

IA 1311 - Manejo e conservação do solo e água

Aspectos hidrológicos associados à conservação de água e solo

Ciclo hidrológico
Bacia hidrográfica
Precipitação
Escoamento superficial

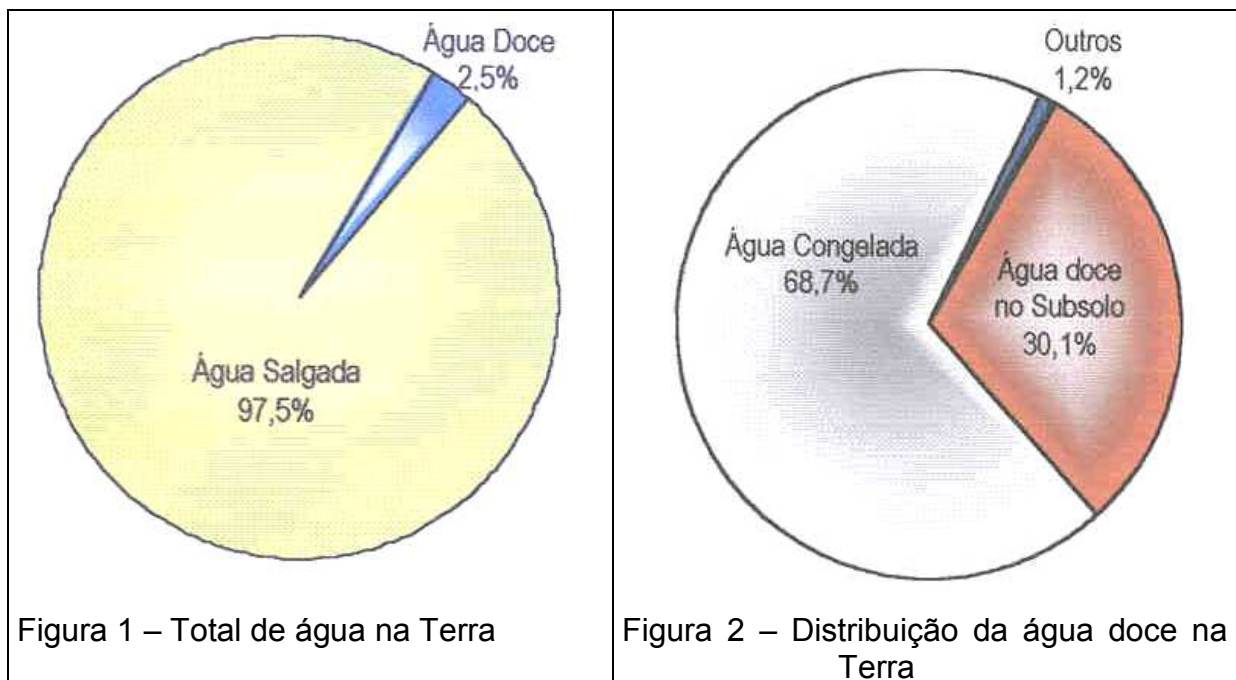
1. Ciclo Hidrológico

1.1 Recursos hídricos no Brasil e no mundo

Quadro 1 – Distribuição da água na terra (Shiklomanov, 1997)

Reservatório	Volume (10 ³ km ³)	% do volume total	% do volume de água doce
Oceanos	1338000,0	96,539	-
Subsolo:	23400,0	1,6883	-
Água doce	10530,0	0,7597	30,0607
Água salgada	12870,0	0,9286	-
Umidade do solo	16,5	0,0012	0,0471
Áreas congeladas:	24064,0	1,7362	68,6971
Antártida	21600,0	1,5585	61,6629
Groelândia	2340,0	0,1688	6,6802
Ártico	83,5	0,0060	0,2384
Montanhas	40,6	0,0029	0,1159
Solo congelados	300,0	0,0216	0,8564
Lagos:	176,4	0,0127	-
Água doce	91,0	0,0066	0,2598
Água salgada	85,4	0,0062	-
Pântanos	11,5	0,0008	0,0328
Rios	2,1	0,0002	0,0061
Biomassa	1,1	0,0001	0,0032
Vapor d'água na atmosfera	12,9	0,0009	0,0368
Armazenamento total de água salg.	1350955,4	97,4726	-
Armazenamento total de água doce	35029,1	2,5274	100,0
Armazenamento total de água	1385984,5	100,0	-

“Atualmente, há mais de um bilhão de pessoas sem suficiente disponibilidade de água para consumo doméstico e se estima que, em 30 anos, haverá 5,5 bilhões de pessoas vivendo em áreas com moderada ou séria falta d’água (Population Reference Bureau, 1997)”



Mesmo tendo a Terra um volume total de água da ordem de 1.386 milhões de km³, o que efetivamente está disponível ao uso humano é muito pouco (0,007%).

1.2 Ciclo hidrológico – definição

O ciclo hidrológico é o fenômeno global de *circulação fechada* da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre (Figura 3). É responsável pelo movimento de enormes quantidades de água ao redor do mundo. O Quadro 2 apresenta o período de renovação da água em diferentes reservatórios na Terra. Percebe-se que, o movimento da água é bastante variado em função do tipo de reservatório.

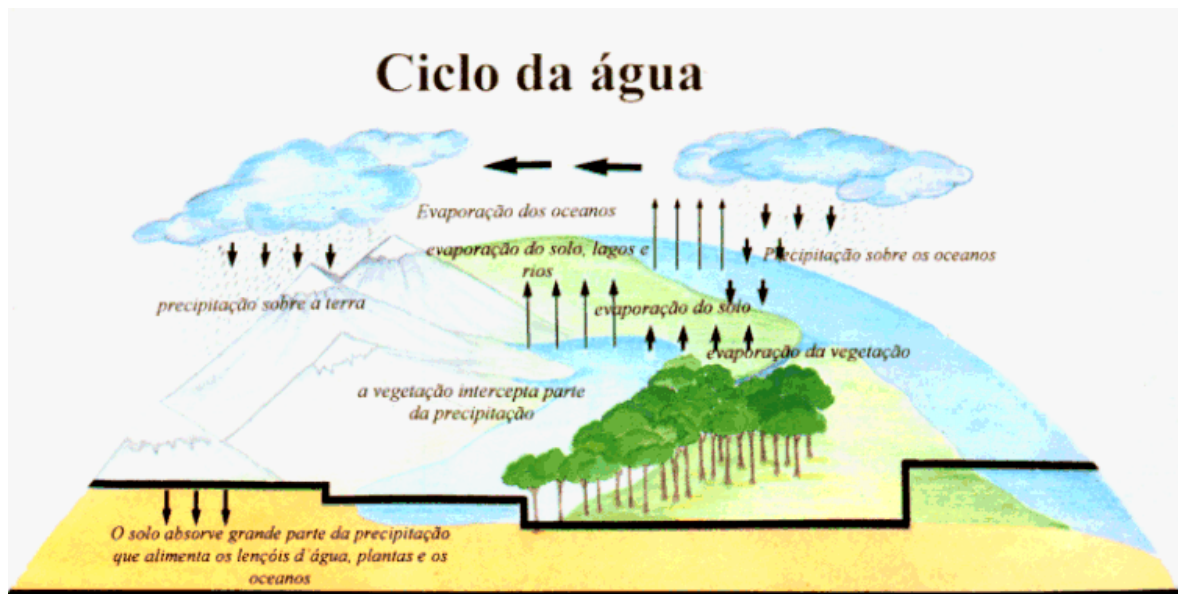


Figura 3 – Esquema geral do ciclo hidrológico

Quadro 2 – Período de renovação da água em diferentes reservatórios na terra

Reservatórios	Período médio de renovação
Oceanos	2.500 anos
Água subterrânea	1.400
Umidade do solo	1 ano
Áreas permanentemente congeladas	9.700 anos
Geleiras em montanhas	1.600 anos
Solos congelados	10.000 anos
Lagos	17 anos
Pântanos	5 anos
Rios	16 dias
Biomassa	Algumas horas
Vapor d'água na atmosfera	8 dias

