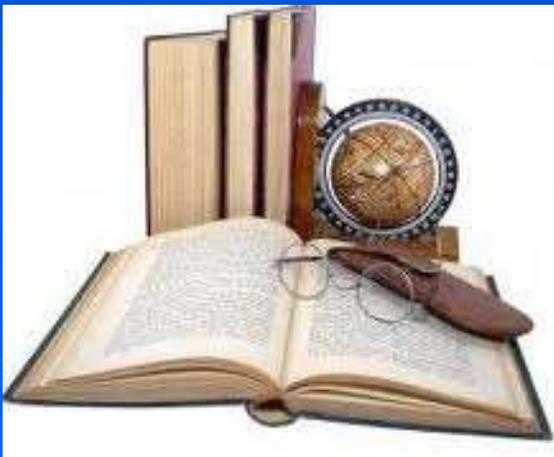


Bacia Hidrográfica



Prof. D.Sc. Enoque Pereira da Silva
E-mail: enoquefinom@gmail.com

2. Bacia hidrográfica

“É a área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, tal que toda vazão efluente seja descarregada por uma simples saída”



-A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório.

-Microbacia Hidrográfica: área de formação natural, drenada por um curso d'água e seus afluentes, a montante de uma seção transversal considerada, para onde converge toda a água da área considerada. (CRUCIANI, 1976; BRASIL, 1987)

-A área da microbacia depende do objetivo do trabalho que se pretende realizar (não existe consenso sobre qual o tamanho ideal)

PEREIRA (1981) sugere:

-para verificação do efeito de diferentes práticas agrícolas nas perdas de solo, água e nutrientes € área não deve exceder a 50 ha

-estudo do balanço hídrico e o efeito do uso do solo na vazão € áreas de até 10.000 ha

-estudos que requerem apenas a medição de volume e distribuição da vazão € bacias representativas com áreas de 10 a 50 mil ha

BORDAS et al. (1985):

- Microbacias: área de até 10 ha
- Minibacias: 10 a 100 ha
- Sub-bacias: 1.000 a 40.000 ha
- Pequenas bacias: acima de 400 km²

-**COGO (1988)** cita que, com fins hidrológicos, são consideradas ideais as áreas de até 2.500 ha para estimativa de vazão e volumes totais, podendo chegar aos 25.000 ha.

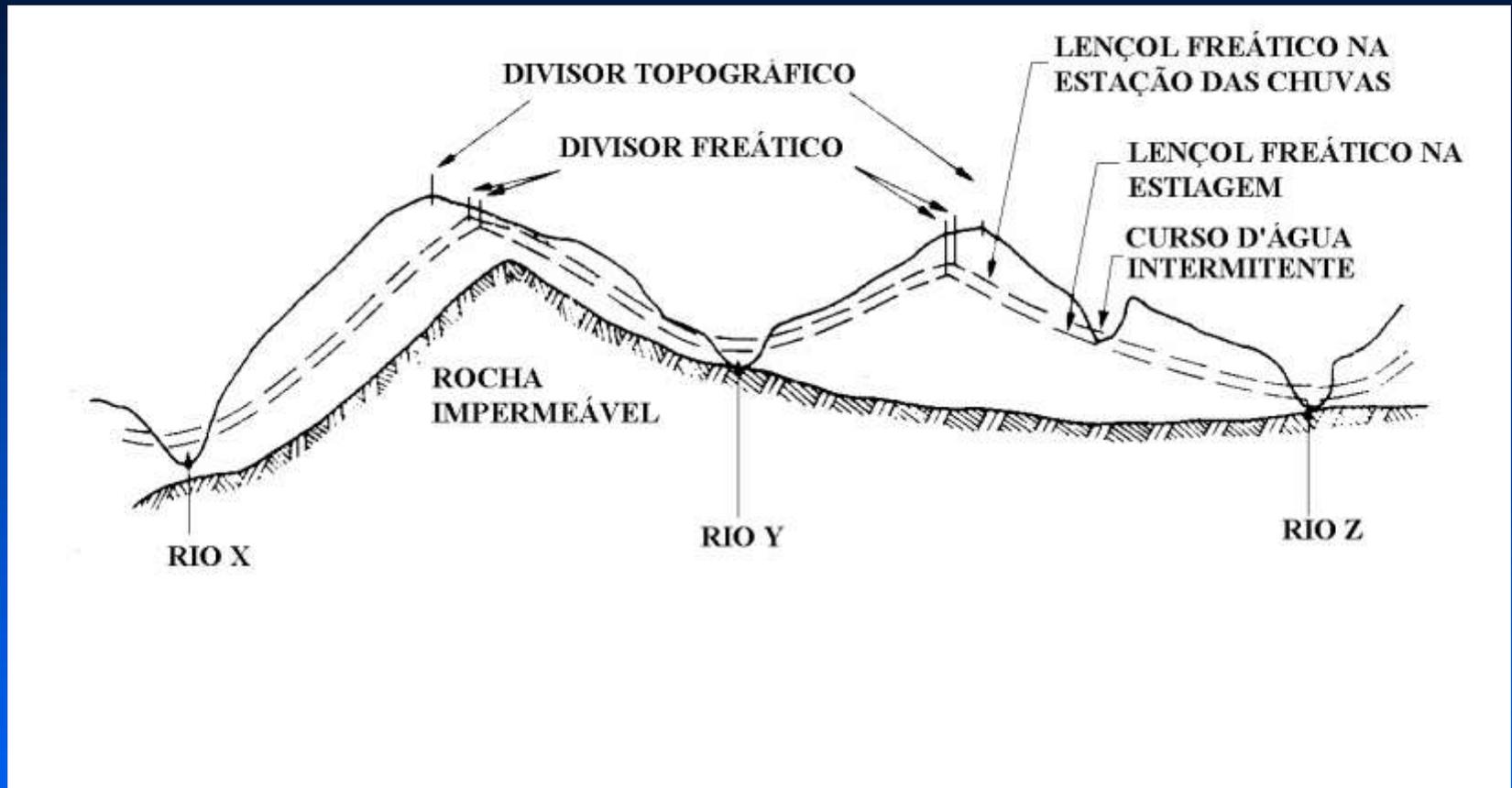
ROCHA (1991):

Bacia Hidrográfica: área que drena as águas de chuvas por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente convergindo para uma única saída e desaguando diretamente no mar ou em um grande lago.

Sub-bacia Hidrográfica: mesmo conceito de BH, acrescido do enfoque de que o deságue se dá diretamente em outro rio. Áreas de drenagem entre 20.000 e 300.000 ha

