÃO DAS CURVAS CHAVES PARA OS 2 POSTOS FLUVIOMÉTRICOS

Com os dados de alturas linimétricas e de vazões já consistidos foram calculadas as equações das curvas chaves do Rio Doce em Colatina e do Rio Santa Maria do Rio Doce em 2 Vendinhas, através do método gráfico de T.R. Running (1958) e dos métodos analíticos de Roberto Serebrenick (1970).

As equações resultantes para o Rio Doce em Colatina são:

$$Q_1 = 153,0 H^{1,962} \text{ (de 23/01/1939 a 29/10/1976)}$$

$$Q_2 = 294,7 (H - 0,30)^{1,560} \text{ (de 09/12/1976 a 19/11/1978)}$$

$$Q_3 = 362,4 (H - 0,30)^{1,560} \text{ (de 09/03/1979 a 17/03/1980)}$$

Para o Rio Santa Maria do Rio Doce em 2 Vendinhas as equações obtidas foram:

$$Q_1 = 7,0 (H + 0,30)^{2,11} \text{ (13/04/1941 a 21/09/1948)}$$

$$Q_2 = 10,7 (H - 0,75)^{1,90} \text{ (09/03/1949 a 05/12/1949)}$$

$$Q_3 = 12,7 (H - 0,80)^{1,50} \quad (06/01/1950 \text{ a } 15/08/1956)$$

$$Q_4 = 13,3 (H - 0,55)^{1,67} \quad (05/03/1958 \text{ a } 21/08/1959)$$

$$Q_5 = 13,7 (H - 0,40)^{1,78} \quad (20/04/1960 \text{ a } 19/12/1960)$$

$$Q_6 = 14,8 (H - 0,75)^{1,64} \quad (28/03/1961 \text{ a } 13/07/1965)$$

A curva chave do Rio Santa Maria do Rio Doce dentro da área urbana de Colatina foi obtida na seção da ponte rodoviária de ferro que existe ligando os bairros Vila Nova e Maristas, através do emprego da equação de Manning, juntamente com levantamentos topográficos executados na calha do rio.

A equação obtida foi:

$$Q_7 = 33 (H + 7,5)^{1,6415}$$

Apresentam-se as relações de medições de descarga *in loco* nos dois postos fluviométricos devidamente consistidas e no final deste volume os gráficos das curvas chaves para as três seções transversais consideradas.

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO DOCE EM COLATINA E COLATINA JUSANTE

19°31'52"S - Latitude

40°37'35"W - Longitude

ÁREA = 78,409Km²

NÚMERO	DATA	H COTA* (m)	Q DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
1	23.01.39	2,99	1.216	
2	29.01.39	6,00	4.619	
3	30.01.39	5,93	4.698	
4	30.01.39	5,88	4.781	
5	31.01.39	5,24	3.820	
6	01.02.39	4,51	2.952	
7	01.02.39	4,41	2.947	
8	02.02.39	4,00	2.424	
9	02.02.39	3,97	2.452	
10	28.08.39	1,50	341	
11	29.08.39	1,48	356	
12	29.08.39	1,48	306	
13	22.06.40	1,67	519	
14	12.11.40	2,39	902	
15	13.04.41	3,03	1.409	
16	16.12.41	2,57	1.019	
17	15.07.42	2,12	671	
18	09.07.44	2,18	695	
19	26.08.44	1,98	615	
20	14.09.44	1,88	500	

continua

*Foi somado 1,00m até a Leitura nº 187, devido ao rebaixamento do zero da régua em 09.07.76.

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO DOCE EM COLATINA E COLATINA JUSANTE

19°31'52"S - Latitude

40°37'35"W - Longitude

ÁREA = 78,409Km²

NÚMERO	DATA	H COTA* (m)	Q DESCARGA(m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
21	17.10.44	1,78	426	
22	12.08.47	1,73	401	
23	12.08.47	1,72	384	
24	06.04.48	2,68	928	
25	18.05.48	2,31	514	
26	18.05.48	2,30	540	
27	15.06.48	2,12	859	
28	15.06.48	2,12	581	
29	24.08.48	1,88	384	
30	22.09.48	1,80	379	
31	29.04.49	3,18	1.138	
32	26.05.49	2,76	1.017	
33	23.06.49	2,58	977	
34	28.07.49	2,39	963	
35	25.08.49	2,24	642	
36	21.09.49	2,18	684	
37	18.10.49	2,36	813	
38	07.11.49	2,40	836	
39	08.02.50	3,30	1.327	
40	12.04.50	2,54	780	

continua

*Foi somado 1,00m até a leitura nº 187, devido ao rebaixamento do zero da régua em 09.07.76.

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO DOCE EM COLATINA E COLATINA JUSANTE

19°31'52"S - Latitude

40°37'35"W - Longitude

ÁREA = 78,409Km²

NÚMERO	DATA	H COTA* (m)	Q DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
41	13.06.50	2,18	654	
42	11.07.50	2,04	512	
43	07.09.50	1,84	407	
44	25.10.50	1,86	377	
45	21.04.51	2,80	1.140	
46	22.06.51	2,18	678	
47	22.08.51	1,92	568	
48	13.10.51	1,78	451	
49	24.09.52	2,60	737	
50	12.02.53	2,68	-	Não foi aproveitada
51	26.03.53	2,99	1.085	
52	19.05.53	2,32	698	
53	24.06.53	2,12	527	
54	27.08.53	1,91	416	
55	29.09.53	2,10	588	
56	27.10.53	1,96	426	
57	16.02.54	2,20	543	
58	19.03.54	1,90	488	
59	21.05.54	1,74	501	
60	21.07.54	1,74	403	

continua

*Foi somado 1,00m até a Leitura nº 187, devido ao rebaixamento do zero da régua em 09.07.76.



continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO DOCE EM COLATINA E COLATINA JUSANTE

19°31'52"S - Latitude

40°37'35"W - Longitude

ÁREA = 78,409Km²

NÚMERO	DATA	H COTA* (m)	Q DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
61	31.03.55	1,80	397	
62	28.04.55	1,78	402	
63	26.05.55	1,66	388	
64	28.06.55	1,60	-	Não foi aproveitada
65	31.07.55	1,48	-	Não foi aproveitada
66	15.08.55	1,44	-	Não foi aproveitada
67	13.09.55	1,63	233	
68	28.10.55	1,72	402	
69	07.02.56	1,78	-	Não foi aproveitada
70	23.03.56	1,88	-	Não foi aproveitada
71	27.04.56	1,66	-	Não foi aproveitada
72	18.04.58	2,50	841	
73	18.04.58	2,50	808	
74	25.06.58	2,19	524	
75	19.08.58	1,95	530	
76	16.09.58	2,09	554	
77	22.10.58	2,14	611	
78	19.02.59	2,00	347	
79	19.02.59	2,00	398	
80	24.03.59	2,40	703	

continua

*Foi somado 1,00m até a Leitura nº 187, devido ao rebaixamento do zero da régua em 09.07.76.

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO DOCE EM COLATINA E COLATINA JUSANTE

19°31'52"S - Latitude

40°37'35"W - Longitude

ÁREA = 78,409Km²

NÚMERO	DATA	H COTA* (m)	Q DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
81	22.04.59	1,90	491	
82	19.05.59	1,85	434	
83	19.05.59	2,00	460	
84	22.06.59	1,71	338	
85	28.07.59	1,58	274	
86	20.08.59	1,50	302	
87	19.10.60	1,58	386	
88	19.12.60	3,01	1.167	
89	05.09.62	1,66	440	
90	05.09.62	1,66	462	
91	24.04.63	1,90	530	
92	24.04.63	1,90	478	
93	23.05.63	1,71	398	
94	23.05.63	1,71	394	
95	21.06.63	1,66	414	
96	21.06.63	1,66	424	
97	18.07.63	1,63	390	
98	18.07.63	1,63	356	
99	24.08.63	1,60	318	
100	24.08.63	1,60	318	

continua

*Foi somado 1,00m até a Leitura nº 187, devido ao rebaixamento do zero da régua em 09.07.76.