O acesso ao volume total de água estocada nos diferentes reservatórios existentes não é uma tarefa elementar, pois como se verifica no Quadro anterior, o ciclo hidrológico ocorre de forma muito variável e dinâmica. Verifica-se que a água dos rios apresenta um tempo de permanência muito curto em relação aos outros reservatórios, favorecendo substancialmente a elevação da taxa de renovação da água por meio do ciclo hidrológico. O mesmo ocorre com o armazenamento da água na atmosfera, isto é, no prazo de uma a duas semanas, a água que sobe à atmosfera retorna à superfície da terra, podendo reabastecer o fluxo dos rios, a umidade do solo, as reservas subterrâneas, etc.

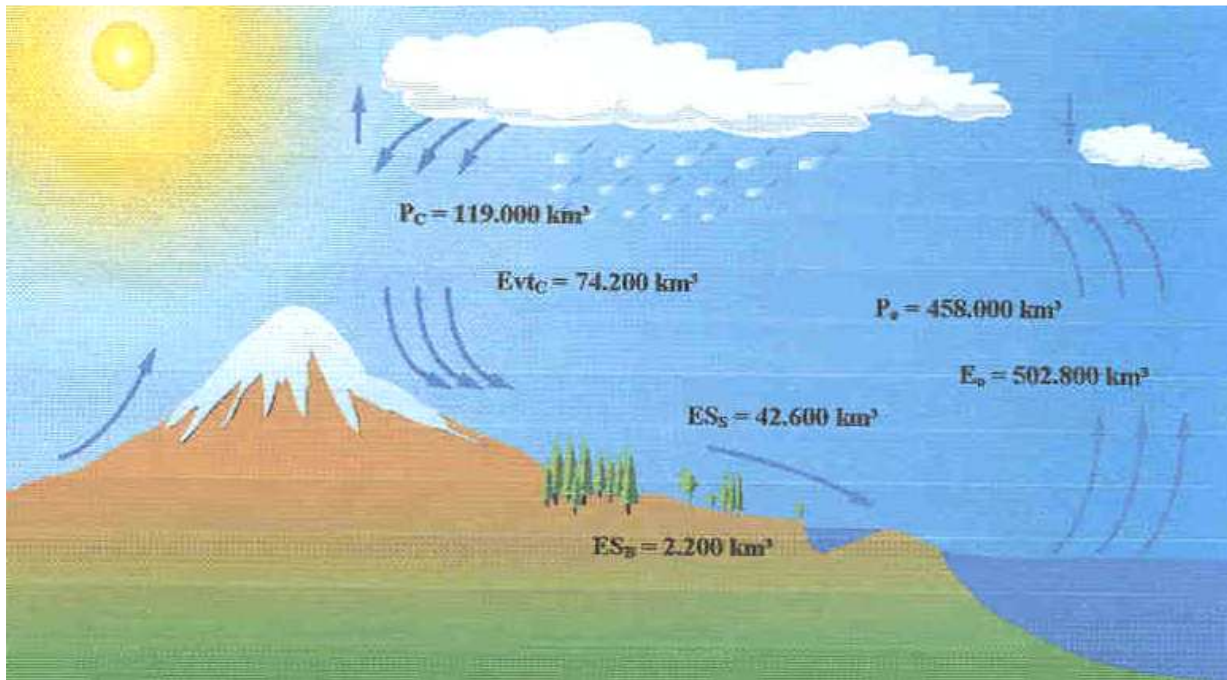


Figura 4 – Ciclo hidrológico médio anual da Terra

A soma dos recursos hídricos superficiais da Terra é representada pelas estimativas do volume médio anual de todos os rios do mundo. Esse volume é utilizado como o limite máximo de consumo de água no mundo em um determinado ano (Figura 5).

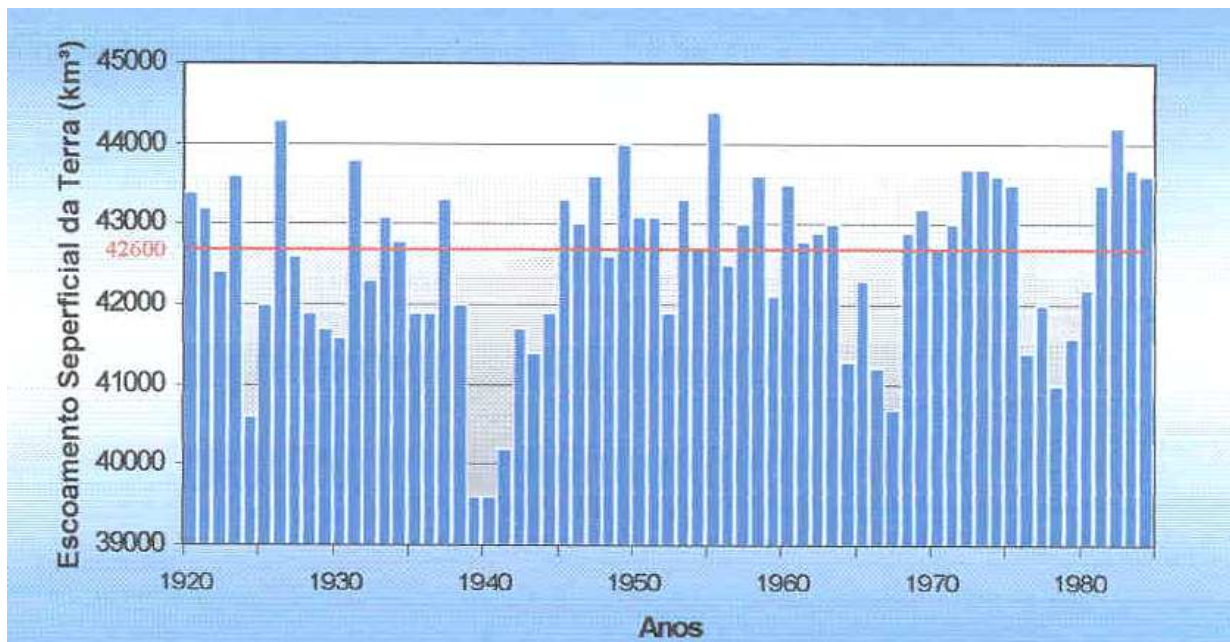


Figura 5 – Variação do volume médio escoado em todos os rios do mundo

1.3 Disponibilidade hídrica e uso da água

A demanda total de água no mundo, no ano 2000, ficou em torno de 3.940 km³ (Quadro 3), o que representa menos de 10% do volume total disponível. Portanto, em nível global, não há escassez hídrica. No entanto, a má distribuição espacial e temporal dos recursos hídricos faz com que algumas áreas sofram permanentemente por falta d'água (Quadro 4).