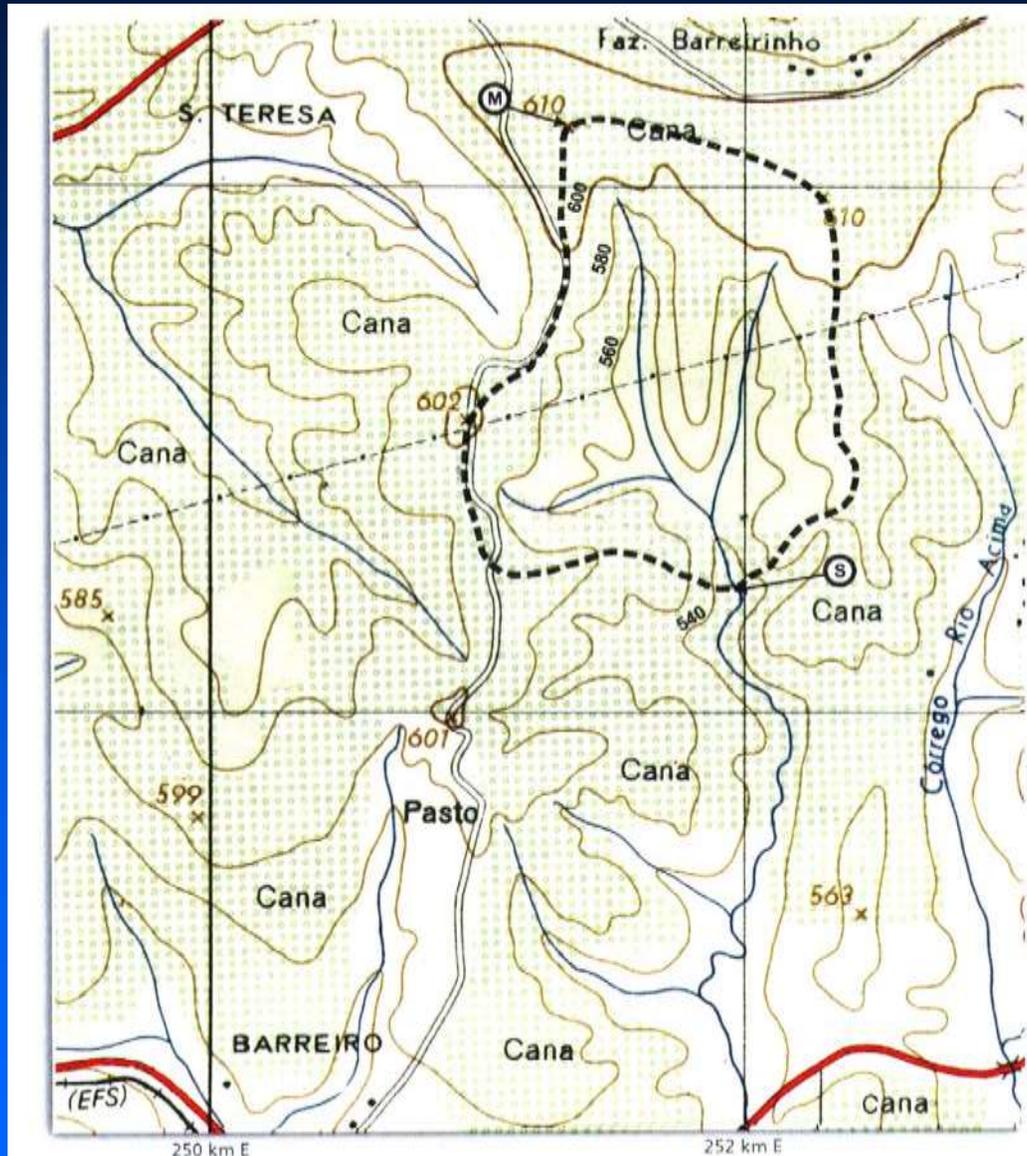
Microbacia Hidrográfica: mesmo conceito de BH, acrescido do enfoque de que o deságue se dá também em outro rio, porém a dimensão superficial da microbacia é menor que 20.000 ha.

INDIVIDUALIZAÇÃO DA BACIA DE DRENAGEM

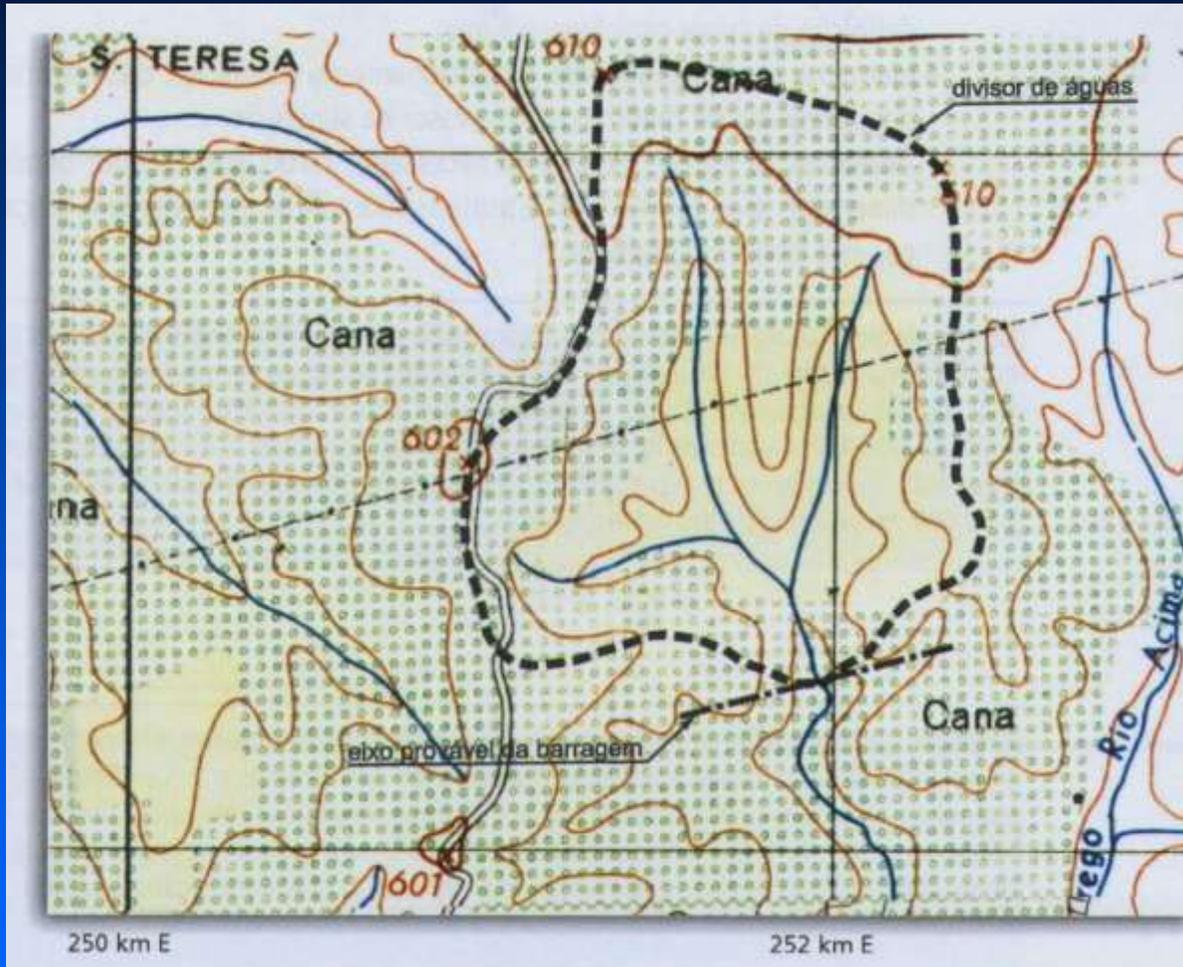


Divisor de águas: Divisor superficial (topográfico)
Divisor freático
Divisor geológico

