



ESTUDO HIDROLÓGICO PARA RECONSTRUÇÃO DE PONTE SOB RIO JATIBOCA



MUNICÍPIO DE ITARANA

Estado do Espírito Santo

Poder Executivo

SECRETARIA DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

Autor do estudo:

Andréia Kopp
Engenheira Agrônoma
ES – 0050882/D



MUNICÍPIO DE ITARANA

Estado do Espírito Santo

Poder Executivo

SECRETARIA DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

1. Introdução

Neste relatório estão apresentados os parâmetros de projeto do Estudo Hidrológico desenvolvido visando a verificação das vazões máximas da seção situada no rio Jatibocas, coordenadas 19°57'43,8" S e 40°53'16,1" W, no município de Itarana - Espírito Santo. Este estudo foi realizado para subsidiar a reconstrução da ponte sobre o rio Jatibocas, atingida pelas chuvas em dezembro de 2013.

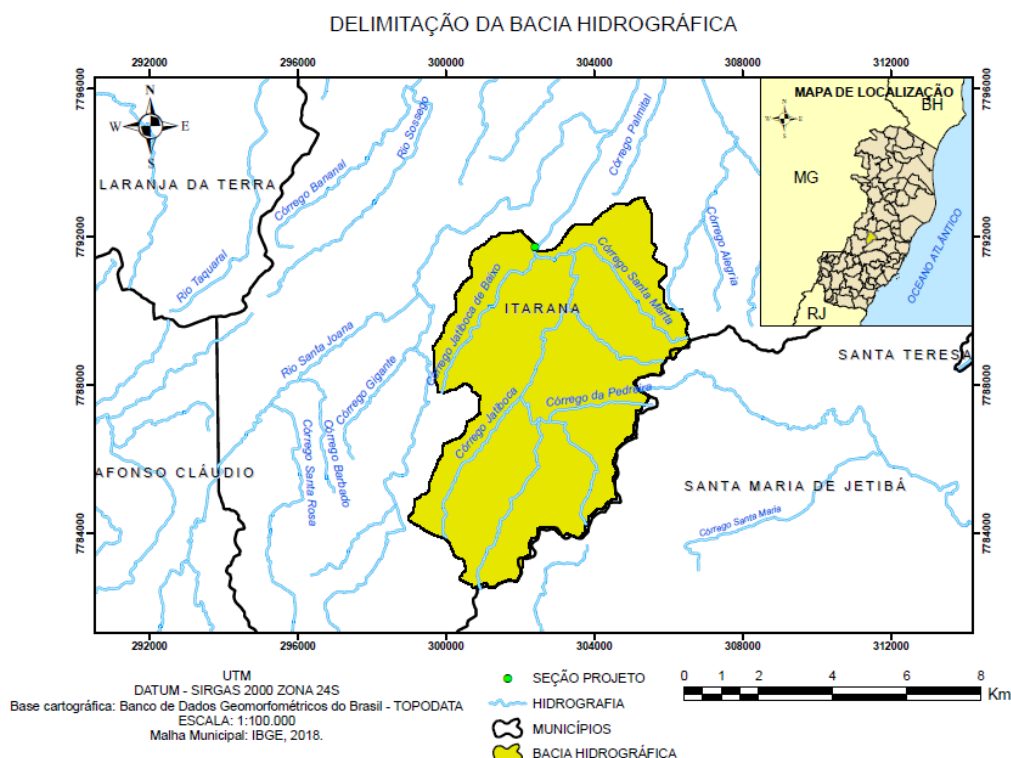
2. Delimitação da bacia hidrográfica

Bacia hidrográfica de um curso d'água é a área onde, devido ao relevo e geografia, a água da chuva escorre para um rio principal e seus afluentes, onde é separada das demais por um divisor de águas, em geral a crista das elevações do terreno. Desníveis dos terrenos orientam os cursos d'água e determinam a bacia hidrográfica, que se forma das áreas mais altas para as mais baixas.

A delimitação da bacia hidrográfica inicia a partir do exutório, conectando os pontos mais elevados, tendo por base as curvas de nível. O limite da bacia circunda o curso d'água e as nascentes de seus contribuintes.

A partir da delimitação foi possível determinar os parâmetros físicos da bacia de interesse.