Quadro 3 – Dinâmica da água no mundo por setor (km³/ano)

Setor	Calculado								Estimado		
	1900	1940	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2010	2025
População (milhões)			2493	2963	3527	4313	5176	5520	5964	842	8284
Área irrigada (milhões ha)	47	76	101	142	173	200	243	254	264	288	329
Uso agrícola	525 *407	891 678	1124 856	1541 1183	1850 1405	2191 1698	2412 1907	2503 1952	2595 1996	2792 2133	3162 2377
Uso industrial	38 *3	127 10	182 14	334 25	548 38	683 62	681 73	715 80	748 87	863 111	1106 146
Abast.	16 *4	37 9	53 14	83 20	130 29	208 42	321 53	354 57	386 62	464 68	645 81
Reservat.	0.3	3.7	6.5	2.7	65.9	119	164	188	211	239	275
Total	579 *415	1066 705	1365 894	1985 1250	2574 1539	3200 1921	3580 2196	3760 2275	3940 2354	4360 550	5187 879

* Volume de água efetivamente consumido

Quadro 4 – Disponibilidade hídrica em alguns países do mundo

País	Área 1000 km ²	Pop. 10 ³ hab	Volume disponível (km ³ /ano)			Disponibilidade hídrica	
			médio	máxim o	mínim o	por área	per capita
						m ³ /km ² .ano	m ³ /hab.ano
Brasil	8.512	157.070	5745	7640	5200	674.918,9	36.575,46
USA	9.360	261.000	2810	3680	1960	300.213,7	10.766,28
França	550	57.800	168	263	90,3	305.454,5	2.906,57

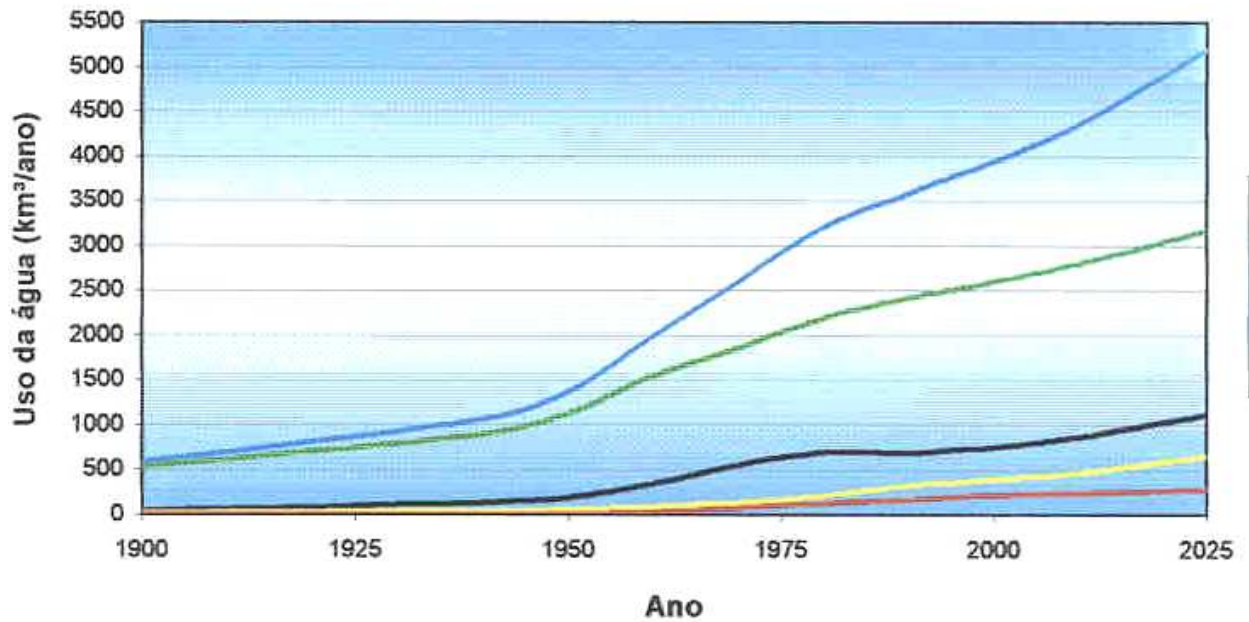


Figura 6 – Evolução do volume de água utilizado por diversos setores ao longo dos anos (Shiklomanov, 1997).

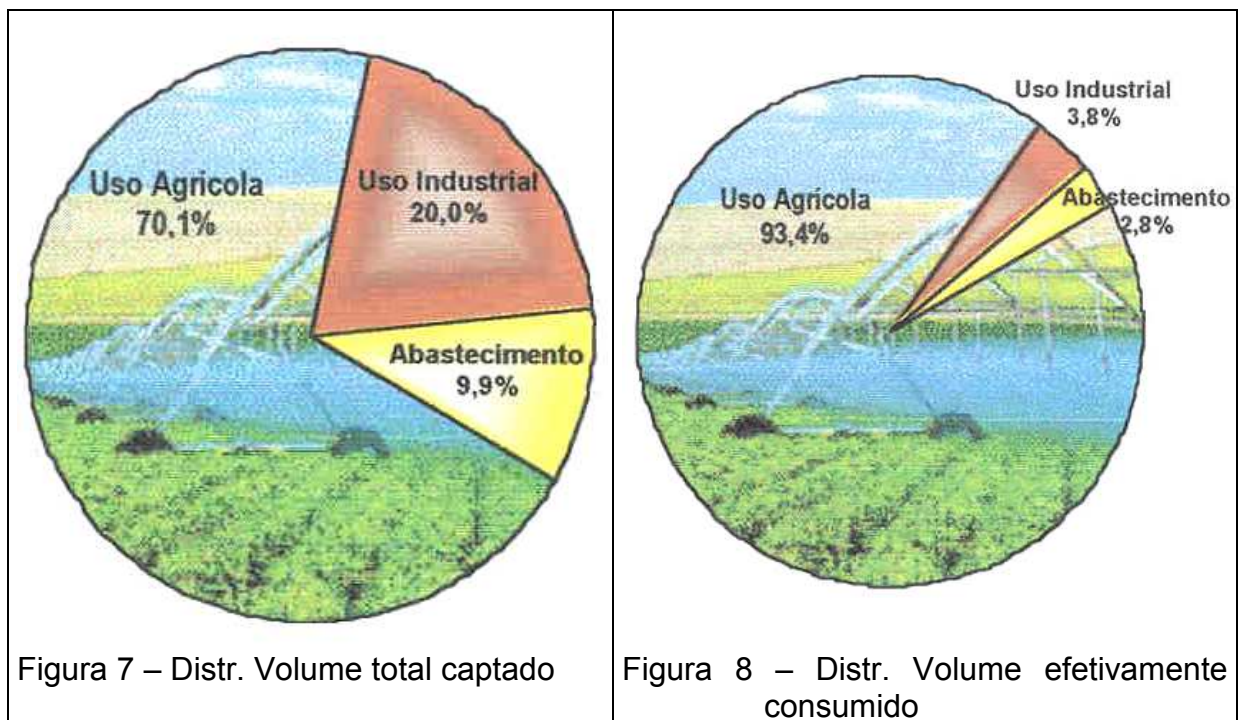


Figura 7 – Distr. Volume total captado

Figura 8 – Distr. Volume efetivamente consumido

“As terras irrigadas (16% das terras cultivadas no mundo) são responsáveis pela produção de cerca de 40% dos alimentos (Iturri, 1999)”

2. Bacia Hidrográfica

2.1 Definição

“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”.



Figura 9 – Esquema de uma bacia hidrográfica.

- 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 deságüe se dá diretamente em outro rio.