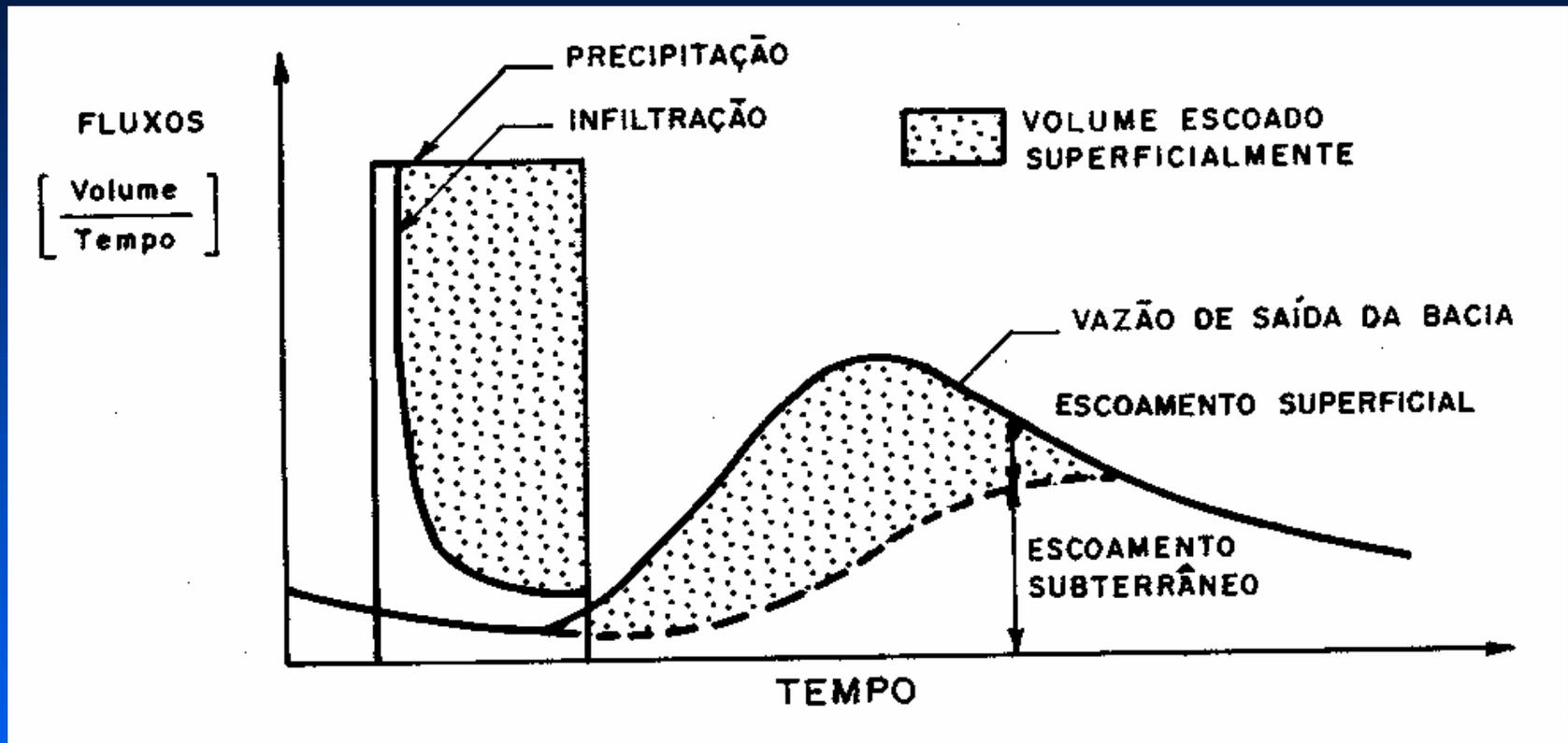
INDIVIDUALIZAÇÃO DE BACIAS DE DRENAGEM



INDIVIDUALIZAÇÃO DE BACIAS DE DRENAGEM



RESPOSTA HIDROLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA



- O papel hidrológico da BH é o de transformar uma entrada de volume concentrada no tempo (precipitação) em uma saída de água (escoamento) de forma mais distribuída no tempo.

Bacias hidrográficas brasileiras

- √ O Brasil ocupa uma área de 8.547.403,5 km², a sua maior parte situada entre a linha do Equador e o Trópico de Capricórnio
- √ O DNAEE, substituído pela ANEEL, em 1997, visando atender a múltiplas finalidades, inclusive para fins de codificação numérica das estações nos cursos d'água, dividiu o território nacional em oito grandes bacias ou regiões hidrográficas, conforme apresentado a seguir:

Bacia 1 - Bacia do Rio Amazonas

Bacia 2 - Bacia dos Rios Tocantins/Araguaia

Bacia 3 - Bacia do Atlântico Norte/Nordeste

Bacia 4 - Bacia do Rio São Francisco

Bacia 5 - Bacia do Atlântico Leste

Bacia 6 - Bacia dos Rios Paraná/Paraguai

Bacia 7 - Bacia do Rio Uruguai

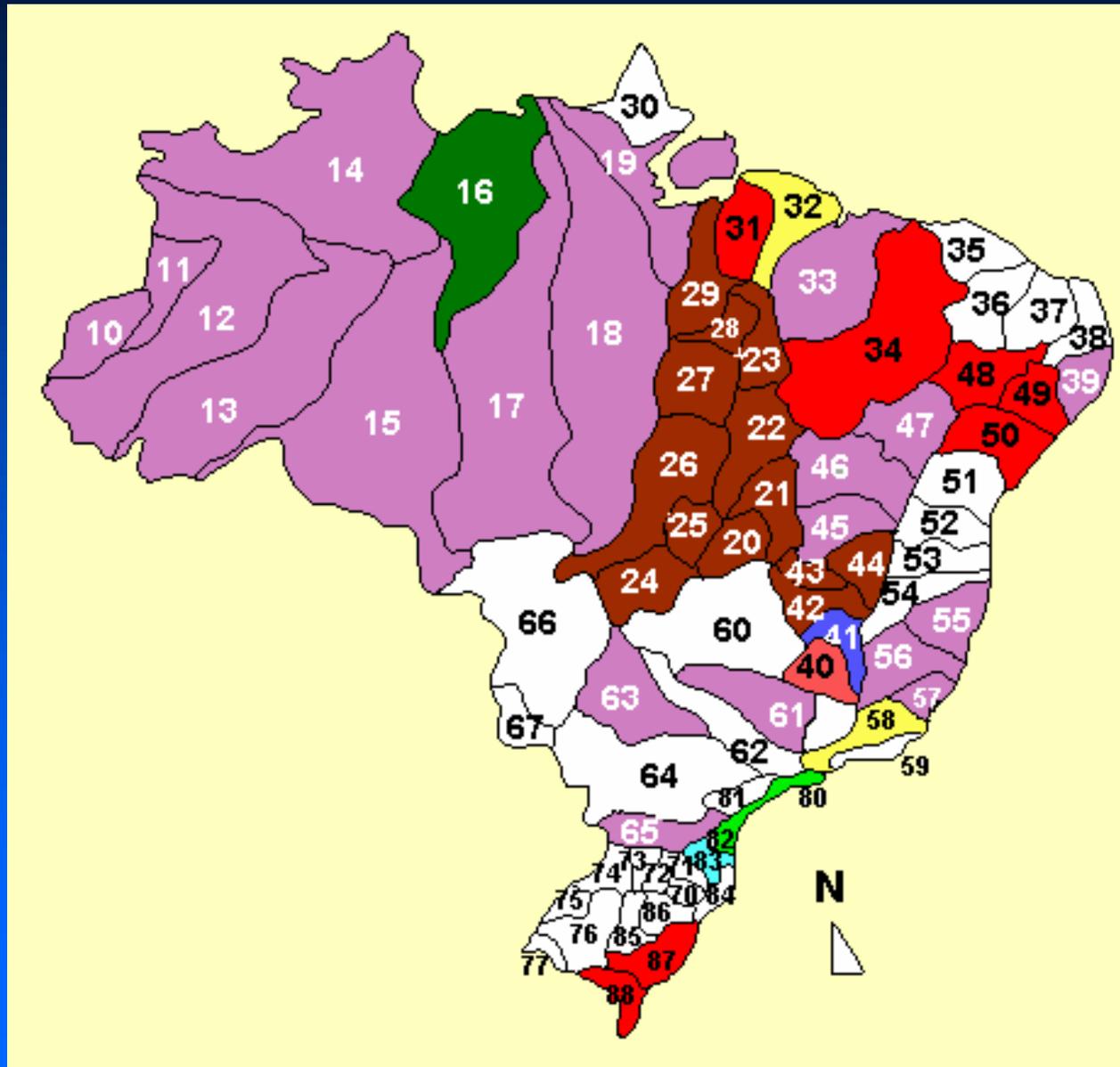
Bacia 8 - Bacia do Atlântico Sudeste

- √ Para efeito de estudo e do gerenciamento dos recursos hídricos, cada uma das oito bacias foi dividida em um conjunto de 10 sub-bacias, enumeradas de 0 a 9.

