

Índices Físicos de uma Bacia Hidrográfica



Universidade Federal de Alagoas Centro de Tecnologia – CTEC



Curso de Engenharia Civil

MACEIÓ, ABRIL DE 2012

Civil, ministrada pela professora Cleuda Freire

Trabalho descrito sobre os índices físicos de uma bacia hidrográfica, para obtenção de parte da nota da disciplina de hidrologia do curso de engenharia

MACEIÓ, ABRIL DE 2012

1. Introdução

para se obter e utilizar seus recursos de forma mais eficiente

A bacia hidrográfica pode ser entendida como uma área onde a precipitação é coletada e conduzida para seu sistema de drenagem natural isto é, uma área composta de um sistema de drenagem natural onde o movimento de água superficial inclui todos os usos da água e do solo existentes na localidade. Entender as características de uma bacia é de suma importância 1.1.

Apresentação

O objetivo deste trabalho é delimitar, apresentar e analisar os dados físicos da bacia hidrográfica do Córrego de Louvrinha, sub-bacia do Ribeirão da Embira Branca a partir de um determinado ponto mostrado em uma carta topográfica da região de Cambuí em Minas Gerais.

Figura 1: Carta topográfica – Cambuí, com ponto indicado a partir de onde será delimitada a bacia.

2. Desenvolvimento

O mapa utilizado é uma carta da região de Cambuí em Minas Gerais, mostrado na figura 1 acima, na escala 1/80000.

2.1. Coordenadas geográficas do exutório

Chama-se exutório o ponto onde escorre toda água drenada pela bacia; abaixo segue os cálculos da sua localização geográfica obtida por GPS.

- Longitude: $-46^{\circ}03'19''$

2.2. Delimitação da bacia

A figura abaixo mostra de forma ampliada a região da delimitação da bacia hidrográfica a partir do ponto indicado. A delimitação serve de separação da bacia que se está estudando das bacias vizinhas.

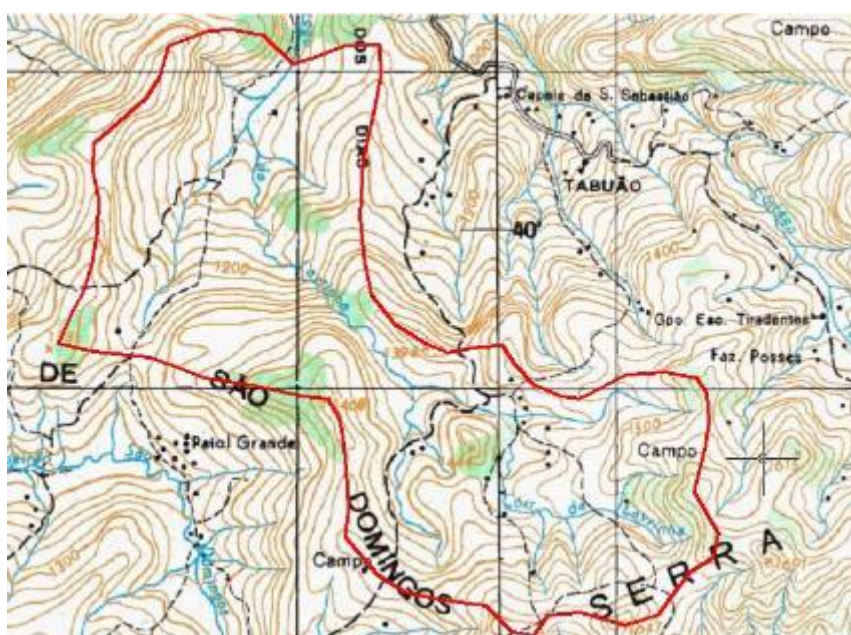


Figura 2: Delimitação da bacia hidrográfica (em vermelho).

2.3. Classificação dos rios

A classificação dos rios quanto à ordem reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia.