- Áreas de drenagem entre 20.000 e 300.000 ha
- Limite inferior (20.000ha): área máxima que uma equipe de campo pode e deve trabalhar em um manejo integrado ou em um gerenciamento (Dado válido para o Sul do País – experiências de campo)
- Sub-bacias maiores que 300.000ha, para efeito de planejamento integrado, devem ser divididas em duas ou quantas partes forem necessárias.

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

2.2 Divisão hidrográfica no Brasil

(resolução do CNRH nº 32, de 15/10/2003)

<http://www.cnrh-srh.gov.br/delibera/resolucoes/R032.htm>



Figura 10 – Bacias hidrográficas no Brasil

A divisão apresentada na Figura 10, segue recomendações da Resolução nº 30, de 11 de dezembro de 2002.

(<http://www.cnrh-srh.gov.br/delibera/resolucoes/R030.htm>)

2.2.1 Macro regiões ambientais do estado do Rio de Janeiro



MRA-1 – Bacia da Baía de Guanabara, das lagoas metropolitanas e zona costeira adjacente.

Abrangência espacial

Setor terrestre: Bacia dos rios que desembocam na Baía de Guanabara, destacando-se os rios Carioca, Irajá, São João de Meriti, Iguaçu, Estrela, Surui, Roncador, Guapi, Guarai, Caceribu, Guaxindiba, Imboassu e Bomba, e os canais do Fonseca e Icaraí, ambos no Município de Niterói; bacias das lagoas de Marapendi, Jacarepaguá, Camorim, Tijuca e Rodrigo de Freitas; bacias das lagoas de Piratininga, Itaipu e Sistema Lagunar de Maricá.

Setor costeiro: Zona costeira, desde a ponta do Picão e o local situado na praia próxima aos limites entre Maricá e Saquarema. Inclui a Baía de Guanabara.

Municípios (integralmente incluídos): Nilópolis, São João de Meriti, Belford Roxo, Duque de Caxias, Magé, Mesquita, Guapimirim, Itaboraí, Tanguá, São Gonçalo, Niterói e Maricá; (parcialmente incluídos): Rio de Janeiro (**PU**), Nova Iguaçu (**PU**) Petrópolis (**PU**), Rio Bonito (**PU**) e Cachoeiras de Macacu (**IU**).

Total de municípios: 17



MRA-2 – Bacia contribuinte e Baía de Sepetiba.

Abrangência espacial

Setor terrestre: Bacia dos rios que drenam para a Baía de Sepetiba, destacando-se o córrego Caratuacaia e os rios Jacareí, Grande, Ingalba, São Braz, do Saco, Sai, João Gago, Muriqui, Catumbi, Muxiconga, da Draga, Botafogo, Tingussu, Timirim, Mazomba-Cação, da Guarda, Guandu-Canal de São Francisco, Guandu-Mirim-Canal Guandu, canal de São Fernando, canais do Itá e Pau Flexas, e os rios do Ponto, Piraquê-Cabuçu, Piracão, Portinho e João Correia.

Setor costeiro: Baía de Sepetiba (limitada pelas pontas do Picão, do Arpoador e de Jacareí).

Municípios (integralmente incluídos): Itaguaí, Seropédica, Mangaratiba, Queimados, Japeri e Paracambi; (parcialmente incluídos): Rio de Janeiro (**PU**), Nova Iguaçu (**PU**), Engenheiro Paulo de Frontin (**IU**), Miguel Pereira (**PU**), Pirai (**FU**), Rio Claro (**FU**) e Vassouras (**FU**).

Total de municípios: 13



MRA-3 – Bacia contribuinte e Baía da Ilha Grande.

Abrangência espacial

Setor terrestre: Bacia dos rios que drenam para a Baía da Ilha Grande, destacando os rios Jacuecanga, Japuiba, Areia do Pontal, Ariró, Jurumirim, Bonito, Bracuí, Grataú, da Conceição, Japetinga, do Funil, Mambucaba, São Roque, Barra Grande, Pequeno, Graúna, Perequê-Açu, Corisco, dos Meros e Paraty Mirim, e os córregos da Areia, do Sul e Andorinha.

Setor costeiro: Baía da Ilha Grande (limitada pelas pontas do Arpoador e Trindade).

Municípios (integralmente incluídos): Paraty e Angra dos Reis.

Total de municípios: 2



MRA-4 – Bacia da Região dos Lagos, do Rio São João e zona costeira adjacente.

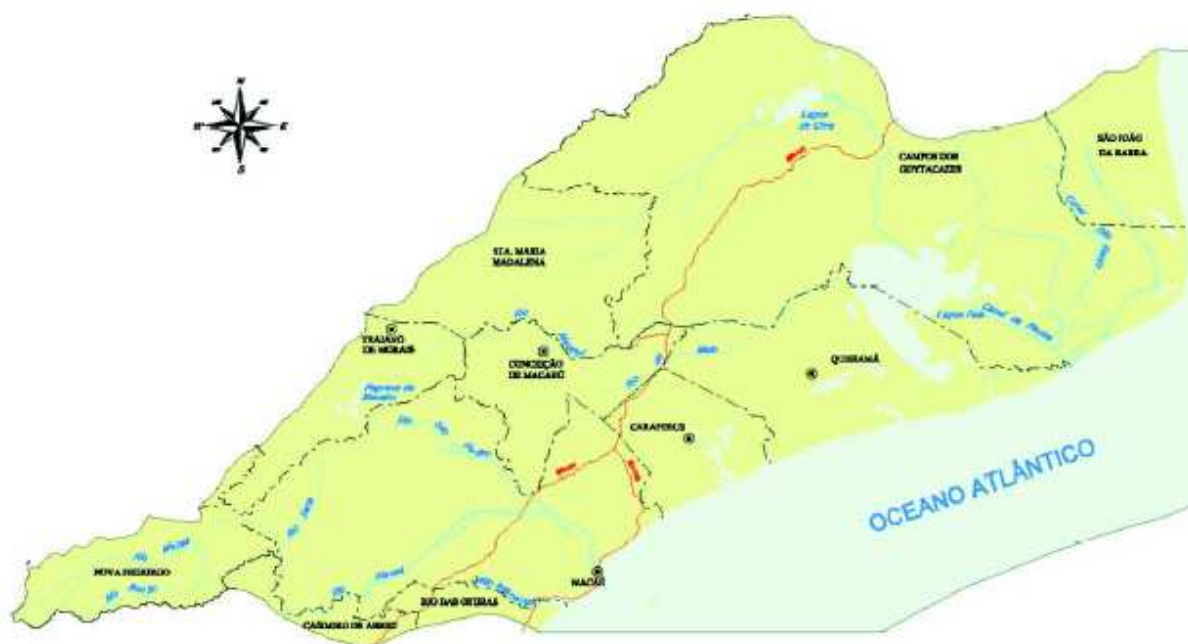
Abrangência espacial

Setor terrestre: Bacias das lagoas de Jacaré, Saquarema e Araruama, e dos rios São João, Una e das Ostras.

Setor costeiro: Zona costeira, entre a ponta situada próxima aos limites entre Maricá e Saquarema, e uma ponta ao sul da praia de Itapebuçu, no Município de Rio das Ostras.

Municípios (integralmente incluídos): Saquarema, Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Armação de Búzios e Silva Jardim; (parcialmente incluídos): Rio Bonito (**PU**), Cachoeiras de Macacu (**FU**), Casimiro de Abreu (**IU**) e Rio das Ostras (**IU**).