Bacias hidrográficas brasileiras



Bacias hidrográficas brasileiras



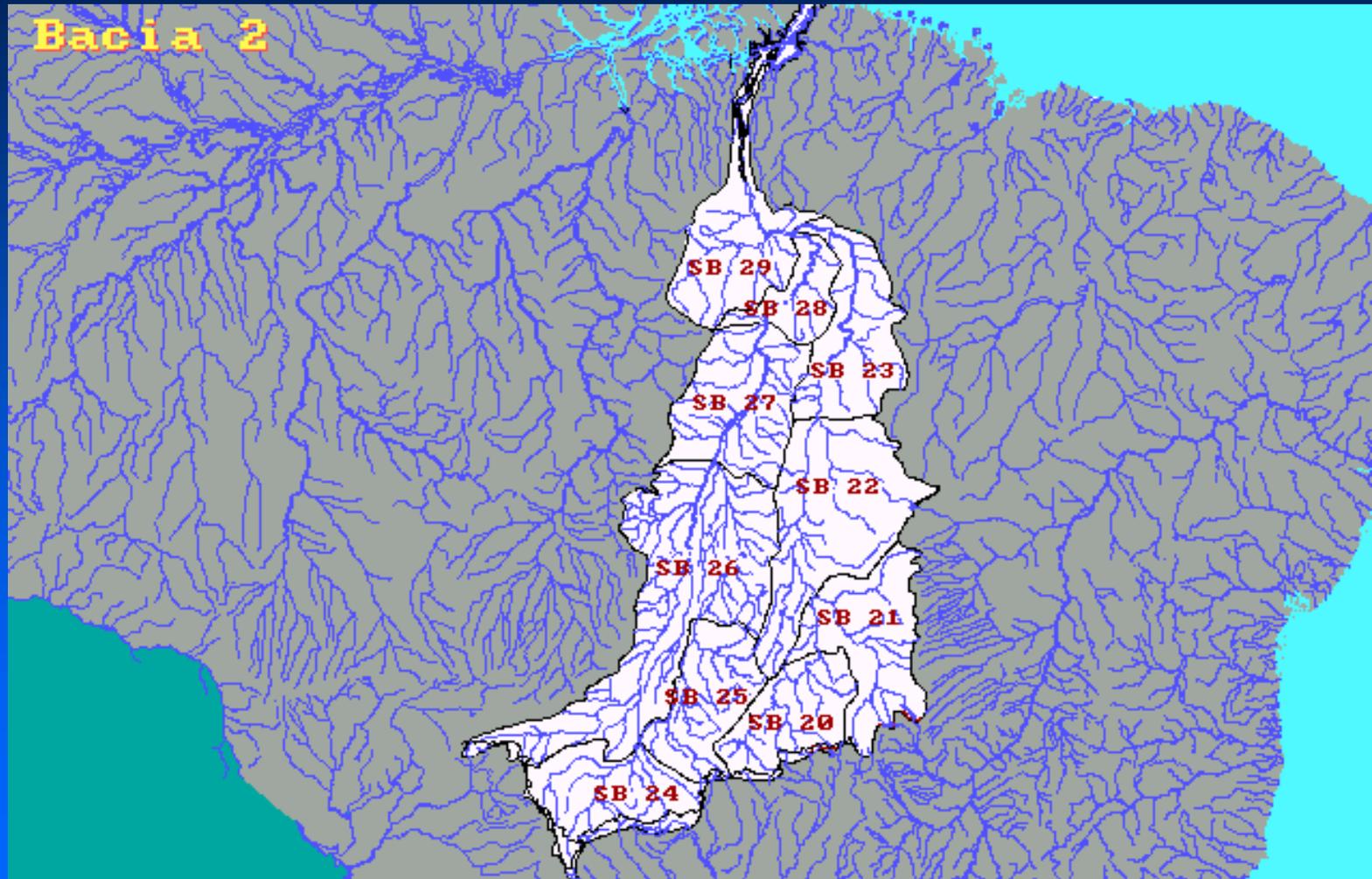
Bacia 5 – Atlântico Leste



Sub-bacias componentes da Bacia 5

Sub-bacia	Denominação	Área de abrangência
50	Rios Itapicuru, Japarutuba, Inhambupé e Vaza-Barris	Área de drenagem limitada, ao norte, pela bacia do rio São Francisco e, ao sul, pela baía de Todos os Santos, exclusive.
51	Rios Paraguaçu, Jequiriçá e Jequié	Área de drenagem compreendida entre a baía de Todos os Santos, inclusive, e a foz do rio de Contas, exclusive.
52	Rio de Contas	Bacia do rio de Contas.
53	Rios Pardo e Cachoeira	Área de drenagem compreendida entre a foz do rio de Contas, exclusive, e a foz do rio Jequitinhonha, exclusive.
54	Rio Jequitinhonha	Bacia do rio Jequitinhonha.
55	Rios Mucuri, São Mateus, Itanhém, Jucuruçu, Peruípe, Buranhém e Itaúnas	Área de drenagem compreendida entre a foz do rio Jequitinhonha, exclusive, e a foz do rio Doce, exclusive.
56	Rio Doce	Bacia do rio Doce.
57	Rios Itapemirim, Itabapoana, Timbuí e Jucu	Área de drenagem compreendida entre a foz do rio Doce, exclusive, e a foz do rio Paraíba do Sul, exclusive.
58	Rios Paraíba do Sul e Muriáe	Bacia do rio Paraíba do Sul.
59	Rios Guandu, Macacu e Macaé	Área de drenagem compreendida entre a foz do rio Paraíba do Sul, exclusive, e a divisa entre os estados do Rio de Janeiro e de São Paulo.

Bacia do Tocantins-Araguaia



Bacias hidrográficas brasileiras

Região	Área		População*		Densidade hab/km ²	Vazão m ³ /s	Disponibilidade	
	10 ³ km ²	%	Ano Base 1996	%			hídrica km ³ /ano	per capita m ³ /ano/hab
Amazonas**	3.900	45,8	6.687.893	4,3	1,7	133.380	4.206,27	628.938,34
Tocantins	757	8,9	3.503.365	2,2	4,6	11.800	372,12	106.219,25
Atlântico Norte	76	0,9	406.324	0,3	5,3	3.660	115,42	284.063,36
Atlântico Nordeste	953	11,2	30.846.744	19,6	32,4	5.390	169,98	5.510,44
São Francisco	634	7,4	11.734.966	7,5	18,5	2.850	89,88	7.658,96
Atlântico Leste 1 (sb 50 a 53)	242	2,8	11.681.868	7,4	48,3	680	21,44	1.835,71
Atlântico Leste 2 (sb 54 a 59)	303	3,6	24.198.545	15,4	79,9	3.670	115,74	4.782,81
Paraná	877	10,3	49.924.540	31,8	56,9	11.000	346,90	6.948,41
Paraguai**	368	4,3	1.820.569	1,2	4,9	1.290	40,68	22.345,45
Uruguai**	178	2,1	3.937.972	2,4	21,6	4.150	130,87	34.099,88
Atlântico Sudeste	224	2,6	12.427.377	7,9	55,5	4.300	135,60	10.911,78
Brasil	8.512	100,	157.070.163	1000	18,5	182.170	5.744,91	36.575,46

Fonte: Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas - ANEEL.