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO DOCE EM COLATINA E COLATINA JUSANTE

19°31'52"S - Latitude

40°37'35"W - Longitude

ÁREA = 78,409Km²

NÚMERO	DATA	H COTA* (m)	Q DESCARGA(m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
101	26.09.63	1,42	273	
102	09.01.64	2,48	942	
103	22.05.64	1,80	503	
104	18.08.64	1,58	467	
105	25.09.64	1,48	350	
106	21.04.65	2,81	1.074	
107	26.05.65	2,63	956	
108	15.07.65	2,41	827	
109	16.09.65	1,94	457	
110	22.02.66	2,45	838	
111	19.04.66	2,14	659	
112	07.07.66	1,86	533	
113	11.10.66	1,88	441	
114	23.04.67	2,46	889	
115	23.04.67	2,45	886	
116	28.05.67	1,96	534	
117	28.05.67	1,96	555	
118	17.06.67	1,90	499	
119	17.06.67	1,90	502	
120	11.07.67	1,82	520	

continua

*Foi somado 1,00m até à Leitura nº 187, devido ao rebaixamento do zero da régua em 09.07.76.

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO DOCE EM COLATINA E COLATINA JUSANTE

19°31'52"S - Latitude

40°37'35"W - Longitude

ÁREA = 78,409Km²

NÚMERO	DATA	H COTA* (m)	Q DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
121	11.07.67	1,82	514	
122	26.08.67	1,62	450	
123	26.08.67	1,62	449	
124	03.10.67	1,66	442	
125	03.10.67	1,66	465	
126	29.12.67	2,77	1.180	
127	29.12.67	2,85	1.261	
128	10.06.69	1,86	462	
129	10.06.69	1,86	461	
130	04.07.69	1,87	491	
131	04.07.69	1,87	487	
132	19.10.69	1,73	432	
133	19.10.69	1,73	456	
134	17.08.71	1,41	250	Medições de nº 134 a 168 feitas pela HIDROESB
135	17.08.71	1,38	264	
136	11.09.71	1,40	263	
137	11.09.71	1,40	240	
138	15.10.71	1,87	503	
139	15.10.71	1,86	556	
140	14.11.71	2,49	955	

continua

*Foi somado 1,00m até a Leitura nº 187, devido ao rebaixamento do zero da régua em 09.07.76.

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO DOCE EM COLATINA E COLATINA JUSANTE

19°31'52"S - Latitude

40°37'35"W - Longitude

ÁREA = 78,409Km²

NÚMERO	DATA	H COTA* (m)	Q DESCARGA(m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
141	14.11.71	2,52	981	
142	05.12.71	3,93	2.307	
143	05.12.71	3,92	2.483	
144	26.12.71	3,32	1.720	
145	26.12.71	3,32	1.736	
146	07.01.72	2,54	1.048	
147	08.01.72	2,50	1.004	
148	22.01.72	2,23	827	
149	22.01.72	2,22	803	
150	08.02.72	2,64	1.155	
151	09.02.72	2,63	1.106	
152	26.02.72	2,12	774	
153	26.02.72	2,11	793	
154	04.03.72	3,52	1.928	
155	04.03.72	3,51	1.950	
156	05.03.72	3,40	1.846	
157	05.03.72	3,39	1.803	
158	07.03.72	3,13	1.597	
159	20.03.72	2,19	798	
160	20.03.72	2,18	779	

continua

*Foi somado 1,00m até a Leitura nº 187, devido ao rebaixamento do zero da régua em 09.07.76.

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO DOCE EM COLATINA E COLATINA JUSANTE

19°31'52"S - Latitude

40°37'35"W - Longitude

ÁREA = 78,409Km²

NÚMERO	DATA	H COTA* (m)	Q DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
161	07.04.72	2,12	777	
162	07.04.72	2,12	779	
163	10.05.72	1,94	611	
164	10.05.72	1,94	600	
165	12.06.72	1,78	440	
166	12.06.72	1,78	419	
167	22.07.72	1,86	584	
168	22.07.72	1,86	562	
169	29.07.73	1,83	530	Medições feitas pela CPRM a partir do nº 169 pela numeração da CPRM, o nosso nº 169 correspon de ao deles nº 134 e assim por diante
170	29.07.73	1,83	564	
171	26.08.73	1,77	465	
172	26.08.73	1,75	469	
173	29.09.73	1,62	383	
174	29.09.73	1,61	363	
175	10.10.74	1,42	273	
176	09.12.74	2,32	849	
177	11.12.74	3,33	1.767	

continua

*Foi somado 1,00m até a Leitura nº 187, devido ao rebaixamento do zero da régua em 09.07.76.

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO DOCE EM COLATINA E COLATINA JUSANTE

19°31'52"S - Latitude

40°37'35"W - Longitude

ÁREA = 78,409Km²

NÚMERO	DATA	H COTA* (m)	Q DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
178	17.02.75	2,64	1.138	
179	22.03.75	1,90	525	
180	18.05.75	1,76	502	
181	18.08.75	1,51	383	
182	20.12.75	2,73	1.240	
183	26.01.76	1,54	401	
184	15.02.76	2,12	783	
185	20.03.76	1,60	450	
186	20.04.76	1,59	466	
187	24.06.76	1,08	176	
188	23.08.76	1,32	300	Foi rebaixado o zero da régua (havia leituras negativas - grande seca) em 09,07,76.
189	09.10.76	1,59	312	
190	09.12.76	3,35	1.632	Medidas de régua feitas no Posto Colatina Jusante as quais correspondem + às mesmas do posto Colatina, segundo correlação de 01 ano feita pela CPRM. (09,12,76).
191	23.12.76	3,73	1.709	

continua

*Foi somado 1,00m até a Leitura nº 187, devido ao rebaixamento do zero da régua em 09.07.76.

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO DOCE EM COLATINA E COLATINA JUSANTE

19°31'52"S - Latitude

40°37'35"W - Longitude

ÁREA = 78,409Km²

NÚMERO	DATA	H COTA* (m)	Q DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
192	16.01.77	2,24	868	
193	20.01.77	2,94	1.385	
194	10.02.77	2,93	1.338	
195	21.04.77	1,94	740	
196	20.08.77	1,55	426	
197	13.10.77	2,04	708	
198	20.03.78	2,34	913	
199	10.05.78	2,02	721	
200	18.09.78	1,57	419	
201	19.11.78	1,88	572	Em fev/79 na grande cheia deu 9,50 na régua
202	09.03.79	4,56	3.468	
203	10.03.79	4,28	3.218	
204	10.03.79	4,49	3.311	
205	16.05.79	2,55	1.317	
206	11.09.79	1,84	691	
207	10.11.79	2,22	958	
208	15.01.80	4,41	2.855	
209	06.02.80	4,10	2.700	
210	06.02.80	4,01	2.560	

continua

*Foi somado 1,00m até a leitura nº 187, devido ao rebaixamento do zero da régua em 09.07.76.