Os cursos d'água maiores possuem seus tributários que por sua vez possuem outros até que chegue aos minúsculos cursos d'água da extremidade.

Numa bacia hidrográfica, calcula-se o número de ordem da seguinte forma: começa-se a numerar todos os cursos d'água, a partir da nascente, de montante para jusante, colocando ordem 1 nos trechos antes de qualquer confluência. Adota-se a seguinte sistemática: quando ocorrer uma união de dois afluentes de ordens iguais, soma-se 1 ao rio resultante e caso os cursos forem de números diferentes, dá-se o número maior ao trecho seguinte. Este método é chamado de classificação ou ordem de Strhaler. Para a região em questão neste trabalho a bacia tem ordem 3 usando o método citado, como mostra a figura abaixo.

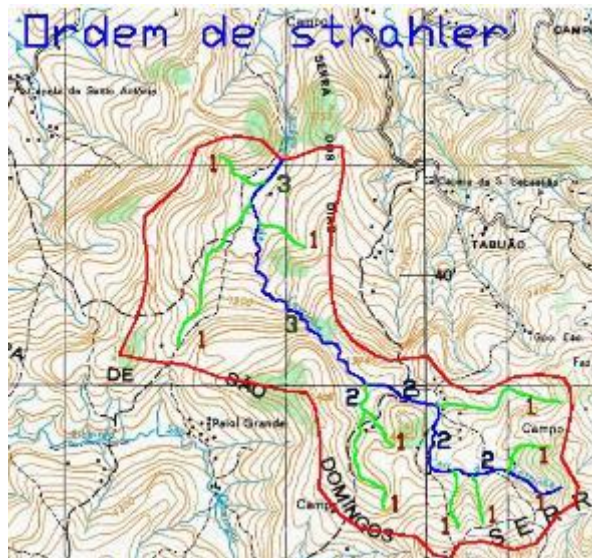


Figura 3: Classificação de Strahler, mostrando o rio principal em azul.

2.4. Índices físicos

A tabela abaixo mostra em resumo os valores de cada índice físico calculado.

Quadro de Resumo dos Índices Físico

Índices Rio (Córrego de Louvrinha)

Área total da bacia 6,02 km² Perímetro da bacia 13,18km Extensão do rio principal (comprimento axial) 5,12km

Soma dos comprimentos dos rios menores (comprimentos axiais) 6,72km

Ordem da bacia (Ordem de Strahler) 3a ordem Coeficiente de compactidade 1,5 Índice de conformação 0,23 Declividade média do rio principal 0,1055m/m

Declividade média do rio principal (Método das áreas) 0,4582m/m

Declividade média do rio principal (Método da média harmônica) 0,0585m/m

Densidade de drenagem 1,97 Km/Km² Altitude máxima 1580m Altitude mínima 1040m Altura mediana 1370m Tempo de concentração (Kirpich) 3,3511min

Tempo de concentração (Picking) 3,4259min Tabela 1: Quadro de resumo dos índices físicos.

2.4.1. Área da bacia

A área da bacia é a área plana (projeção horizontal) inclusa entre seus divisores topográficos. Esta área é o elemento básico para o cálculo das outras características físicas. A área de uma bacia hidrográfica é geralmente expressa em km². A área da bacia em estudo é de 6,02km².

2.4.2. Perímetro da bacia

É o comprimento do seguimento que passa pelos divisores de água. O perímetro para esta bacia é igual a 13,18km.

2.4.3. Comprimento axial dos cursos d'água

É o comprimento dos cursos de água, desde a sua desembocadura até a cabeceira mais distante.

Comprimento axial do rio principal: 5,12km

ΣComprimentos axiais dos rios menores: 6,72km 2.4.4. Coeficiente de compacidade

É a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual a da bacia.