PARÂMETROS FÍSICOS	SEÇÃO DE PROJETO
Área da bacia	45,95 km ²
Comprimento Da talvegue	12,883 km
Desnível	719 m
Declividade média	0,0558 m/m



3. Determinação da Intensidade – Duração – Frequência

O principal fator climático interveniente no processo erosivo é a chuva. O conhecimento da equação que relaciona a intensidade, duração e frequência da precipitação também apresenta grande interesse de ordem técnica em razão de sua freqüente aplicação nos projetos de obras hidráulicas.

Tendo em vista as dificuldades que existem para a obtenção das equações de chuvas intensas ligadas a limitações referentes aos dados disponíveis de chuvas do município de Itarana-ES, neste sentido, foi utilizado o software, denominado Plúvio 2.0 que possibilita a obtenção da equação de chuvas intensas para qualquer localidade dos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Tocantins. Dados do plúvio em anexo.



SECRETARIA DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

O Período de retorno utilizado foi de 100 anos.

A intensidade de precipitação foi calculada pela equação abaixo:

$$i = \frac{k * T^a}{(b + t)^c}$$

Onde,

i= Intensidade de precipitação, (mm.h¹)

T= Tempo de retorno em anos,

t= tempo de duração de precipitação (min);

K,a,b e c= Parâmetros da equação.

i= 90,42 mm.h¹

4. Tempo de concentração

Para o cálculo de tempo de concentração, propõe-se a fórmula de KIRPICH, expresso pela seguinte equação:

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

Onde

T_c: tempo de concentração em minutos;

L= comprimento da talvegue em km, e

H= Desnível, em m.

T_c= 86,72 minutos (1,45h).



MUNICÍPIO DE ITARANA

Estado do Espírito Santo

Poder Executivo

SECRETARIA DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

5. Cálculo da descarga do projeto

A determinação das vazões máximas das grandes bacias foi possível com a utilização do Método do Histograma Triangular Unitário (MHTU) desenvolvido pelo "U.S SOIL CONSERVATION SERVICE" para o cálculo das descargas do pico das grandes bacias até o limite de 2.500 km² de área drenada.

O Método do Hidrograma Unitário Triangular considera que o escoamento unitário é função da precipitação antecedente, da impermeabilidade do solo, da cobertura vegetal, do uso da terra e das práticas de manejo do solo, agrupando todos estes fatores em um só coeficiente, que transforma a precipitação total em precipitação efetiva.

Esses coeficientes foram expressos em função das curvas-número ou número de deflúvio (CN), que foram tabeladas da mesma forma que os coeficientes de escoamento superficial.

O número de deflúvio pode ser encontrado utilizando as relações explicitadas na tabela a seguir:



MUNICÍPIO DE ITARANA

Estado do Espírito Santo

Poder Executivo

SECRETARIA DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

Utilização da Terra	Condições da Superfície	Tipo de Solos da Área			
		A	B	C	D
Terrenos cultivados	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	73	79	82
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantação de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou campos	Em curvas de nível	60	72	81	84
Cultivados	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Esparsas de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densa de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras/Estradas de terra	Normais	59	74	82	86
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76
Superfícies impermeáveis	Áreas urbanizadas	100	100	100	100

Observações:

- O solo do tipo A é o de mais baixo potencial de deflúvio. Terrenos muito permeáveis, com pouco silte e argila;
- O solo do tipo B tem uma capacidade de infiltração acima da média, após o completo umedecimento. Inclui solos arenosos;
- O solo do tipo C tem uma capacidade de infiltração abaixo da média, após a pré saturação. Contém percentagem considerável de argila e silte;



SECRETARIA DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

- O solo do tipo D é o de mais alto potencial do deflúvio. Terrenos quase impermeáveis, junto à superfície. Argiloso.

Segundo o esquema básico do hidrograma, a sua formulação consiste nos seguintes parâmetros:

Δt = tempo unitário de duração de chuva, em função de t_c , sendo expresso em horas.

$$\Delta t = \frac{t_c}{5}$$

t_p = Tempo de pico. É o tempo em que decorre uma máxima de cheia na bacia considerada, sendo também expresso em horas.

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + 0,6 t_c$$

t_b = Tempo base. É o tempo medido entre o início e o final da precipitação, enquanto a bacia volta a ter a sua descarga normal, sendo obtido em horas.

$$t_b = 2,67 t_p$$

Q_p = Descarga de pico unitária para uma chuva efetiva (P_e) igual a 1 mm de altura ocorrida no tempo unitário t , fornecido em m^3/s .

$$Q_p = \frac{2 * P * A}{T_b}$$

Onde,

A = área da bacia drenada.