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO DOCE EM COLATINA E COLATINA JUSANTE

19°31'52"S - Latitude

40°37'35"W - Longitude

ÁREA = 78,409Km²

NÚMERO	DATA	H COTA* (m)	Q DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
211	07.02.80	3,73	2.341	
212	09.02.80	3,36	1.974	
213	10.02.80	3,27	1.828	
214	17.03.80	2,53	1.245	
215	15.01.81	3,15	-	
216	19.03.81	2,05	-	
217	09.05.81	1,86	-	

*Foi somado 1,00m até a Leitura nº 187, devido ao rebaixamento do zero da régua em 09.07.76.

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
1	13.04.41	0,93	10,46	
2	18.07.41	0,62	5,76	
3	17.12.41	0,56	4,38	
4	15.07.42	0,48	3,96	
5	16.12.42	1,17	14,17	
6	13.04.44	0,47	4,42	
7	23.06.44	0,40	3,02	
8	11.07.44	0,35	2,36	
9	19.08.44	0,38	2,79	
10	27.08.44	0,33	2,20	
11	14.09.44	0,32	2,11	
12	17.10.44	0,42	3,56	
13	14.01.46	0,99	11,96	
14	15.04.46	0,77	8,72	
15	14.05.46	0,54	5,56	
16	14.05.46	0,53	5,32	
17	19.08.46	0,36	2,86	
18	19.08.46	0,36	2,91	
19	19.09.46	0,30	2,59	
20	10.09.46	0,30	2,46	
21	25.11.46	0,46	4,72	

continua

continuação
 MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"
 RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)
 ÁREA DA BACIA = 895km²
 19°34'38"S - latitude
 40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
22	25.11.46	0,46	4,23	
23	20.01.47	0,26	2,15	
24	20.01.47	0,26	2,00	
25	24.02.47	0,56	5,26	
26	24.02.47	0,56	5,17	
27	22.04.47	0,40	4,22	
28	23.04.47	0,40	3,99	
29	20.05.47	0,38	3,55	
30	20.05.47	0,38	3,40	
31	11.08.47	0,19	1,64	
32	11.08.47	0,19	1,79	
33	12.01.48	0,76	9,37	
34	12.01.48	0,75	9,41	
35	06.04.48	0,52	5,64	
36	06.04.48	0,52	5,55	
37	17.05.48	0,44	4,46	
38	17.05.48	0,44	4,38	
39	14.06.48	0,32	3,03	
40	16.06.48	0,31	2,89	
41	16.06.48	0,31	2,88	
42	24.08.48	0,30	2,45	

continua

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
43	24.08.48	0,30	2,47	
44	21.09.48	0,28	2,27	
45	21.09.48	0,28	2,22	
46	09.03.49	2,49	30,54	
47	09.03.49	2,48	29,41	
48	26.04.49	1,86	12,66	
49	29.04.49	1,88	13,46	
50	26.05.49	1,72	9,48	
51	26.05.49	1,71	9,93	
52	22.06.49	1,60	7,86	
53	22.06.49	1,59	8,08	
54	27.07.49	1,48	6,14	
55	27.07.49	1,48	6,11	
56	23.08.49	1,40	5,02	
57	23.08.49	1,40	4,95	
58	20.09.49	1,36	4,39	
59	20.09.49	1,36	4,43	
60	18.10.49	1,44	5,42	
61	18.10.49	1,44	5,53	
62	05.12.49	1,50	6,50	
63	05.12.49	1,50	6,56	

continua

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
64	06.01.50	1,39	5,63	
65	06.01.50	1,39	5,83	
66	10.04.50	1,42	6,11	
67	12.06.50	1,20	3,35	
68	12.06.50	1,20	3,31	
69	11.07.50	1,17	2,97	
70	11.07.50	1,17	2,91	
71	05.09.50	1,10	2,21	
72	05.09.50	1,10	2,35	
73	24.10.50	1,08	1,94	
74	24.10.50	1,08	1,92	
75	27.11.50	1,34	4,57	
76	27.11.50	1,34	4,44	
77	19.02.51	1,24	4,35	
78	19.02.51	1,24	4,16	
79	19.04.51	1,25	3,95	
80	19.04.51	1,25	3,79	
81	22.06.51	1,18	3,18	
82	22.06.51	1,18	3,27	
83	20.08.51	1,08	2,15	
84	20.08.51	1,08	1,99	

continua

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
85	13.10.51	0,96	1,05	
86	13.10.51	0,96	1,18	
87	21.05.52	1,08	2,26	
88	21.05.52	1,08	2,53	
89	22.07.52	1,02	1,47	
90	22.07.52	1,02	1,46	
91	22.07.52	1,02	1,27	
92	23.09.52	1,48	5,49	
93	23.09.52	1,48	5,76	
94	10.02.53	1,32	4,74	
95	10.02.53	1,32	5,28	
96	24.03.53	1,28	4,32	
97	24.03.53	1,28	4,20	
98	19.05.53	1,27	3,23	
99	19.05.53	1,27	3,22	
100	22.06.53	1,14	2,34	
101	22.06.53	1,14	2,29	
101-A	27.08.53	1,04	1,79	
101-B	27.08.53	1,04	1,65	
102	15.02.54	1,22	3,61	
103	15.02.54	1,22	3,86	

Continua

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
104	19.03.54	1,00	2,42	
105	19.03.54	1,00	2,55	
106	19.05.54	1,16	2,51	
107	19.05.54	1,16	2,61	
108	22.07.54	1,04	1,44	
109	22.07.54	1,04	1,62	
110	11.09.54	1,02	1,09	
111	11.09.54	1,02	0,92	
112	25.10.54	0,99	0,75	
113	25.10.54	0,99	0,81	
114	15.03.55	1,00	1,50	
115	15.03.55	1,02	1,48	
116	28.04.55	0,98	1,34	
117	28.04.55	0,97	1,24	
118	26.05.55	0,99	1,41	
119	26.05.55	0,98	1,40	
120	28.06.55	0,96	1,21	
121	28.06.55	0,96	1,25	
122	25.07.55	0,96	1,31	
123	25.07.55	0,96	1,14	
124	15.08.55	0,94	1,04	

continua

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
125	15.08.55	0,94	1,13	
126	21.10.55	1,10	2,20	
127	21.10.55	1,12	2,47	
128	29.11.55	1,38	5,58	
129	29.11.55	1,38	5,20	
130	17.01.56	1,30	4,57	
131	17.01.56	1,30	4,59	
132	07.02.56	1,10	2,43	
133	07.02.56	1,10	2,47	
134	24.02.56	1,14	2,94	
135	24.02.56	1,14	3,18	
136	22.03.56	1,29	4,76	
137	22.03.56	1,29	5,04	
138	27.04.56	1,10	2,66	
139	27.04.56	1,10	2,86	
140	27.05.56	1,09	2,17	
141	27.05.56	1,09	2,24	
142	15.08.56	1,08	2,04	
143	15.08.56	1,08	2,04	
144	16.07.57	1,34	6,26	
145	16.07.57	1,34	6,69	

continua

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
146	29.08.57	1,14	3,98	
147	29.08.57	1,14	4,08	
148	18.09.57	1,12	3,89	
149	18.09.57	1,12	3,74	
150	24.10.57	1,04	2,81	
151	24.10.57	1,04	2,60	
152	05.03.58	1,30	8,41	
153	05.03.58	1,30	8,83	
154	29.04.58	1,47	11,93	
155	29.04.58	1,48	11,89	
156	25.06.58	1,22	7,40	
157	25.06.58	1,22	7,22	
158	25.07.58	1,38	9,68	
159	25.07.58	1,38	9,60	
160	19.08.58	1,19	5,71	
161	19.08.58	1,19	6,00	
162	16.09.58	1,24	6,83	
163	16.09.58	1,24	6,76	
164	22.10.58	1,20	5,86	
165	22.10.58	1,20	6,04	
166	28.01.59	1,00	3,78	