O coeficiente de compacidade é um fator de grande importância na avaliação da potencialidade de uma bacia apresentar picos de enchentes elevados. Um coeficiente igual 1 corresponderia à bacia circular, portanto, inexistindo outros fatores, quanto maior o coeficiente de compacidade menor tendência à enchente é a bacia. Analisando o coeficiente de 1,5, conclui-se que a produção de picos de enchentes não é tão elevada, pois apresenta um coeficiente de compacidade acima de 1.

2.4.5. Índice de conformação

É a relação da área da bacia e o quadrado do seu comprimento axial medido ao longo do curso d'água (curso d'água principal) desde a desembocadura até a cabeceira mais distante do divisor de água.

Este índice indica também a maior ou menor tendência para enchentes de uma bacia. Quanto menor o valor de Kf menor será a tendência para enchentes, se comparada com outra bacia de mesma área e Kf alto.

2.4.6. Densidade de drenagem

A densidade de drenagem indica a eficiência da drenagem na bacia. É definida como a relação entre o comprimento total dos cursos d'água (curso principal e somatório dos cursos menores), expressa em km/km².

$Dd = L/A = (5,12+6,72)/6,02 = 1,97\text{km/km}^2$ A bacia tem maior eficiência de drenagem quanto maior for essa relação.

2.4.7. Declividade média

A velocidade de um rio depende da declividade dos canais fluviais.

Quanto maior a declividade, maior será a velocidade do escoamento. A declividade média é dada pela razão entre a diferença de altitude (diferença entre a altitude máxima e mínima) e o comprimento do rio principal.

O gráfico abaixo mostra o relevo do rio principal com as altitudes em cada ponto em que o rio passa por uma curva de nível no interior da bacia e seus respectivos comprimentos estimados. Em seguida é mostrada uma tabela com os valores de cada cota e comprimentos relativos ao rio principal.

Gráfico 1: Perfil longitudinal do rio principal, altitude e comprimento em metros.

Pontos	Comprimento (m)	Altura (m)
1	0,00	1580
2	27,61	1560
3	74,44	1540
4	115,86	1520
5	190,60	1500
6	378,57	1480
7	657,46	1460
8	858,34	1440
9	1056,38	1420
10	1393,86	1400
11	1710,46	1380
12	2116,14	1360
13	2213,92	1340
14	3175,29	1320
15	3228,22	1300
16	3291,89	1280
17	3353,22	1260
18	3396,39	1240
19	3469,65	1220
20	3515,28	1200
21	3674,16	1180
22	3870,73	1160
23	3937,63	1140
24	4079,44	1120
25	4142,96	1100
26	4385,21	1080
27	4545,13	1060

(exutório)28 5120,0 1040 Tabela 2: Pontos estimados de altura e comprimento do rio principal.

A tabela a acima apresenta os pontos a partir da maior altura do rio principal até o exutório (menor cota), cada ponto representa a passagem do curso d'água por uma curva de nível no interior da bacia.

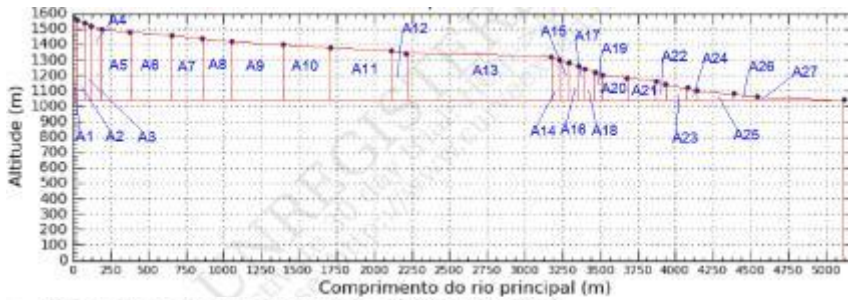
Para o cálculo da declividade média, temos a altura máxima 1589,33m e a altura mínima de 1029,56m. Logo;

- $I_m = \Delta h/L = (1580 - 1040)/5120 = 0,1055 \text{ m/m}$

2.4.7.1. Declividade média utilizando o método das áreas

A declividade média de uma bacia usando o método das áreas é definida da seguinte forma:

$I_m = 2 \times (\sum A_i)/L^2$, onde $\sum A_i$ representa o somatório de cada área abaixo do perfil mostrado no gráfico abaixo.