* IBGE, 1998

** Dados referentes à área situada em território brasileiro

Divisão Hidrográfica Nacional

Resolução nº 32 do CNRH, 15/10/2003



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA

- Dados fisiográficos de uma BH são todos aqueles dados que podem ser extraídos de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélites.
- Basicamente são áreas, comprimentos, declividades e coberturas do solo, medidos diretamente ou expressos por índices.
- De importância em locais onde faltam dados ou em regiões onde não seja possível a instalação de estações hidrométricas.

a) ÁREA DE DRENAGEM

- Dado fundamental para definir a potencialidade hídrica da BH (seu valor multiplicado pela lâmina precipitada define o volume de água recebido pela bacia).
- Determinação da área: a) planimetragem direta de mapas; b) cálculos matemáticos de mapas arquivados eletronicamente através do SIG.
- "Escala normalmente usada 1:50.000"

b) FORMA DA BACIA

⇒ Tempo de Concentração: tempo que leva a água para percorrer a distância entre o ponto mais remoto da área e o ponto de deságue.

⇒ Coefficiente de Compacidade (k_c)

$$k_c = \frac{P}{2\pi r}$$

→

$$k_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

- k_c → adimensional
- Quanto maior o k_c → mais irregular é a bacia
- $k_c = 1$ → bacia circular (teórico)
- Microbacias com K_c próximo de 1 devem ter maior proteção em cobertura florestal e conservação de solos
- Como exemplo típico no Brasil, pelo baixo valor de K_c , pode-se citar a Sub-bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Açu, em Santa Catarina (local de gravíssimas enchentes).

$$k_c = \frac{P}{2\pi r}$$

⇒ Fator de Forma (kf)

$$k_f = \frac{\text{Largura media}}{\text{Comprimento da bacia}}$$

- Quanto menor o k_f → bacia menos sujeita a enchentes
- Microbacias de formas retangulares são menos susceptíveis a enchentes que as circulares, ovais ou quadradas.

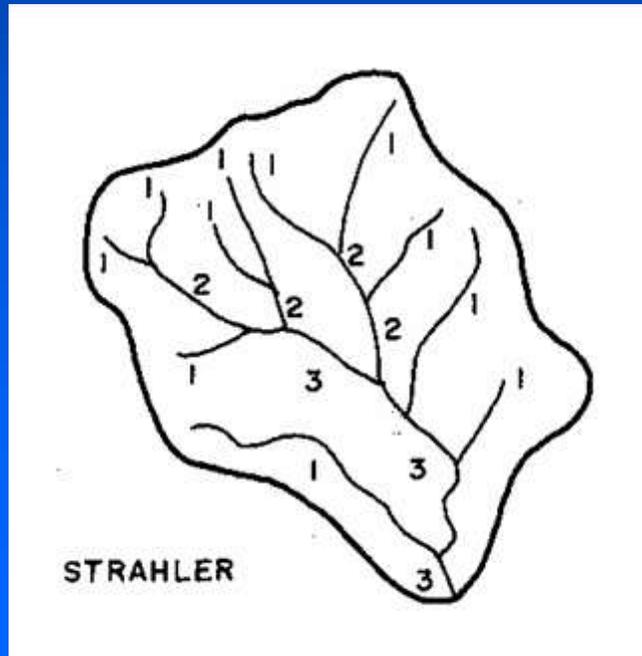
c) SISTEMA DE DRENAGEM

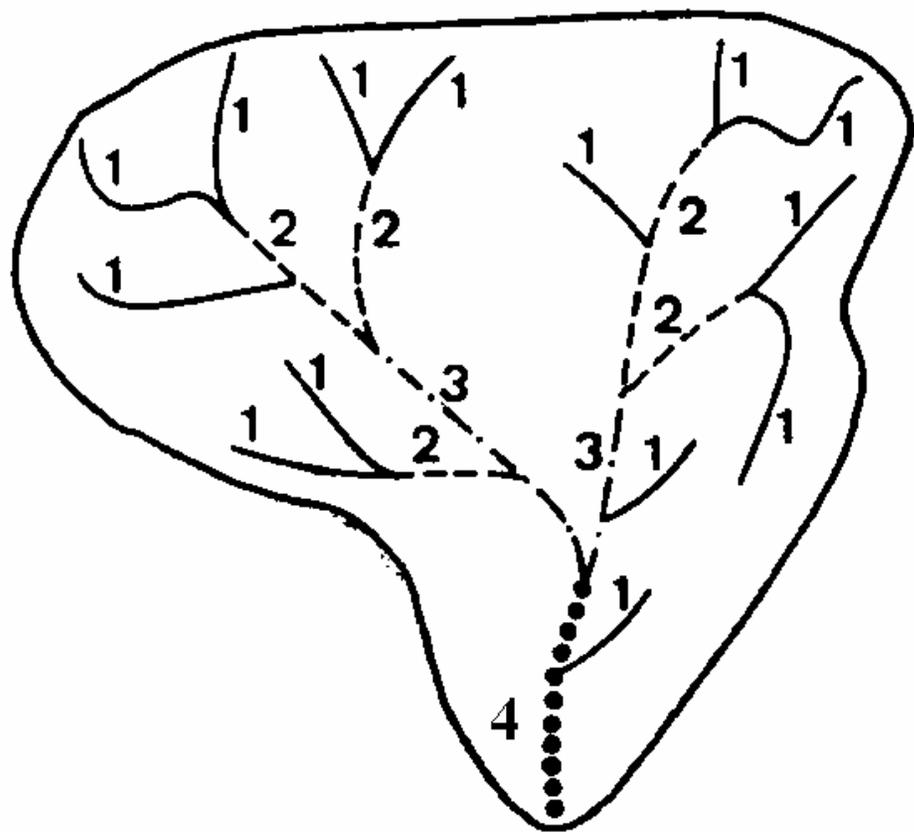
⇒ Ordem dos Cursos d'água

- Reflete o grau de ramificação da rede de drenagem de uma bacia
- Critérios mais utilizados: Horton (1945)
Strahler (1957)

- **Strahler (1957):**

- . Canais de 1a ordem: todos os canais que não possuem tributários
- . Canais de 2a ordem: se originam da confluência de dois canais de 1a ordem, podendo ter afluentes de 1a ordem
- . Canal de ordem u: formado pela união de dois canais de ordem u-1, podendo receber afluência de canais com qualquer ordem inferior
- . O Rio principal e afluentes não mantêm o número de ordem na totalidade de suas extensões, como acontece no sistema Horton