continua

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
167	28.01.59	1,00	3,62	
168	20.02.59	0,80	1,60	
169	20.02.59	0,80	1,57	
170	16.04.59	0,88	2,41	
171	16.04.59	0,88	2,21	
172	20.05.59	0,90	2,37	
173	20.05.59	0,90	2,53	
174	20.05.59	0,90	2,25	
175	25.06.59	0,84	1,40	
176	25.06.59	0,84	1,34	
177	30.07.59	0,86	1,51	
178	30.07.59	0,86	1,65	
179	21.08.59	0,86	1,53	
180	21.08.59	0,86	1,52	
181	20.04.60	1,46	15,87	
182	07.06.60	1,14	7,82	
183	07.06.60	1,14	7,53	
184	21.09.60	0,88	3,71	
185	21.09.60	0,88	3,92	
186	21.10.60	0,90	4,26	
187	21.10.60	0,90	4,29	

continua

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
188	19.12.60	1,04	6,11	
189	19.12.60	1,04	6,29	
190	28.03.61	1,35	7,05	
191	28.03.61	1,35	7,00	
192	10.05.61	1,22	4,52	
193	10.05.61	1,22	4,73	
194	22.06.61	1,16	4,37	
195	22.06.61	1,16	4,30	
196	22.07.61	1,16	4,44	
197	22.07.61	1,16	4,40	
198	04.12.61	1,02	1,91	
199	04.12.61	1,02	1,94	
200	04.12.61	1,02	1,89	
201	09.01.62	1,30	5,58	
202	09.01.62	1,30	5,54	
203	10.01.62	1,30	5,66	
204	21.02.62	1,40	7,49	
205	21.02.62	1,40	6,74	
206	21.02.62	1,40	6,80	
207	15.03.62	1,38	6,43	
208	24.04.62	1,16	3,72	

continua

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
209	24.04.62	1,16	3,73	
210	24.04.62	1,16	3,56	
211	17.05.62	1,12	2,79	
212	17.05.62	1,12	2,90	
213	17.05.62	1,12	2,88	
214	14.06.62	1,15	3,10	
215	14.06.62	1,15	2,82	
216	14.06.62	1,15	2,63	
217	20.07.62	1,08	2,22	
218	20.07.62	1,08	2,22	
219	20.07.62	1,08	2,10	
220	28.08.62	1,02	1,40	
221	28.08.62	1,02	1,54	
222	28.08.62	1,02	1,45	
223	19.09.62	1,00	1,42	
224	19.09.62	1,00	1,64	
224-A	19.09.62	1,00	1,49	
225	19.09.62	1,00	1,64	
226	23.10.62	1,06	2,24	
227	23.10.62	1,06	2,16	
228	23.10.62	1,07	2,30	

continua

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
229	26.11.62	1,27	5,40	
230	26.11.62	1,26	5,11	
231	26.11.62	1,26	4,82	
232	11.01.63	1,49	10,72	
233	11.01.63	1,49	9,96	
234	11.01.63	1,49	10,13	
235	22.02.63	1,22	4,31	
236	22.02.63	1,22	4,36	
237	22.02.63	1,21	4,13	
238	02.04.63	1,14	3,40	
239	02.04.63	1,14	3,46	
240	02.04.63	1,14	3,93	
241	20.05.63	1,01	1,71	
242	20.05.63	1,01	1,88	
243	20.05.63	1,01	1,88	
244	22.06.63	1,16	2,76	
245	26.06.63	1,16	2,84	
246	16.07.63	1,05	2,09	
247	16.07.63	1,05	2,32	
248	16.07.63	1,05	2,42	
249	22.08.63	1,00	2,16	

continua

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
250	22.08.63	1,00	2,01	
251	22.08.63	1,00	2,05	
252	10.09.63	0,97	2,04	
253	10.09.63	0,97	2,18	
254	10.09.63	0,97	2,38	
255	10.11.63	0,96	1,99	
256	10.11.63	0,94	2,01	
257	10.11.63	0,94	2,11	
258	07.01.64	1,04	2,09	
259	07.01.64	1,04	2,05	
260	07.01.64	1,04	1,88	
261	30.01.64	1,88	17,92	
262	30.01.64	1,88	17,21	
263	19.03.64	1,28	5,30	
264	19.03.64	1,29	5,63	
265	19.03.64	1,30	5,31	
266	25.04.64	1,15	3,52	
267	25.04.64	1,15	3,42	
268	25.04.64	1,15	3,40	
269	20.05.64	1,10	2,60	
270	20.05.64	1,10	2,41	

continua

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
271	18.07.64	1,02	1,81	
272	18.07.64	1,02	1,80	
273	11.08.64	1,04	2,36	
274	11.08.64	1,04	2,14	
275	14.10.64	1,55	9,15	
276	14.10.64	1,55	9,26	
277	17.11.64	1,42	6,68	
278	17.11.64	1,42	6,53	
279	08.01.65	2,30	25,57	
280	08.01.65	2,29	23,95	
281	12.02.65	2,84	51,25	
282	12.02.65	2,80	40,96	
283	16.03.63	1,48	8,88	
284	16.03.63	1,48	8,71	
285	20.04.65	1,36	7,00	
286	20.04.65	1,36	6,72	
287	25.05.65	1,28	5,76	
288	25.05.65	1,28	5,34	
289	13.07.65	1,20	4,82	
290	13.07.65	1,20	4,49	
291	21.04.67	0,70	4,90	

continua

continuação

MEDIÇÕES DE DESCARGA "IN LOCO"

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

ÁREA DA BACIA = 895km²

19°34'38"S - latitude

40°38'58"W - longitude

NÚMERO	DATA	COTA (m)	DESCARGA (m ³ /s)	OBSERVAÇÃO
292	21.04.67	0,70	4,67	
293	26.05.67	0,61	3,23	
294	26.05.67	0,61	3,03	
295	16.06.67	0,52	2,77	
296	16.06.67	0,52	2,72	
297	12.07.67	0,47	1,81	
298	12.07.67	0,48	2,00	
299	27.08.67	0,32	0,45	
300	27.08.67	0,33	0,50	

2.3.3 OBTENÇÃO DAS CURVAS DE PERMANÊNCIA DAS VAZÕES NO TEMPO

O cálculo e os gráficos obtidos das curvas de permanência das vazões para os postos fluviométricos em estudo foram feitos a partir das frequências simples e acumulada das descargas médias diárias e estão apresentados a seguir. (Gráficos 9 e 10).