- Dos valores da tabela 2 : $\sum A_i = 6.006.597,60 \text{ m}^2$

- $I_m = 2 \times 6.006.597,60/5120^2 = 0,4582 \text{ m/m}$

Gráfico 2: Detalhe de cada área a ser utilizada para o cálculo da declividade usando o método das áreas. Unidades em metros.

2.4.7.2. Declividade média usando o método da média harmônica O método da média harmônica é definida como sendo:

$I_m = [L/(\sum L_i/l_i 0,5)]^2$, onde L_i e l_i são os comprimentos e declividades em cada trecho;

No gráfico abaixo estão representadas as três formas do cálculo da declividade.

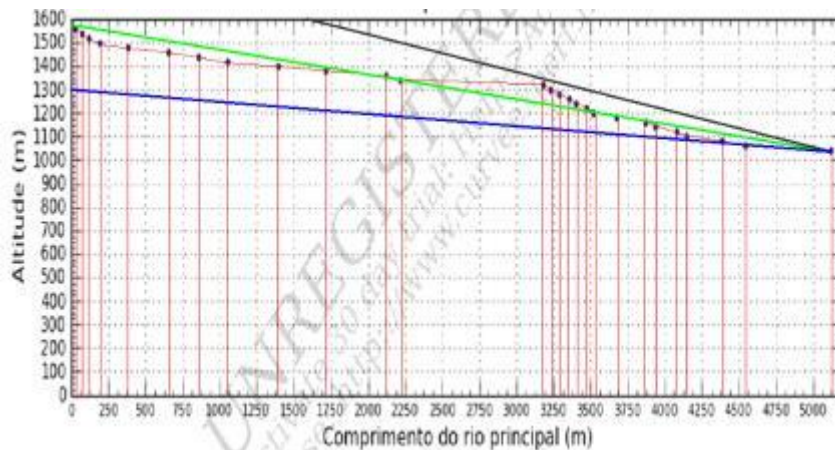


Gráfico 3: Declividades médias. Método da média harmônica (em azul), declividade média (em verde), método das áreas (em preto).

Para o gráfico acima temos para cada método as seguintes novas cotas:

Declividade média (verde): $C_m = 540,16m$ Método das áreas (preto): $C_m = 2.144,57m$

Métodos da média harmônica (azul): $C_m = 300,67m$

2.4.8. Curva hipsométrica

A curva hipsométrica é a curva representativa das áreas de uma bacia hidrográfica situadas acima das diversas curvas de nível. Representa o estudo da variação da elevação dos vários terrenos da bacia com referência ao nível do mar. Esta curva é traçada lançando-se em sistema cartesiano a cota versus o percentual da área de drenagem com cota superior.

Abaixo temos os dados para curva hipsométrica e seu gráfico.

Curvas Áreas(km²)

Área acumulada(km²) % Área

Cotas médias % Acumulada

% Área acima

1040-1100	0,4841	0,4841	8,0415	1070	0	100
1100-1160	0,5818	1,0659	9,6644	1130	8,04	91,96
1160-1220	0,6406	1,7065	10,6411	1190	17,7	82,3
1220-1280	0,7153	2,4218	11,882	1250	28,34	71,66
1280-1340	0,3953	2,8171	6,5664	1310	40,22	59,78
1340-1400	0,7472	3,5643	12,4119	1370	46,78	53,22
1400-1460	1,1031	4,6674	18,3239	1430	59,19	40,81
1460-1520	1,3526	6,0200	22,4684	1490	77,51	22,49
> 1520	0	0,0000	0	1550	100	0

Tabela 3: Dados para a construção da curva hipsométrica

1520
1460
1400
1340
1280
1220
1160
1100
1040

Gráfico 4: Curva hipsométria

Do gráfico acima obtemos a altitude mediana da bacia equivalente a 50% da área acumulada, que equivale a 1370m.