Conhecidos Q_p , t_p e t_r , calculam-se as ordenadas para qualquer tempo t_j , por simples proporção entre triângulos.

Após resultados acima, temos na tabela abaixo o hidrograma unitário:



MUNICÍPIO DE ITARANA

Estado do Espírito Santo

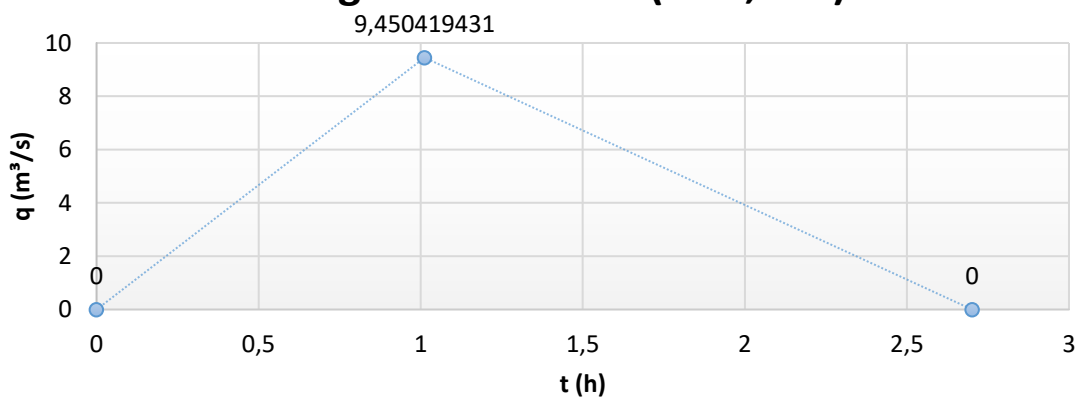
Poder Executivo

SECRETARIA DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

Hidrograma unitário (1mm)

t (h)	q (m³/s)
0	0
1,0	9,450419
2,7	0

Hidrograma Unitário (tr=0,30h)



6. DESCARGAS DO PROJETO

PONTE SOBRE RIO JATIBOCA, ITARANA-ES				CÁLCULO DE VAZÕES – HUT		
BACIA	Características da Bacia				Vazão	
	L (km)	H (m)	TC (horas)	Área (km²)	Q50anos (m³/s)	Q100anos (m³/s)
	12,883	719	1,45	45,95	65,1	85,1
Cálculo dos elementos gráficos – Hidrograma unitário Triangular – adotando $Tr=TC/5$						
Tc (h)	Tr (h)	Tp (h)	Tb (h)	Qp (m³/s)		
1,45	0,29	1,00	2,7	9,45		