QUADRO DE FREQUÊNCIAS SIMPLES E DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS

RIO DOCE EM COLATINA

PERÍODO: 1938-1980

INTERVALO Q (m ³ /s)	FREQUÊNCIA SIMPLES	FREQUÊNCIA (%)	FREQUÊNCIAS ACUMULADAS	FREQUÊNCIAS ACUMULADAS (%)
12.996-10.001	8	0,05	8	0,05
10.000-8.001	1	0,01	9	0,06
8.000-7.001	1	0,01	10	0,07
7.000-6.001	4	0,03	14	0,09
6.000-5.001	43	0,28	57	0,38
5.000-4.501	39	0,26	96	0,64
4.500-4.001	76	0,50	172	1,14
4.000-3.501	101	0,67	273	1,81
3.500-3.001	189	1,25	462	3,07
3.000-2.501	303	2,01	765	5,08
2.500-2.001	561	3,73	1.326	8,81
2.000-1.501	994	6,60	2.320	15,41
1.500-1.301	656	4,36	2.976	19,77
1.300-1.101	911	6,05	3.887	25,82
1.100-901	1.312	8,71	5.199	34,53
900-701	2.098	13,94	7.297	48,47
700-501	3.239	21,51	10.536	69,98
500-301	3.898	25,89	14.434	95,87
300-146	621	4,12	15.055	100,00
TOTAL	15.055	100,00		

QUADRO DE FREQUÊNCIAS SIMPLES E DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA

PERÍODO: 1945-1947/1950-1965

INTERVALO Q (m ³ /s)	FREQUÊNCIA SIMPLES	FREQUÊNCIA (%)	FREQUÊNCIAS ACUMULADAS	FREQUÊNCIAS ACUMULADAS (%)
137,0 - 100,1	1	0,014	1	0,014
100,0 - 50,1	26	0,37	27	0,384
50,0 - 40,1	59	0,85	86	1,234
40,0 - 35,1	49	0,70	135	1,934
35,0 - 30,1	102	1,47	237	3,404
30,0 - 25,1	121	1,74	358	5,144
25,0 - 20,1	170	2,44	528	7,584
20,0 - 15,1	219	3,15	747	10,734
15,0 - 10,1	418	6,01	1.165	16,744
10,0 - 5,1	1.649	23,69	2.814	40,434
5,0 - 0	4.146	59,57	6.960	100,00
TOTAL	6.960	100,0		

2.3.4 ESTUDO DA FREQUÊNCIA DAS ENCHENTES

O período de recorrência para as descargas máximas anuais para o Rio Doce em Colatina, foi obtido utilizando-se o método de Gumbel (1958), a partir das observações de vazões diárias durante 42 anos.

Apresenta-se a seguir a relação das vazões máximas anuais do Rio Doce em Colatina, bem como os cálculos e os gráficos contendo os resultados pertinentes ao método utilizado.

RELAÇÃO DAS VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS
RIO DOCE EM COLATINA

Nº	ANO	DATA	COTA DIÁRIA MAX. ANUAL (m)	VAZÃO MÁXIMA ANUAL (m ³ /s)	CURVA CHAVE
1	1938	01.01	4,79	não tem med. de vazão	
2	1939	30.01	6,04	5.209,23	Q1
3	1940	20.11	4,30	2.674,87	Q1
4	1941	03.03	5,22	3.912,68	Q1
5	1942	31.12	6,48	5.979,67	
6	1943	26.12	7,14	7.232,79	Q1
7	1944	08.12	4,88	3.428,43	Q1
8	1945	25.12	6,23	5.535,53	Q1
9	1946	01.01	5,55	4.412,62	Q1
10	1947	29.12	5,47	4.288,72	Q1
11	1948	14.12	6,97	6.898,85	Q1
12	1949	29.01	6,98	6.918,28	Q1
13	1950	20.12	5,64	4.554,08	Q1
14	1951	02.04	4,85	3.387,21	Q1
15	1952	08.03	5,97	5.091,46	Q1
16	1953	22.12	4,85	3.387,21	Q1
17	1954	06.01	4,35	2.736,23	Q1
18	1955	28.12	5,02	3.624,03	Q1
19	1956	30.12	7,15	7.252,67	Q1
20	1957	01.01	6,20	5.483,36	Q1
21	1958	25.01	4,70	3.184,77	Q1
22	1959	25.11	3,95	2.264,52	Q1
23	1960	10.03	5,72	4.681,66	Q1
24	1961	30.01	7,28	7.513,60	Q1
25	1962	23.12	6,45	5.925,48	Q1

continua

continuação
 RELAÇÃO DAS VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS
 RIO DOCE EM COLATINA

Nº	ANO	DATA	COTA DIÁRIA MAX. ANUAL (m)	VAZÃO MÁXIMA ANUAL (m ³ /s)	CURVA CHAVE
26	1963	01.01	4,92	3.483,78	Q1
27	1964	29.01	5,12	3.767,00	Q1
28	1965	22.02	5,20	3.883,32	Q1
29	1966	17.01	5,85	4.892,65	Q1
30	1967	01.01	5,05	3.666,64	Q1
31	1968	02.03	5,70	4.649,60	Q1
32	1969	29.12	4,54	2.975,58	Q1
33	1970	26.01	5,42	4.212,16	Q1
34	1971	27.11	5,80	4.810,96	Q1
35	1972	27.12	4,84	3.373,53	Q1
36	1973	17.04	2,58	982,03	Q1
37	1974	06.01	4,20	2.554,21	Q1
38	1975	14.11	4,62	3.079,31	Q1
39	1976	25.11	4,63	2.899,35	Q2
40	1977	02.02	5,40	3.742,74	Q2
41	1978	17.01	4,98	3.273,13	Q2
42	1979	05.02	9,47	13.400,00	
43	1980	16.01	5,62	5.355,21	Q3

MÉTODO DE GUMBEL

RIO DOCE EM COLATINA

M'	M	ANO	Q (m ³ /s)	M/42	C	T _r	X = Q - \bar{Q}	X ² = (Q - \bar{Q}) ²
1	42	1979	13.400	1,00	1,00	42,0	8.862	78.535.044
2	41	1961	7.514	0,98	0,98	21,2	2.976	8.856.576
3	40	1956	7.253	0,95	0,97	14,1	2.715	7.371.225
4	39	1943	7.233	0,93	0,96	10,6	2.695	7.263.025
5	38	1949	6.918	0,90	0,95	8,5	2.380	5.664.400
6	37	1948	6.899	0,88	0,94	7,1	2.361	5.574.321
7	36	1942	5.980	0,86	0,93	6,1	1.442	2.079.364
8	35	1962	5.925	0,83	0,92	5,3	1.387	1.923.769
9	34	1945	5.536	0,81	0,91	4,7	998	996.004
10	33	1957	5.483	0,79	0,89	4,2	945	893.025
11	32	1980	5.355	0,76	0,87	3,9	817	667.489
12	31	1939	5.209	0,74	0,86	3,5	671	450.241
13	30	1952	5.091	0,71	0,85	3,3	553	305.809

continua

continuação

MÉTODO DE GUMBEL

RIO DOCE EM COLATINA

M'	M	ANO	Q (m ³ /s)	M/42	C	T _r	X = Q - \bar{Q}	X ² = (Q - \bar{Q}) ²
14	29	1966	4.893	0,69	0,84	3,03	355	126.025
15	28	1971	4.811	0,67	0,82	2,83	273	74.529
16	27	1960	4.682	0,64	0,81	2,66	144	20.736
17	26	1968	4.650	0,62	0,80	2,50	112	12.544
18	25	1950	4.554	0,60	0,79	2,36	16	256
19	24	1946	4.413	0,57	0,78	2,24	- 125	15.625
20	23	1947	4.289	0,55	0,77	2,12	- 249	62.001
21	22	1970	4.212	0,52	0,75	2,02	- 326	106.276
22	21	1941	3.913	0,50	0,73	1,93	- 625	390.625
23	20	1965	3.883	0,48	0,72	1,85	- 655	429.025
24	19	1964	3.767	0,45	0,70	1,77	- 771	594.441
25	18	1977	3.743	0,43	0,69	1,70	- 795	632.025
26	17	1967	3.667	0,40	0,67	1,64	- 871	758.641
27	16	1955	3.624	0,38	0,65	1,58	- 914	835.396
28	15	1963	3.484	0,36	0,64	1,52	- 1.054	1.110.916
29	14	1944	3.428	0,33	0,62	1,47	- 1.110	1.232.100