Altitudes (m)

Área (%)

Curva Hipsométrica

Altitude média Altitude mediana

2.4.9. Tempo de concentração

É o tempo necessário para que toda a água precipitada na bacia passe a contribuir na seção considerada. É definida da seguinte maneira:

Fórmula de Picking: $t_c = 5,3 \times (L^2/\Delta h)^{1/3}$; onde t_c é dado em minutos, L é o comprimento do curso d'água em quilômetros, Δh diferença de altitude do curso em metros e $1/m$ é a declividade do curso (adimensional), para as fórmulas citadas acima.

Usando os dados obtidos para a bacia em análise, obtivemos:

- Fórmula de Kirpich: $t_c = 57 \times (5,12^3/540)^{0,385} = 33,3511$ minutos
- Fórmula de Picking: $t_c = 5,3 \times (5,12^2/0,1045)^{1/3} = 33,4259$ minutos.

3. Bibliografia

Universidade Federal da Bahia – Departamento de Hidráulica e Saneamento: Apostila UFBA, cap 2.

Site : http://pt.wikipedia.org/wiki/Densidade_de_drenagem em 5 de 04 de 2012.

http://www.cesnors.ufsm.br/professores/aline/introducao-ageomatica/artigos-primeira-avaliacao/3baciahidrografica_bahia.pdf às 15:51.

Apostila do Pedrazzi.

<http://www.webartigos.com/artigos/a-importancia-da-bacia-hidrograficacomo-unidade-de-planejamento-para-a-gestaoambientalintegrada/23846/>

4. Anexos

Curva	Comp.(m)	Altura(m)	Areas(m ²)	li	$L_i / li^{0,5}$
1	0,00	1580	14633,30	0,724375226	32,44
2	27,61	1560	72586,50	0,42707666	71,66
3	74,44	1540	63372,60	0,482858522	59,61
4	115,86	1520	112857,40	0,267594327	144,48
5	190,60	1500	280075,30	0,106399957	576,26
6	378,57	1480	409968,30	0,071712862	1041,44
7	657,46	1460	291276,00	0,099561928	636,63
8	858,34	1440	283197,20	0,100989699	623,18
9	1056,38	1420	475846,80	0,059262771	1386,30
10	1393,86	1400	440074,00	0,063171194	1259,65
11	1710,46	1380	555781,60	0,049299941	1827,09
12	2116,14	1360	132003,00	0,204540806	216,20
13	2213,92	1340	1278622,10	0,020803645	6665,32
14	3175,29	1320	69338,30	0,377857548	86,11
15	3228,22	1300	82134,30	0,31411968	113,60
16	3291,89	1280	77889,10	0,32610468	107,40
17	3353,22	1260	53962,50	0,463284688	63,42
18	3396,39	1240	90109,80	0,273000273	140,21
19	3469,65	1220	55212,30	0,438308131	68,92
20	3515,28	1200	189067,20	0,125881168	447,80
21	3674,16	1180	229986,90	0,101744925	616,26
22	3870,73	1160	76935,00	0,298953662	122,36
23	3937,63	1140	160245,30	0,141033778	377,61
24	4079,44	1120	70507,20	0,314861461	113,20
25	4142,96	1100	264052,50	0,08255934	843,10
26	4385,21	1080	171114,40	0,125062531	452,21
27	4545,13	1060	5748,70	0,034790474	3082,05
Exut. 128	5120,00	1040			

Decl. M. harmonica (m/m)

Decliv. Total(m/m) Soma li

Decl. M. das áreas (m/m)

Area total(m²)

0,458267029 | 6006597,60

Tabela 4: Memorial de cálculos para as declividades