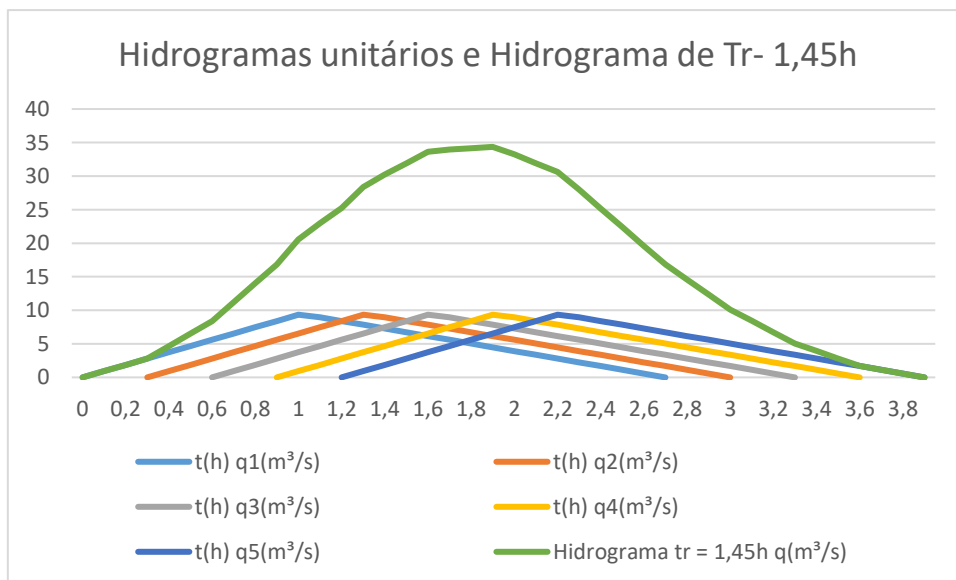
MUNICÍPIO DE ITARANA

Estado do Espírito Santo

Poder Executivo

SECRETARIA DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

HU's tr = 0.30 h						QT
T (h)	Q1(m³/s)	Q2(m³/s)	Q3(m³/s)	Q4(m³/s)	Q5(m³/s)	Q (m³/s)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
0,29	2,71	0,00	0,00	0,00	0,00	2,709
0,58	5,42	2,71	0,00	0,00	0,00	8,127
0,87	8,13	5,42	2,71	0,00	0,00	16,254
1,16	10,84	8,13	5,42	2,71	0,00	27,089
1,45	8,62	10,84	8,13	5,42	2,71	35,710
1,74	7,00	8,62	10,84	8,13	5,42	40,000
2,03	5,38	7,00	8,62	10,84	8,13	39,959
2,32	3,75	5,38	7,00	8,62	10,84	35,587
2,61	2,13	3,75	5,38	7,00	8,62	26,883
2,9	0,51	2,13	3,75	5,38	7,00	18,773
3,19	0,00	0,51	2,13	3,75	5,38	11,774
3,48	0,00	0,00	0,51	2,13	3,75	6,397
3,77	0,00	0,00	0,00	0,51	2,13	2,643
4,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,510
4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000



Cálculo do Hidrograma para chuvas de período de retorno de 50 e 100 anos

t(h)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)
0	0	0
0,29	5	6



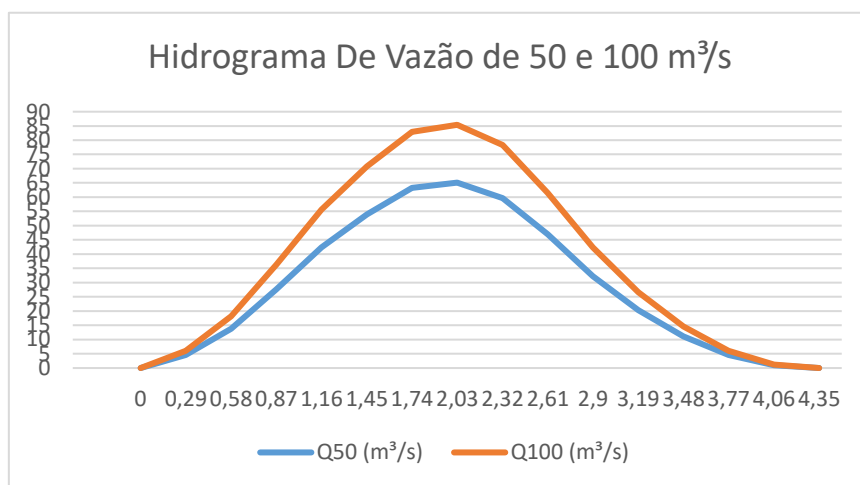
MUNICÍPIO DE ITARANA

Estado do Espírito Santo

Poder Executivo

SECRETARIA DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

0,58	14	18
0,87	28	36
1,16	42	56
1,45	54	71
1,74	63	83
2,03	65	85
2,32	60	78
2,61	47	62
2,9	32	42
3,19	20	27
3,48	11	15
3,77	5	6
4,06	1	1
4,35	0	0





MUNICÍPIO DE ITARANA

Estado do Espírito Santo

Poder Executivo

SECRETARIA DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

7. DIMENSIONAMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA

Para dimensionamento da seção hidráulica da obra de arte especial, a seção de projeto foi definida sendo do tipo retangular com base igual a 9,00 m. O dimensionamento foi realizado para 50 anos de retorno, com verificação para 100 anos. O quadro abaixo apresenta os parâmetros utilizados para dimensionamento da seção.

Q (m³/s)	Base (m)	Declividade	Coef.Rugosidade
65	9,00	0,007 m/m	0,040

Em anexo é apresentado um desenho esquemático, bem como a seção projetada.

Com base no dimensionamento da seção, a travessia neste trecho deve estar em uma cota de 3,1 metros acima do fundo do talvegue considerando uma folga de 20% da altura da máxima cheia, e com comprimento mínimo estimado de 9,00 metros. As características da seção projetada com a folga considerada segue abaixo:

Área (m²/s)	Base- vão da ponte	Máxima Cheia (m)+folga	Velocidade (m/s)
28	9,00	3,1	2,87