continua

2

continuação

MÉTODO DE GUMBEL

RIO DOCE EM COLATINA

M'	M	ANO	Q (m ³ /s)	M/42	C	T _r	X = Q - \bar{Q}	X ² = (Q - \bar{Q}) ²
30	13	1951	3.387	0,31	0,60	1,42	- 1.151	1.324.801
31	12	1953	3.387	0,29	0,59	1,37	- 1.151	1.324.801
32	11	1972	3.374	0,26	0,58	1,33	- 1.164	1.354.896
33	10	1978	3.273	0,24	0,55	1,29	- 1.265	1.600.225
34	9	1958	3.185	0,21	0,52	1,25	- 1.353	1.830.609
35	8	1975	3.079	0,19	0,50	1,22	- 1.459	2.128.681
36	7	1969	2.976	0,17	0,48	1,18	- 1.562	2.439.844
37	6	1976	2.899	0,14	0,45	1,15	- 1.639	2.686.321
38	5	1954	2.736	0,12	0,42	1,12	- 1.802	3.247.204
39	4	1940	2.675	0,10	0,39	1,09	- 1.863	3.470.769
40	3	1974	2.554	0,07	0,32	1,07	- 1.984	3.936.256
41	2	1959	2.265	0,05	0,30	1,04	- 2.273	5.166.529
42	1	1973	982	0,02	0,27	1,02	- 3.556	12.645.136

N = 42

$$\bar{Q} = \frac{\sum Q}{N}$$

$$\sum X^2 = 170.137.525$$

$$\bar{Q} = 4.538$$

$$\bar{Q} = 4.538 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$T_Q = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N}} \therefore T_Q = 2.013 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\bar{Q} = \bar{Q} - 0,4505 T_Q \therefore \bar{Q} = 3.631 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$a = \frac{1}{0,7797 T_Q} \therefore a = 0,0006$$

Valores extremos da variável reduzida (y)

$$Y = a (Q - \bar{Q})$$

$$p/Q = 982 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow Y = - 1,589$$

$$p/Q = 13.400 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow Y = 5,861$$



Para o Rio Santa Maria do Rio Doce, o período de observações de vazões existente (19 anos), foi considerado insuficiente para aplicação do método de Gumbel. Neste caso foi utilizado o método da hidrógrafa sintética do United States Bureau of Reclamation, definida pelas expressões:

$$t_p = \frac{D}{2} + 0,6 T_c$$

$$t_b = 2,67 t_p$$

$$q_p = \frac{0,208A}{t_p}$$

Onde:

D = Duração do incremento de chuvas (horas)

T_c = Tempo de concentração (horas)

t_p = Tempo de ascensão da hidrógrafa triangular sintética (horas)

t_b = Tempo de base da hidrógrafa triangular sintética (horas)

q_p = Descarga de ponta da hidrógrafa triangular sintética (m³/s)

A = Área da bacia (km²)

A fórmula para o cálculo do tempo de concentração da bacia do Rio Santa Maria do Rio Doce em 2 Vendinhas foi a do California Highways and Public Works, definida pela expressão:

$$t_c = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

onde:

t_c = Tempo de concentração (minutos)

L = Extensão do talvegue (kms)

H = Desnível entre o ponto mais afastado da bacia e o ponto considerado (metros)

Os parâmetros básicos utilizados na aplicação do método acima descrito foram:

- . Área total da bacia = 915Km²
- . Tempo de concentração = 27 horas
- . Precipitação máxima para um período de recorrência de 1.000 anos com duração de 6 horas = 190 milímetros

(Precipitação de projeto obtida a partir da curva intensidade - frequência - duração das chuvas intensas do posto pluviométrico São João de Petrópolis, cujos cálculos estão contidos no Volume II).

Os deflúvios superficiais diretos foram obtidos a partir da equação:

$$* = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S} \quad (\text{fórmula do Soil Conservation Service})$$

Onde:

Q = deflúvio superficial direto (em mm)

P = altura acumulada da precipitação contada do início da chuva (mm)

S = diferença potencial máxima entre P e Q, em mm, no início da chuva

$$S = \frac{250}{CN} (100 - CN)$$

Onde:

CN = Coeficiente que depende da natureza geológica da bacia e da utilização do terreno. Para a bacia do rio Santa Maria do Rio Doce (14% de matas - CN = 37 e 86% de pastagens - CN = 78), utilizou-se CN = 77

Com os dados acima citados, obteve-se para a vazão com um perímetro de retorno de 1.000 anos o valor de 1.100m³/seg.

Apresenta-se a seguir a relação das vazões máximas anuais do rio Santa Maria do Rio Doce em 2 Vendinhas.

O hidrograma resultante da enchente de 1.000 anos é o gráfico nº 13.

RELAÇÃO DAS VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS

RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE EM SANTA MARIA (2 VENDINHAS)

NÚMERO	ANO	DATA	COTA DIÁRIA MAX.ANUAL (m)	VAZÃO MÁXIMA ANUAL (m ³ /s)	CURVA CHAVE
1	1943		-*		
2	1944		-*		
3	1945	30.12	2,00	40,58	Q1
4	1946	01.01	1,92	37,92	Q1
5	1947	29.12	2,00	40,58	Q1
6	1948		-*		
7	1949		-*		
8	1950	20.12	2,79	35,65	Q3
9	1951	28.03	2,20	21,04	Q3
10	1952	12.11	2,99	41,16	Q3
11	1953	24.12	2,75	34,58	Q3
12	1954	17.02	2,66	32,22	Q3
13	1955	20.12	2,46	27,16	Q3
14	1956	29.12	3,90	69,32	Q3
15	1957	13.01	4,90	105,43	Q3
16	1958	30.10	3,10	63,50	Q4
17	1959	27.12	3,20	67,71	Q4
18	1960	09.03	4,86	152,56	Q4
19	1961	30.01	3,48	101,47	Q5
20	1962	26.12	5,80	210,56	Q6
21	1963	01.01	2,10	24,21	Q6
22	1964	27.12	2,83	49,18	Q6
23	1965	12.02	3,00	55,94	Q6

*Perdidas as leituras porque o posto estava mal instalado, pois necessitava de mais um lance de rēguas.

Observando-se as descargas máximas dos rios Doce e Santa Maria do Rio Doce registradas em Colatina entre 1939 e 1981, em função dos meses que o correram (Gráfico 14), verifica-se que as inundações, em geral, podem acontecer durante grande parte do ano, embora sejam mais frequentes e severas, nos meses situados no período cujos extremos são novembro e janeiro.

Observa-se também (gráfico 14), que o período relativo às maiores enchentes causadas pelo Rio Doce, coincide com o período mais chuvoso da cidade de Colatina.

Observa-se ainda (gráfico 11) que a maior enchente já registrada no rio Doce em Colatina ocorreu em 05.02.79, atingindo o valor aproximado de $13.200\text{m}^3/\text{seg}$, que correspondeu a uma altura linimétrica de 9,50m (esc. DNAEE).

O fluviograma dessa cheia de 1979 está apresentada a seguir (Gráfico 15).