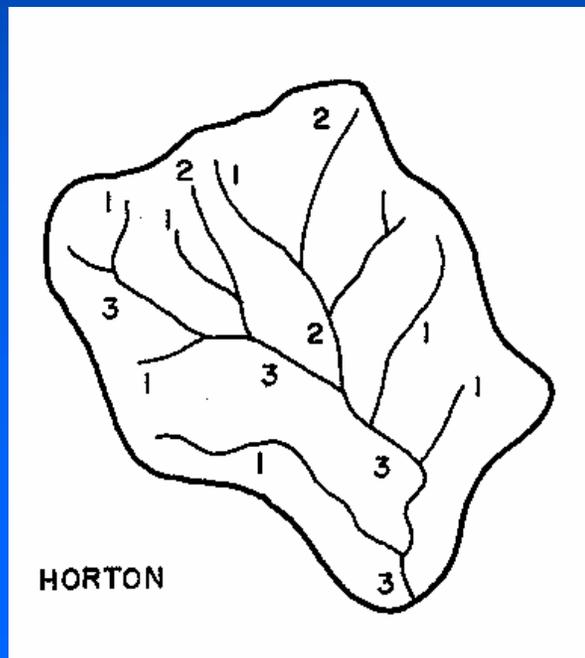




- ORDEM 1
- - - - - ORDEM 2
- · - · - · ORDEM 3
- · · · · ORDEM 4

- Horton (1945):

- . Canais de 1a ordem: não possuem tributários
- . Canais de 2a ordem: têm apenas afluentes de 1a ordem
- . Canais de 3a ordem: recebem afluência de canais de 2a ordem e podem também receber diretamente canais de 1a ordem
- . Canal de ordem u pode ter tributários de ordem $u-1$ até 1
- . A maior ordem é atribuída ao Rio Principal, valendo esta designação em todo o seu comprimento, desde o exutório da bacia até sua nascente



⇒ Densidade de Drenagem (Dd)

$$D_d = \frac{L_t}{A}$$

VILLELA e MATTOS → 0,5 km/km² (Bacias com drenagem pobre)
≥ 3,5 km/km² (Bacias excepcionalmente bem drenadas)

- Uma forma mais simples de representar a Dd é calcular a densidade de confluências (Dc):

$$D_c = \frac{NC}{A}$$

NC= número de confluências ou bifurcações apresentadas pela rede de drenagem

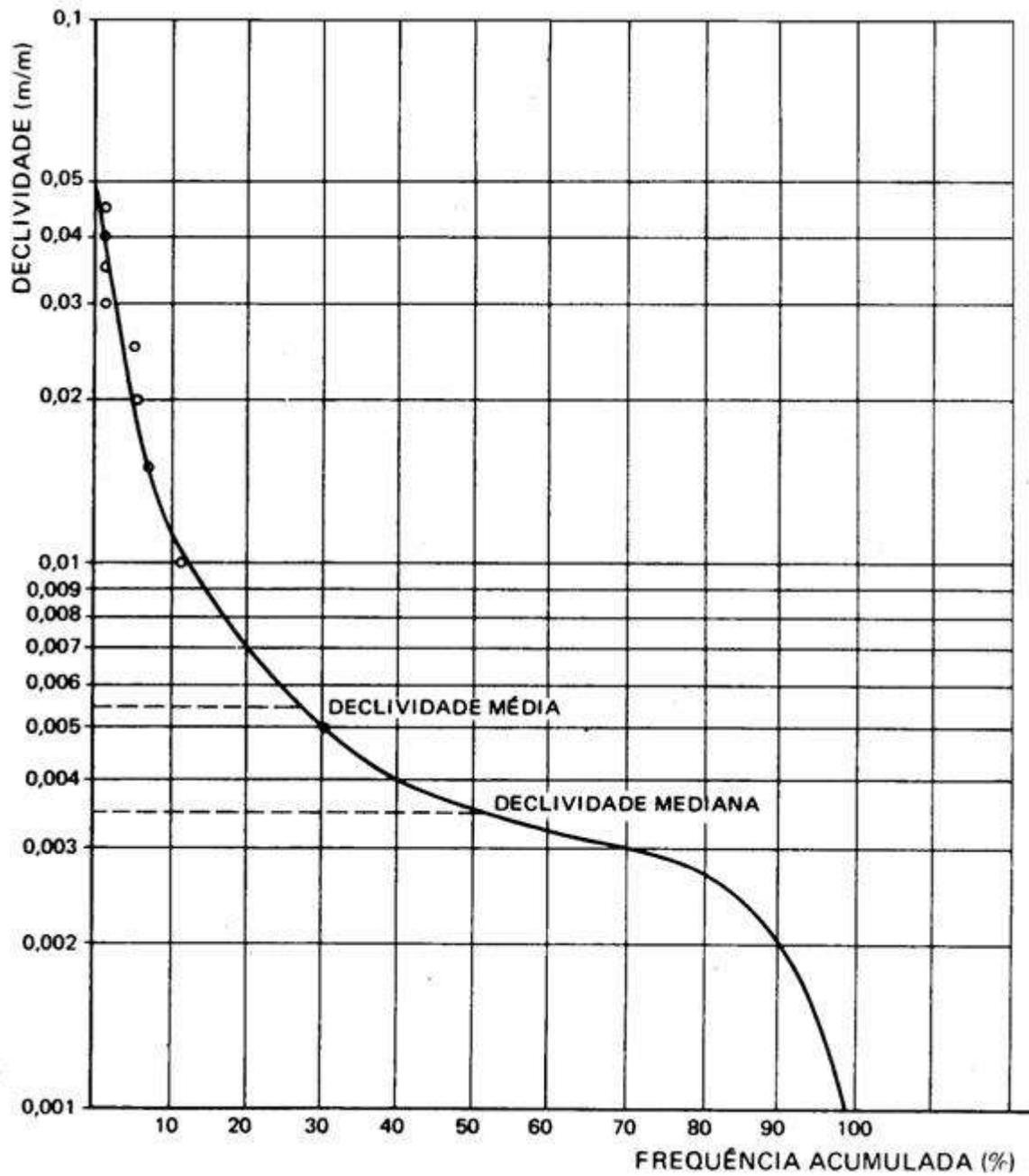
d) CARACTERÍSTICAS DO RELEVO DA BACIA

⇒ Declividade da Bacia

- Afeta a velocidade do escoamento superficial e, portanto, o valor da enchente máxima.
- A magnitude dos picos de enchente e a infiltração da água, trazendo como consequência, maior ou menor grau de erosão, dependem da declividade média da bacia (determina a maior ou menor velocidade do escoamento superficial), associada à cobertura vegetal, tipo de solo e tipo de uso da terra.

BACIA: RIBEIRÃO LOBO - S.P.
MAPA: IBGE (ESCALA - 1: 50.000)
ÁREA DE DRENAGEM: 177,25 km²

1	2	3	4	5	6
DECLIVIDADE (m/m)	Nº DE OCORRÊNCIAS	% do TOTAL	% ACUMULADA	DECL. MÉDIA	COL. 2 * COL. 5
0,0000 - 0,0049	249	69,55	100,00	0,00245	0,6100
0,0050 - 0,0099	69	19,27	30,45	0,00745	0,5141
0,0100 - 0,0149	13	3,63	11,18	0,01245	0,1618
0,0150 - 0,0199	7	1,96	7,55	0,01745	0,1222
0,0200 - 0,0249	0	0,00	5,59	0,02245	0,0000
0,0250 - 0,0299	15	4,19	5,59	0,02745	0,4118
0,0300 - 0,0349	0	0,00	1,40	0,03245	0,0000
0,0350 - 0,0399	0	0,00	1,40	0,03745	0,0000
0,0400 - 0,0449	0	0,00	1,40	0,04245	0,0000
0,0450 - 0,0499	5	1,40	1,40	0,04745	0,2373
TOTAL	358	100,00	-	-	2,0572
$\text{DECLIVIDADE MÉDIA} = \frac{2,0572}{358} = 0,00575 \text{ m/m}$					