Total de municípios: 12



MRA-5 – Bacia do rio Macaé, da lagoa Feia e zona costeira adjacente.

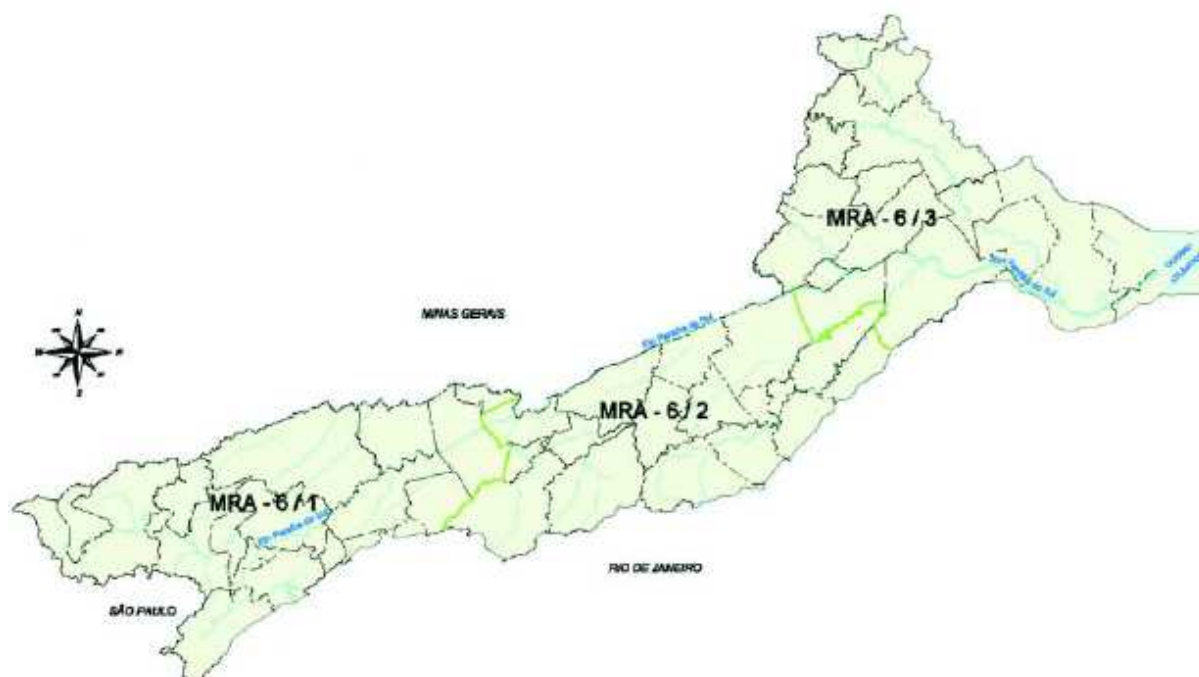
Abrangência espacial

Setor terrestre: Bacia do rio Macaé e das lagoas de Imboassica, Feia e diversas bacias menores situadas até o limite da MRA-6

Setor costeiro: zona costeira, entre uma ponta ao sul da praia de Itapebuçu, no Município de Rio das Ostras, até um local próximo à Barra do Açú (Campos dos Goytacazes).

Municípios (integralmente incluídos): Macaé, Carapebus, Quissamã e Conceição de Macabu; (parcialmente incluídos): Nova Friburgo (**FU**), Casimiro de Abreu (**FU**), Rio das Ostras (**FU**), Campos dos Goytacazes (**FU**), Trajano de Moraes (**IU**), Santa Maria Madalena (**FU**) e São João da Barra (**FU**).

Total de municípios: 11



MRA-6 – Bacia do rio Paraíba do Sul e zona costeira adjacente.

Abrangência espacial

Setor terrestre: Bacia do rio Paraíba do Sul em território fluminense.

Setor costeiro: Zona costeira adjacente.

Municípios:

MRA-6/1: (integralmente incluídos): Itaiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral, Barra do Pirai, Mendes, Paty do Alferes, Valença, Rio das Flores, Paraíba do Sul e Comendador Levy Gasparian; (parcialmente incluídos): Vassouras (**IU**), Pirai (**IU**), Rio Claro (**IU**), Miguel Pereira (**PU**) e Engenheiro Paulo de Frontin (**FU**).

Total de municípios: 19.

MRA-6/2: (integralmente incluídos): Três Rios, Areal, Sapucaia, São José do Vale do Rio Preto, Teresópolis, Carmo, Sumidouro, Duas Barras, Bom Jardim, São Sebastião do Alto, Cantagalo, Cordeiro e Macuco; (parcialmente incluídos): Petrópolis (**PU**), Nova Friburgo (**IU**), Santa Maria Madalena (**IU**) e Trajano de Moraes (**FU**).

Total de municípios: 17.

MRA-6/3: (integralmente incluídos): Aperibé, Cambuci, Cardoso Moreira, Italva, Itaocara, Itaperuna, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Santo Antonio de Pádua, São Fidélis e São José do Ubá; (parcialmente incluídos): Campos dos Goytacazes (**IU**), Porciúncula (**IU**), São João da Barra (**IU**) Varre-Sai (**IU**) e São Francisco de Itabapoana (**IU**).

Total de municípios: 17.

Total geral de municípios: 53



MRA-7 – Bacia do rio Itabapoana e zona costeira adjacente.