2.4. CONCLUSÕES

Dos estudos hidrológicos conclui-se principalmente que:

1. A descarga de transbordamento do rio Doce em Colatina é cerca de $5.700\text{m}^3/\text{seg}$, o que corresponde a uma cota de inundação de 6,3m (esc. DNAEE) e tem um período de retorno teórico da ordem de 6 anos;
2. A descarga máxima registrada do rio Doce em Colatina (período 1939 - 1981) foi da ordem de $13.200\text{m}^3/\text{seg}$, atingindo a altura de 9,50m, velocidade média superior a 1,4m/s e tem um período de retorno teórico da ordem de 200 anos;
3. A vazão máxima teórica com um período de retorno de 1.000 anos para o rio Santa Maria do Rio Doce em Colatina é em torno de $1.100\text{m}^3/\text{seg}$, atingindo uma cota de 10,4m;
4. A vazão máxima teórica com um período de retorno de 1.000 anos para o Rio Doce em Colatina é cerca de $15.000\text{m}^3/\text{seg}$, atingindo uma cota de 11,2m;

5. A descarga de transbordamento teórica do rio Santa Maria do Rio Doce na zona urbana de Colatina é cerca de $900\text{m}^3/\text{seg}$, atingindo uma cota de 9,3m (DNAEE);
6. O mês mais crítico em relação às enchentes e precipitações na cidade de Colatina é o mês de dezembro;
7. A estação das chuvas em Colatina, inicia-se em outubro e vai até abril;
8. Os meses de dezembro e janeiro são aqueles nos quais os rios Doce e Santa Maria do Rio Doce apresentam as maiores enchentes;
9. Principais descargas características dos rios em estudo: (m^3/S).

DESCARGAS $\text{M}^3/\text{SEG.}$	RIO DOCE	RIO SANTA MARIA DO RIO DOCE
$Q_{95\%}$	300	1,8
$Q_{75\%}$	460	3,0
$Q_{50\%}$	680	4,3
$Q_{\text{Médio}}$	940	8,0
$Q_{\text{Transbordamento}}$	5.700	900
$Q_{\text{Mínimo}}$	146	0
$Q_{\text{Máximo}}$	13.200	140

3. ALTERNATIVAS DOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA AS ENCHENTES PARA A CIDADE DE COLATINA

3.1. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

- ALTERNATIVA I

Construção de duas barragens: barragem situada a montante da cidade de Colatina, no Rio Doce, e barragem no Rio Santa Maria do Rio Doce.

- ALTERNATIVA II

Construção de conjuntos de barragens com finalidades múltiplas nos afluentes do Rio Doce, no Rio Santa Maria do Rio Doce e no próprio Rio Doce, associadas a obras de proteção localizadas.

- ALTERNATIVA III

Reflorestamento da bacia de drenagem do Rio Doce das nascentes até a cidade de Colatina.

- ALTERNATIVA IV

Desvio do leito dos rios Doce e Santa Maria do Rio Doce ou extravazamento dos mesmos a partir de certa cota direcionando-os para depressões ou lagos naturais, a montante da cidade de Colatina.

- ALTERNATIVA V

Alargamento das calhas dos rios Doce e Santa Maria do Rio Doce.

- ALTERNATIVA VI

Construções de diques de contenção paralelos às margens dos rios Doce e Santa Maria do Rio Doce na área urbana da cidade de Colatina.

3.2. ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

- ALTERNATIVA I

Da análise do fluviograma da enchente máxima já ocorrida (05/02/79) na cidade de Colatina, verifica-se que o volume de armazenamento da barragem necessária ao amortecimento desta cheia até a descarga de $5.700\text{m}^3/\text{seg}$ (descarga de transbordamento do Rio Doce em Colatina) é da ordem de $4.000 \times 10^6\text{m}^3$. Adicionalmente a área de inundação necessária para reduzir a descarga de $13.200\text{m}^3/\text{seg}$ para $5.700\text{m}^3/\text{seg}$ é de aproximadamente 1.500km^2 , obtida através do processo de cálculo de propagação de cheias em reservatório comumente conhecido como *flood routing*. Diante dos números acima apresentados, constata-se que a alternativa em questão é inadequada.

- ALTERNATIVA II

Esta alternativa admite a construção de barragens de finalidades múltiplas para, em condições econômicas e tecnicamente viáveis, eliminar definitivamente o problema das inundações catastróficas provocadas pelo transbordamento do Rio Doce. Uma primeira análise sugere que essas barragens poderão ser localizadas nos rios Piracicaba, Santo Antonio, Suassuí Grande e Manhuaçu, tendo em vista a volumosa área de contribuição desses afluentes para a formação das grandes cheias que ocorrem no Rio Doce. Além destas barragens, uma outra deverá ser construída no Rio Santa Maria do Rio Doce.

Assim sendo, verifica-se que nesta alternativa ter-se-ia uma série de barragens que solucionariam definitivamente o problema das enchentes do Rio Doce. Seria uma solução a longo prazo e exigiria, certamente, vultosos recursos orçamentários.

- ALTERNATIVA III

O desmatamento a que foi submetida a área da bacia do Rio Doce constitui-se num dos fatores importantes para a existência das grandes enchentes que vêm ocorrendo na bacia. O reflorestamento abrangeria, até a cidade de Colatina, uma área bastante extensa de propriedade particular.

Desta maneira, para efetivação do reflorestamento, haverá a necessidade de desapropriar toda essa área e estabelecer em seguida um programa de reflorestamento. O custo desta alternativa, sem dúvida, seria proibitivo com o agravante da não existência de legislação que obrigue os proprietários de terras a executarem o reflorestamento.

- ALTERNATIVA IV

O desvio dos rios Doce e Santa Maria do Rio Doce para depressões ou lagos naturais é inviável, tendo em vista a não existência de depressões naturais nas proximidades da cidade de Colatina. Esta solução acredita-se ser viável para proteção da cidade de Linhares, e a região cacauieira do baixo rio Doce, através da possível utilização das lagoas das Palmas, Palmiras, Juparanã etc., localizadas a montante de Linhares.

- ALTERNATIVA V

O alargamento do Rio Doce, através de dragagem, estendendo-se de Colatina até a foz do Rio Doce, necessitaria recursos da ordem de Cr\$ Cr\$ 40 bilhões*, não incluindo gastos de manutenção para evitar o reassoreamento, devido à contínua descarga sólida do rio. Além disso há o problema de ser de difícil execução e exigir local próximo para colocação do material dragado. Recomenda-se a remoção dos bancos de areias (ilhas nas mãos de particulares) na calha do rio Doce nas proximidades da cidade de Colatina.

*Considerando US\$ 2,5/m³ de dragagem, 100Km de comprimento (até região), 500m de largura e 2,0m de aprofundamento.

- ALTERNATIVA VI

Os diques são obras de proteção local e consistem basicamente de estruturas, construídas entre o rio e as áreas urbanas, de modo a conter as águas, que possam atingir níveis acima da cota das margens. Apesar de ser uma obra de proteção local, esta solução apresenta-se como uma solução a curto prazo. Uma outra vantagem da construção de diques é a redução do assoreamento nas proximidades do mesmo, devido ao confinamento das águas das enchentes e conseqüente aumento das velocidades.

3.3. CONCLUSÃO FINAL

As alternativas apresentadas anteriormente visam principalmente proteger a cidade de Colatina contra as enchentes dos rios Doce e Santa Maria do Rio Doce.

Em termos definitivos a solução seria aquela descrita na Alternativa II, que controlaria os efeitos das enchentes na extensão de todo o Rio Doce, protegendo assim todas as cidades ribeirinhas e as áreas agrícolas.