⇒ Alitude da Bacia

- Curva Hipsométrica: Representação gráfica do relevo médio da bacia

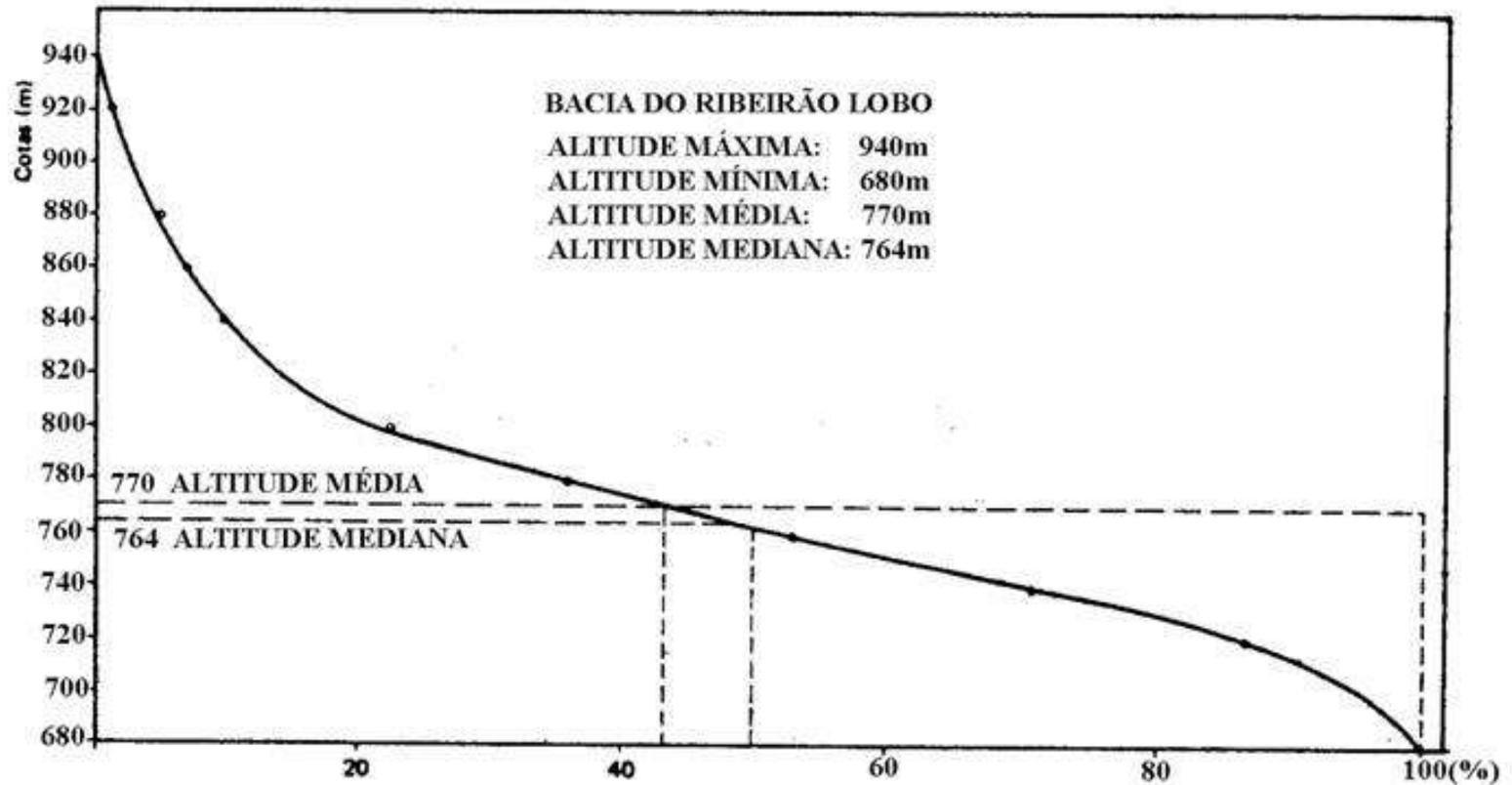
1	2	3	4	5	6
COTAS (m)	PONTO MÉDIO (m)	ÁREA (km ²)	ÁREA ACUMUL. (km ²)	% ACUMUL.	COL. 2 * COL. 3
940 - 920	930	1,92	1,92	1,08	1.785,6
920 - 900	910	2,90	4,82	2,72	2.639,0
900 - 880	890	3,68	8,50	4,80	3.275,2
880 - 860	870	4,07	12,57	7,09	3.540,9
860 - 840	850	4,60	17,17	9,68	3.910,0
840 - 820	830	2,92	20,09	11,33	2.423,6
820 - 800	810	19,85	39,94	22,53	16.078,5
800 - 780	790	23,75	63,69	35,93	18.762,5
780 - 760	770	30,27	93,96	53,01	23.307,9
760 - 740	750	32,09	126,05	71,11	24.067,5
740 - 720	730	27,86	153,91	86,83	20.337,8
720 - 700	710	15,45	169,36	95,55	10.969,5
700 - 680	690	7,89	177,25	100,00	5.444,1
TOTAL		177,25			136.542,1
		$\text{ALTITUDE MÉDIA} = \frac{136.542,1}{177,25} = 770 \text{ m}$			

BACIA: RIBEIRÃO LOBO
 MAPA: IBGE
 ESCALA - 1: 50.000
 ÁREA: 177,25 km²

Altitude Média:

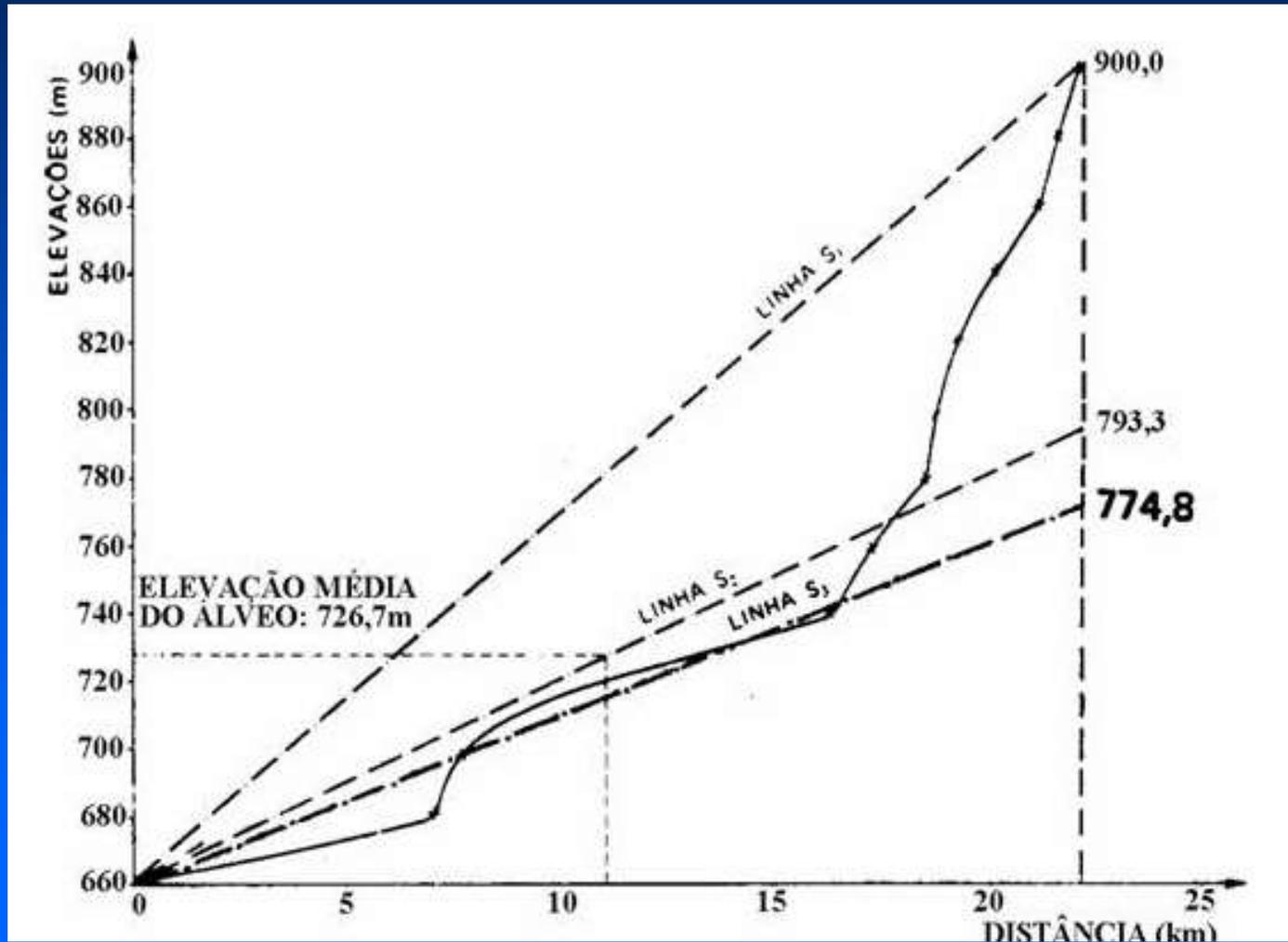
$$\text{Alt}_{\text{média}} = \frac{\sum (e A_i)}{A}$$