Abrangência espacial

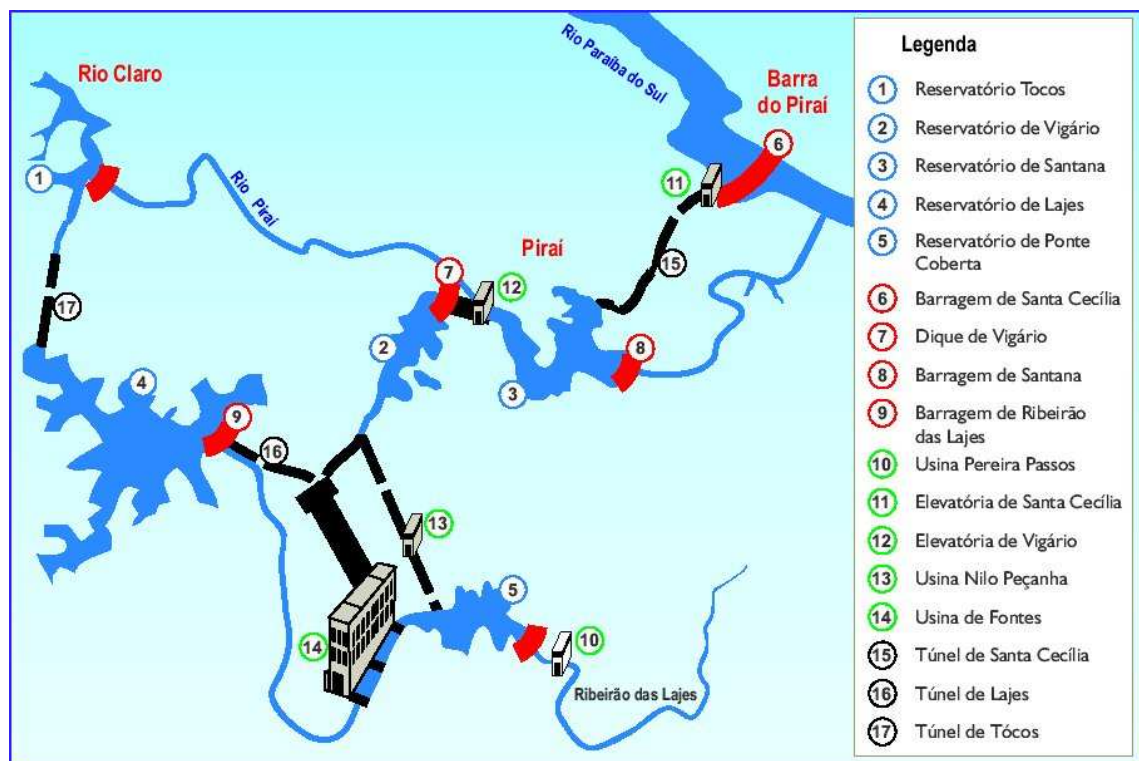
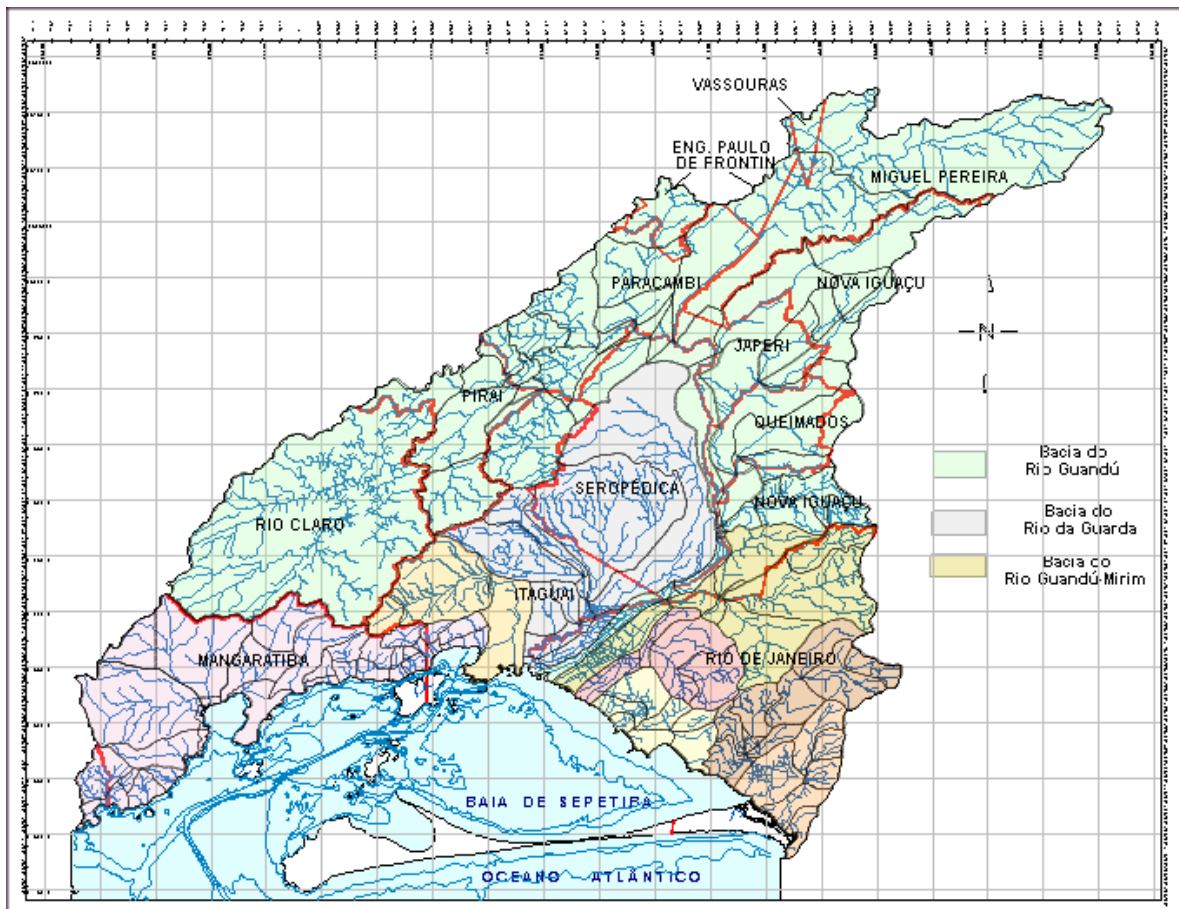
Setor terrestre: Bacia do rio Itabapoana em território fluminense, bem como as pequenas bacias situadas no litoral até os diversos divisores de água da MRA-6.

Setor costeiro (Zona costeira adjacente).

Municípios (integralmente incluído): Bom Jesus do Itabapoana;
(parcialmente incluídos): Campos dos Goytacazes (**FU**), São Francisco de Itabapoana (**FU**), Varre-Sai (**FU**) e Porciúncula (**FU**).

Total de municípios: 5

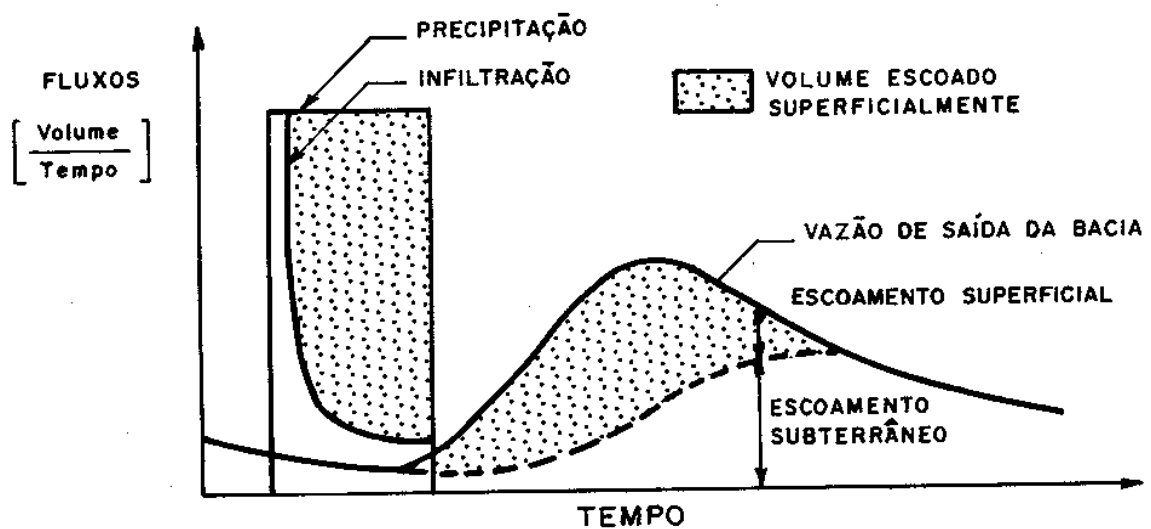
2.2.2 Bacia do Rio Guandu





Informações detalhadas referentes à bacia do Guandu podem ser obtidas junto ao seu Comitê → <http://www.comiteguandu.org.br/>

2.3 Resposta hidrológica de uma BH



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.