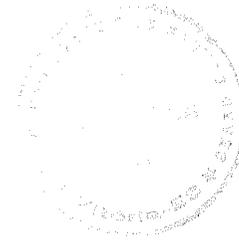
Entretanto, esta alternativa, embora represente uma solução definitiva para o problema, envolve um sistema complexo de longo prazo de execução e de custos elevados, e portanto requer estudos mais amplos para definição do sistema de proteção necessário.

Como o problema da cidade de Colatina já existe e é bastante grave, procurou-se adotar uma solução que atendesse às necessidades imediatas, dentro das disponibilidades orçamentárias destinadas a este trabalho, e que também possa ser utilizada como parte integrante de uma solução global a longo prazo. Assim a opção recaiu sobre a Alternativa VI, ou seja, a construção de diques nas margens dos rios Doce e Santa Maria do Rio Doce numa extensão de 3.200 metros.

Deve ficar evidenciado que a proteção local da cidade de Colatina através de diques só estará completa se as obras indicadas na Alternativa VI fo

rem complementadas pelas obras indicadas no Plano de Drenagem Pluvial da cidade de Colatina, parte integrante do estudo global elaborado (Volume II), as quais basicamente consistem de:

- . construção de interceptores do sistema atual de drenagem;
- . construção de reservatórios de acumulação;
- . instalação de conjuntos de recalque;
- . construção de comportas e sifões invertidos;
- . isolamento das grandes galerias abaixo da cota 50.



4. PRÉ - DIMENSIONAMENTO DOS DIQUES DE CONTENÇÃO ÀS ENCHENTES

A localização do dique em planta e sua seção acham-se nas pranchas em anexo. (Mapas 16 e 17)

Note-se que considerou-se prioritária apenas a proteção ao Centro de Cidade, bairro Vila Nova e Bairro Maristas, não se considerando necessário no momento a proteção aos bairros Maria Ismênia, Vila Lenira e Honório Fraga, devido aos altos custos envolvidos, não sã dos diques, mas principalmente pela necessidade de se bombear a drenagem pluvial e os esgotos na época das grandes enchentes.

Dessa forma, resolveu-se proteger o Centro da Cidade e o bairro Vila Nova com 2.400m de dique de concreto ciclópico e o bairro Maristas com 850m do mesmo dique. Note-se entretanto que trata-se apenas de um pré - dimensionamento para efeito de estimativa de custo, pois em alguns pontos poder-se-ã exigir dique de concreto armado, devido às pequenas larguras disponíveis nas margens do rio Santa Maria do rio Doce.

4.1. FIXAÇÃO DA COTA SUPERIOR DO DIQUE

Considerando-se que os *zeros* altimétricos dos três levantamentos topográficos existentes na cidade de Colatina não coincidem exatamente, elaborou-se uma tabela na qual, além de se correlacionar vazões de projeto e alturas linimétricas correspondentes, fixou-se também as cotas dos pontos críticos da cidade (cota de transbordamento, cota da longarina inferior da ponte Florentino Avidos sobre o rio Doce, cota do tablado da ponte Florentino Avidos, cota da geratriz inferior da mais baixa galeria de drenagem pluvial existente).

OBS.	Q (m ³ /s)	ESCALA DO DNAEE	ESCALA DO DAF	ESCALA DO ENGO JOSÉ RAMOS
Vazão de 1.000 anos	15.000	Calculado 11,18	39,80	45,5
Vazão de 05/02/79	13.400	Calculado 10,42	39,14	44,74
Vazão de 05/02/79	13.400 (medido)	Medido 9,50	38,12	43,82
Cota de transbordamento	5.700 (calculado)	6,3	35,00	40,7
Cota da geratriz inferior da mais baixa galeria de drenagem pluvial existente	4.160 (Q ³) (calculado)	5,080	33,7	39,4
Cota do tablado da ponte	14.220	10,8	39,42	45,12
Cota da longarina inferior da ponte	10.610 (Q ³)	9,01	37,63	43,33

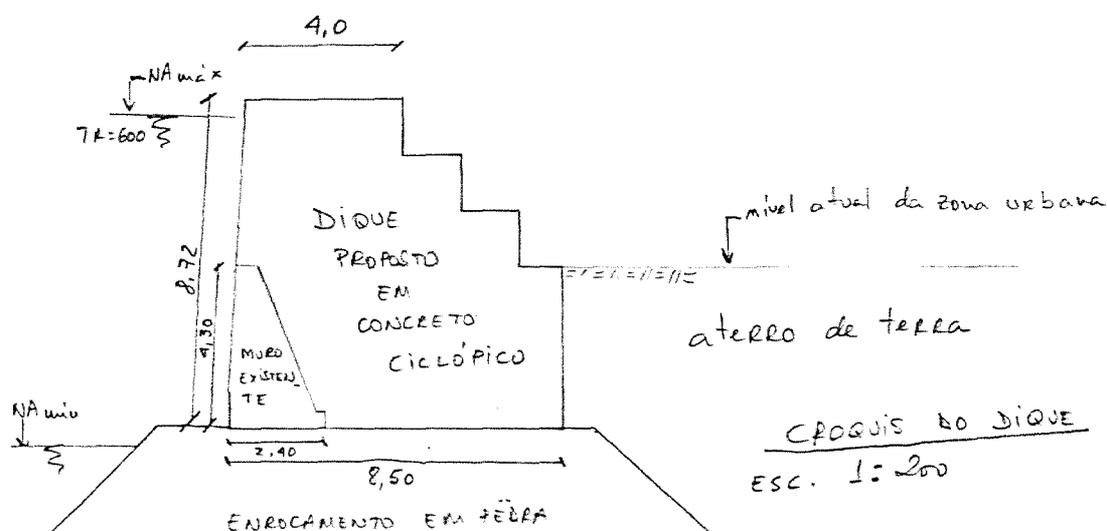
Decidiu-se fixar a cota superior do dique em 10,8m (esc. DNAEE) ou 40m (esc. DAF), que coincide com a cota do piso da ponte Florentino Avidos sobre o rio Doce aproximadamente, de acordo com a precisão dos levantamentos topográficos disponíveis no momento.

Esta cota corresponde a uma vazão de enchentes do rio Doce de $14.200\text{m}^3/\text{seg}$, tendo um período de retorno teórico de 600 anos. Esta cota corresponde aproximadamente a 4,4m acima da murada atual do rio no centro da cidade.

A proteção de Colatina em cotas superiores ã adotada, implicaria na construção de acessos especiais ã ponte Florentino Avidos sobre o rio Doce, uma vez que a mesma ficaria submersa, e sem estes acessos inundaria também a cidade. Note-se que, dependendo ainda de levantamentos topográficos mais precisos, possivelmente será necessário a remoção e aumento das cotas dos pisos das 3 pontes existentes sobre o rio Santa Maria do Rio Doce, as quais estão abaixo da cota 10,8m (DNAEE).

4.2. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DO DIQUE

Como já está sendo construído um muro de concreto ciclópico nas margens do rio Doce conforme o projeto apresentado pela PMC, optou-se pela construção do dique acima do muro atual, no seguinte esquema:



As dimensões indicadas no croquis acima foram obtidas a partir dos cálculos apresentados resumidamente a seguir:

$$\gamma \text{ concreto} = 2,4 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma \text{ terra} = 2,0 \text{ ton/m}^3$$

Verificação de 3 condições de estabilidade:

- . Tombamento - coeficiente de segurança = 2,1
- . Escorregamento - coeficiente de segurança = 1,5
- . Tração das fundações no terreno ser nula.

Foram utilizados os métodos de Coulomb e Resal para cálculo de estabilidade dos diques.

Os diques estão detalhados nos gráficos 16 e 17.