Curva Hipsométrica



⇒ Declividade do Curso d'água Principal

Perfil Longitudinal do Curso D'água



Bacia: Ribeirão Lobo

Mapa: IBGE (Escala - 1: 50.000) Área de Drenagem: 177,25 km²

1	2	3	4	5	6	7	8
Cotas (m)	Dist. (m)	Dist. (L)* (km)	Distância Acum. (km)	Declividade por Segmento 20/(2)	(5) (S _i)	L _{real} ** (L _i) (km)	L _i /S _i
680	7100	7,100	7,100	0,00282	0,0531	7,100	113,800
700	500	0,500	7,600	0,04000	0,2000	0,500	2,500
720	3375	3,375	10,975	0,00593	0,0720	3,375	43,700
740	5375	5,375	16,350	0,00372	0,0609	5,375	88,300
760	850	0,850	17,200	0,02353	0,1500	0,850	5,500
780	1330	1,330	18,530	0,01504	0,1220	1,330	10,600
800	350	0,350	18,880	0,05714	0,2390	0,350	1,460
820	350	0,350	19,230	0,05714	0,2390	0,350	1,460
840	880	0,880	20,110	0,02273	0,1507	0,880	5,830
860	950	0,950	21,060	0,02105	0,1450	0,950	6,550
880	400	0,400	21,460	0,05000	0,2236	0,400	1,785
900	540	0,540	22,000	0,03704	0,1924	0,540	2,810
Total	22000	22,000				22,000	304,295

* L = distância medida na horizontal;

** L_{real} = distância real medida em linha inclinada.

Metodologias para estimativa da Declividade do Rio Principal

$$S_1 = \frac{240}{22.000} = 0,01091 \text{ m / m}$$

$$S_2 = \frac{133,3}{22.000} = 0,00606 \text{ m / m}$$

$$S_3 = \left(\frac{\sum L_i}{\sum \left(\frac{L_i}{\sqrt{D_i}} \right)} \right)^2$$

$$S_3 = \left(\frac{22,000}{304,295} \right)^2 = 0,00522 \text{ m / m}$$

$$S_4 = S_{1085} = \frac{Cota_{10\%L} - Cota_{85\%L}}{0,75 L}$$

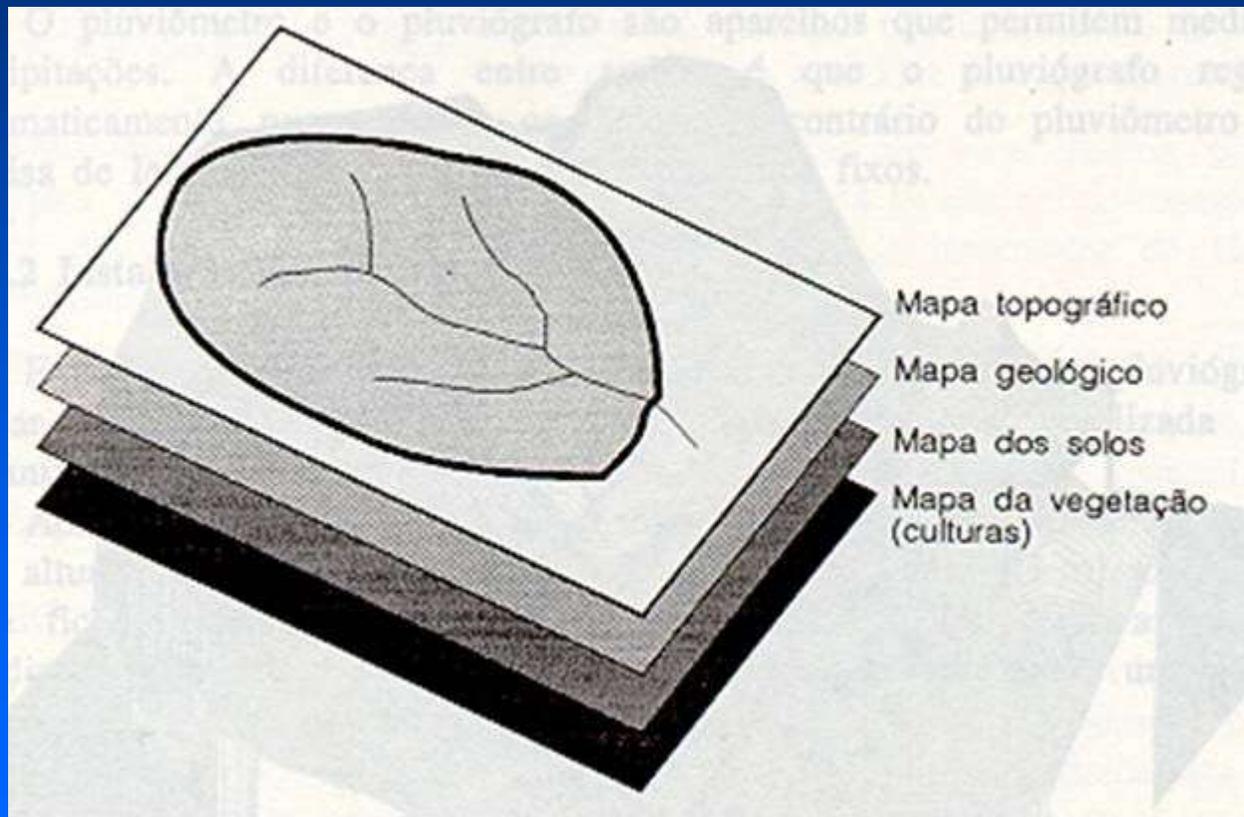
⇒ **Características Geológicas da Bacia**

- Permeabilidade

⇒ **Características Agro-Climáticas da Bacia**

- Cobertura Vegetal
- Tipo de Precipitação

Superposição de vários mapas com o uso de SIG



Representação raster da topografia