2.4 Manejo integrado de uma BH

- Envolve a elaboração de vários diagnósticos:
 - . Diagnóstico físico-conservacionista *
 - . Diagnóstico sócio-econômico *
 - . Diagnóstico ambiental *
 - . Diagnóstico da água
 - . Diagnóstico da vegetação
 - . Diagnóstico do solo
 - . Diagnóstico da fauna

- Os diagnósticos levantam todos os problemas da bacia, analisam os conflitos e indicam as soluções em todos os níveis, integrando conclusões e recomendações para a recuperação total do meio ambiente (são os prognósticos)

→ Diagnóstico físico-conservacionista

- Primeiro diagnóstico a ser elaborado devido a sua primordial importância
- Uso de técnicas de quantificação de retenção de águas das chuvas por infiltração, associada a vários fatores correlatos, tais como: limpeza dos cursos d'água, seleção de terras apropriadas para o reflorestamento, faixas de contenção, controle de áreas agrícolas e pastoris, todos os processos de conservação de solos, entre outras.
- **Objetivo geral:** coletar subsídios para se prognosticar a retenção e o controle das águas das chuvas nas sub-bacias hidrográficas, atuando-se em microbacias independentes.
- **Objetivos específicos:** a) fazer a distribuição espacial, em cartas apropriadas, das terras propícias à agricultura, aos reflorestamentos e às pastagens, recomendando as práticas gerais para cada caso; b) recomendar práticas visando a retenção das águas de chuvas; c) coletar informações para prognosticar o controle da erosão e os efeitos das secas e das enchentes; d) coletar subsídios para reduzir o assoreamento dos rios, lagos e barragens.

→ Diagnóstico sócio-econômico

- Elaboração de recomendações visando diminuir a deterioração sócio-econômica, resultando, por conseqüência, em uma melhoria do ambiente quanto às deteriorações física e ambiental.
- Pode-se fazer dois grupos de grandes levantamentos:
 - a) Levantamento a nível de produtor
 - b) Levantamento a nível municipal
- O levantamento a nível de produtor visa analisar a situação social, econômica e tecnológica da população do meio rural, no sentido de avaliar, por microbacia, a deterioração sócio-econômica das famílias ali residentes.

→ Diagnóstico ambiental

- Visa levantar todos os elementos da poluição direta do meio ambiente, para que se possa verificar o grau de deterioração das microbacias e recomendar, em projetos específicos, as práticas de “recuperação e preservação ambiental” condizentes em cada caso.

→ Diagnóstico da vegetação

- Visa verificar o que existe nas microbacias, em termos de vegetações, para se obter dados sobre a percentagem de cobertura, as espécies predominantes e sua distribuição espacial.

→ Diagnóstico da água

- Visa quantificar e qualificar as águas das microbacias.
- Permite o planejamento adequado do uso da água para diferentes atividades, tais como: abastecimento doméstico e industrial, projeto e construção de obras hidráulicas, irrigação, drenagem, regularização dos cursos d’água e controle de inundações, controle de poluição, navegação, aproveitamento hidrelétrico, recreação, preservação e desenvolvimento da vida aquática.
- Dados a serem levantados:
 - a) **Quantidade de água:** dados pluviométricos, fluviométricos, limimétricos, ocorrência e níveis de água subterrânea, conformação topográfica, cobertura vegetal, infiltração da água no solo, evaporação e uso atual da água.
 - b) **Qualidade de água:** avaliação qualitativa e quantitativa da poluição e contaminação dos corpos d’água.

→ Diagnóstico da fauna

- Tem a finalidade de avaliar todo o tipo de fauna aquática, terrestre e aérea existente em cada microbacia, identificando os tipos de “habitats” naturais, para que possam ser restabelecidos.

→ Diagnóstico do solo

- Tem a finalidade de mapear as unidades de solos nas microbacias, informar os níveis de fertilidade e acidez predominantes em cada unidade, para que se possa recomendar as mais adequadas técnicas de correção do solo, em função da cultura a ser introduzida, visando garantir uma produtividade maior e crescente, respeitando as técnicas conservacionistas.

2.4 Manejo integrado e gerenciamento

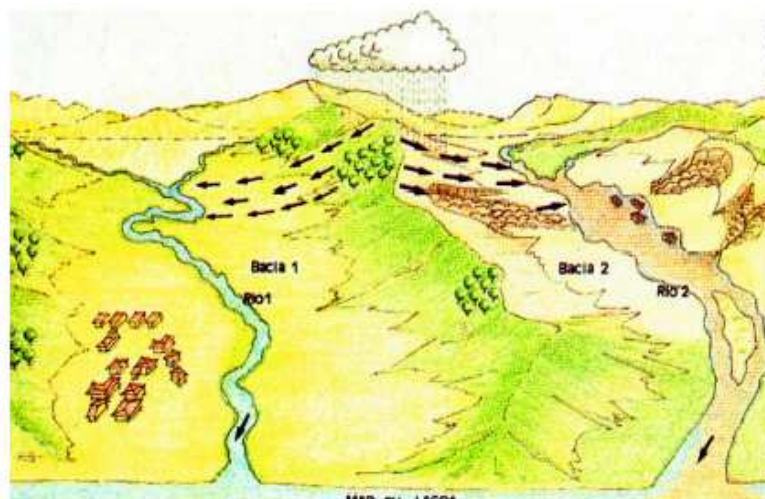
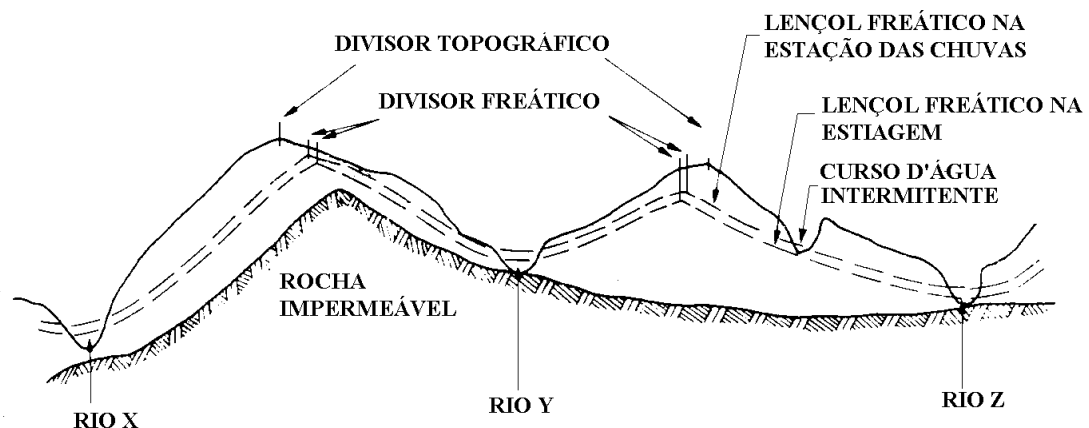
- O manejo integrado de uma BH refere-se às “partes técnica e científica” usadas na montagem e na execução do Projeto Integrado (realidades científicas das metodologias usadas na elaboração dos diagnósticos).
- O gerenciamento de uma BH refere-se às “partes administrativa e política” relativas ao Projeto Integrado.

2.5 Projeto integrado de manejo de BH

- Proposta educativa e corretiva para recuperar o meio ambiente deteriorado, sugerindo as melhores alternativas para a proteção e preservação da natureza.
- Visa melhorar substancialmente a qualidade de vida do homem e da sociedade, permitindo o uso científico contínuo dos recursos naturais.

2.6 Individualização da Bacia

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



2.7 Características físicas de uma BH

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

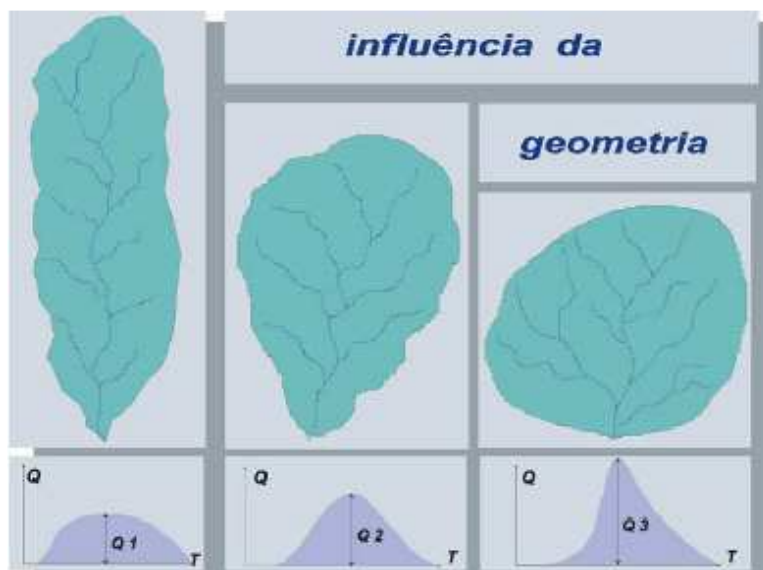
⇒ Tempo de Concentração: tempo que leva a água para percorrer a distância entre o ponto mais remoto da área e o ponto de deságue.

⇒ Coefficiente de Compacidade (k_c)

$$k_c = \frac{P}{2\pi r} \rightarrow k_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

⇒ Fator de Forma (k_f)

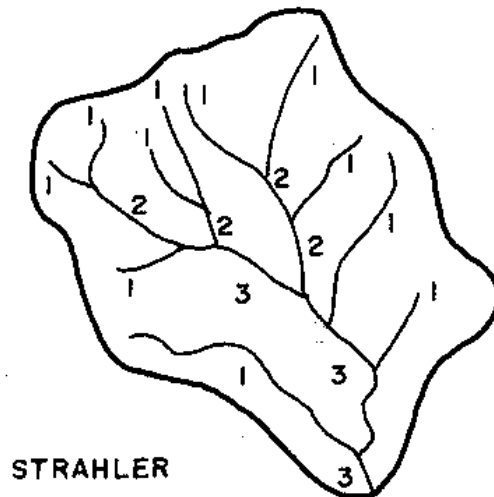
$$k_f = \frac{\text{Largura média}}{\text{Comprimento da bacia}}$$



c) SISTEMA DE DRENAGEM

⇒ Ordem dos Cursos d'água

- Reflete o grau de ramificação da rede de drenagem de uma bacia
- Critério mais utilizado: - **Strahler (1957):**



⇒ Densidade de Drenagem (D_d)

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

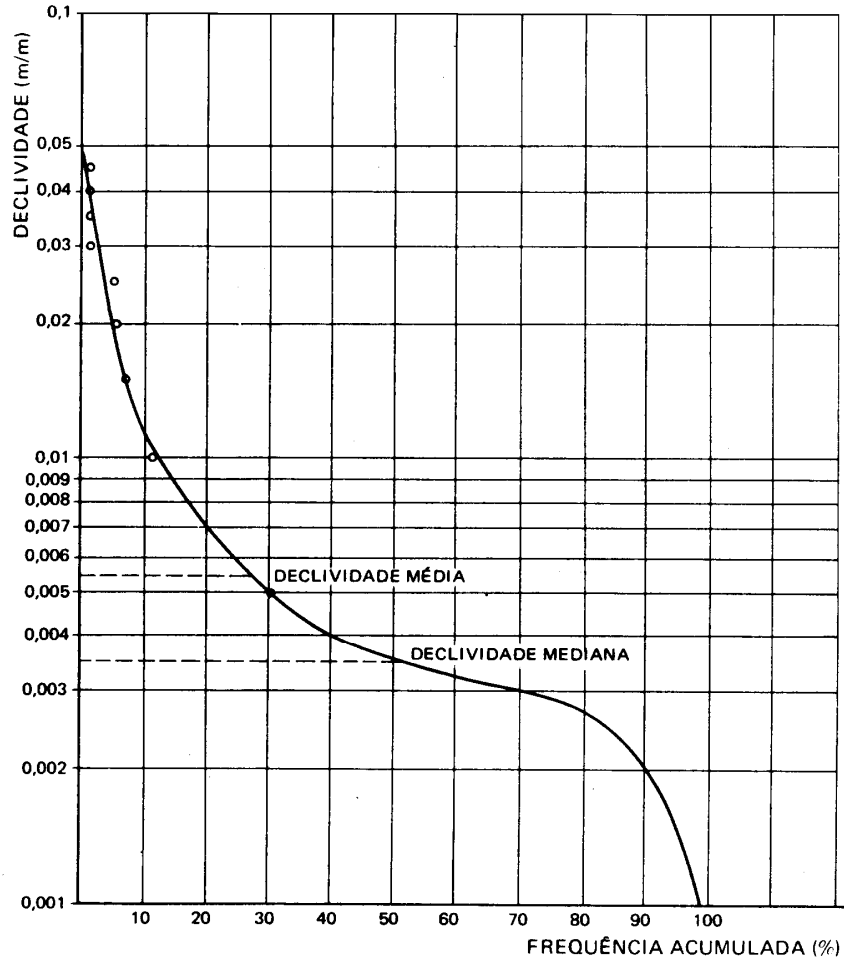
VILLELA e MATTOS → 0,5 km/km² (Bacias com drenagem pobre)
≥ 3,5 km/km² (Bacias excepcionalmente bem drenadas)

d) CARACTERÍSTICAS DO RELEVO DA BACIA

⇒ Declividade da Bacia

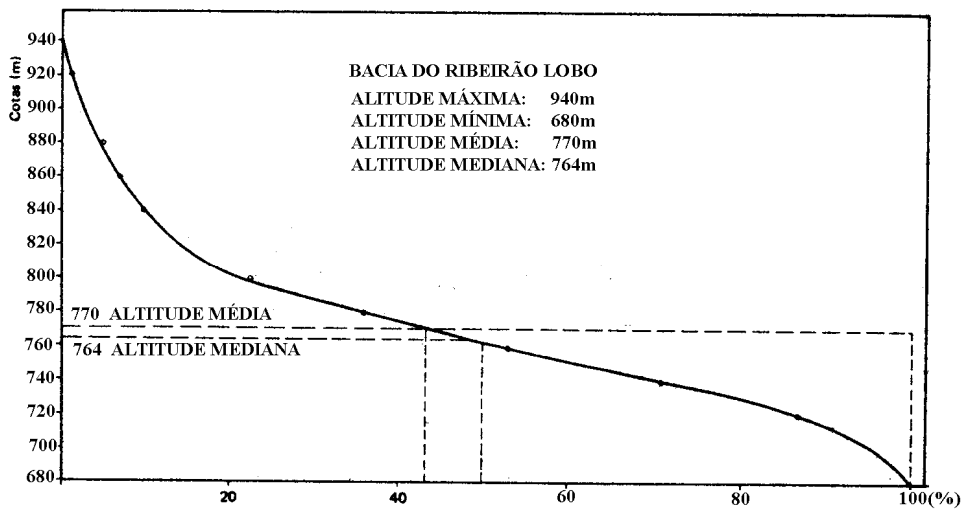
- Afeta a velocidade do escoamento superficial e, portanto, o valor da enchente máxima.

- 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.



⇒ [Curva Hipsométrica](#)

- Representação gráfica do relevo médio da bacia



⇒ Perfil Longitudinal do Curso D'água

