

CAPÍTULO 7. ESCOAMENTO SUPERFICIAL

7.1. Introdução

Das fases básicas do ciclo hidrológico, talvez a mais importante para o engenheiro seja a do **escoamento superficial**, que é a fase que trata da ocorrência e transporte da água na superfície terrestre, pois a maioria dos estudos hidrológicos está ligada ao aproveitamento da água superficial e à proteção contra os fenômenos provocados pelo seu deslocamento.

No capítulo 2, foi discutido que a existência da água nos continentes é devida à precipitação. Assim, da precipitação que atinge o solo, parte fica retida quer seja em depressões quer seja como película em torno de partículas sólidas. Do excedente da água retida, parte se infiltra e parte escoam superficialmente. Pode ocorrer que a água infiltrada venha, posteriormente, aflorar na superfície como fonte para novo escoamento superficial.

O escoamento superficial abrange desde o excesso de precipitação que ocorre logo após uma chuva intensa e se desloca livremente pela superfície do terreno, até o escoamento de um rio, que pode ser alimentado tanto pelo excesso de precipitação como pelas águas subterrâneas.

7.2. Fatores que Influenciam no Escoamento Superficial

Os fatores podem ser de natureza climática, relacionados à precipitação ou de natureza fisiográfica ligados às características físicas da bacia.

Dentre os fatores climáticos destacam-se a intensidade e a duração da precipitação, pois quanto maior a intensidade, mais rápido o solo atinge a sua capacidade de infiltração provocando um excesso de precipitação que escoará superficialmente. A duração também é diretamente proporcional ao escoamento, pois para chuvas de intensidade constante, haverá maior oportunidade de escoamento quanto maior for a duração. Outro fator climático importante é o da precipitação antecedente, pois uma precipitação que ocorre quando o solo está úmido devido a uma chuva anterior, terá maior facilidade de escoamento.

Dentre os fatores fisiográficos os mais importantes são a área, a forma, a permeabilidade e a capacidade de infiltração, e a topografia da bacia.

A influência da área é clara, pois sua extensão está relacionada à maior ou menor quantidade de água que ela pode captar. No capítulo 3 foi visto que a área é o elemento básico para o estudo das demais características físicas, que também foram descritas neste capítulo.

A permeabilidade do solo influi diretamente na capacidade de infiltração, ou seja, quanto mais permeável for o solo, maior será a quantidade de água que ele pode absorver, diminuindo assim a ocorrência de excesso de precipitação.

Outros fatores importantes são as obras hidráulicas construídas nas bacias, tal como uma barragem que, acumulando a água em um reservatório, reduz as vazões máximas do escoamento superficial e retarda a sua propagação. Em sentido contrário, pode-se retificar um rio aumentando a velocidade do escoamento superficial.

7.3. Grandezas que Caracterizam o Escoamento Superficial

7.3.1. Vazão (Q)

A vazão, ou volume escoado por unidade de tempo, é a principal grandeza que caracteriza um escoamento. Normalmente é expressa em metros cúbicos por segundo ($m^3.s^{-1}$) ou em litros por segundo ($L.s^{-1}$).

a) vazão média diária

É a média aritmética das vazões ocorridas durante o dia (quando se dispõe de aparelho registrador – linígrafo, Figura 31); o mais comum é a média das vazões das 7 e 17 horas (horas de leitura do nível da água – linímetro, Figura 31).

b) vazão específica

Vazão por unidade de área da bacia hidrográfica; $m^3.s^{-1}.km^{-2}$, $L.s^{-1}.km^{-2}$, $L.s^{-1}.ha^{-1}$. É uma forma bem potente de expressar a capacidade de uma bacia em produzir escoamento superficial e serve como elemento comparativo entre bacias.

É comum ter-se como dados que caracterizam uma bacia, as vazões máximas, médias, mínimas, Q_{7-10} , $Q_{95\%}$, em intervalos de tempo tais como hora, dia mês e ano.

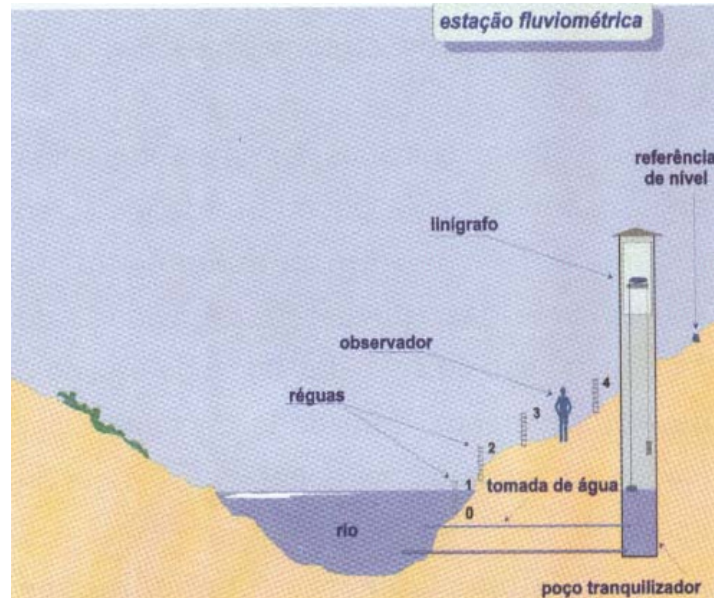


Figura 31 - Estação Fluviométrica com réguas linimétricas e linígrafo.

7.3.2. Coeficiente de Escoamento Superficial (C)

Coeficiente de escoamento superficial, ou coeficiente runoff, ou coeficiente de deflúvio é definido como a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado. Este coeficiente pode ser relativo a uma chuva isolada ou relativo a um intervalo de tempo onde várias chuvas ocorreram.

$$C = \frac{\text{volume total escoado}}{\text{volume total precipitado}}$$

Conhecendo-se o coeficiente de deflúvio para uma determinada chuva intensa de uma certa duração, pode-se determinar o escoamento superficial de outras precipitações de intensidades diferentes, desde que a duração seja a mesma.

O quadro seguinte apresenta valores do coeficiente de escoamento (C), em função do tipo de solo, declividade e cobertura vegetal.

Declividade (%)	Solo Arenoso	Solo Franco	Solo Argiloso
Florestas			
0 - 5	0,10	0,30	0,40
5 - 10	0,25	0,35	0,50
10 - 30	0,30	0,50	0,60
Pastagens			
0 - 5	0,10	0,30	0,40
5 - 10	0,15	0,35	0,55
10 - 30	0,20	0,40	0,60
Terras cultivadas			
0 - 5	0,30	0,50	0,60
5 - 10	0,40	0,60	0,70
10 - 30	0,50	0,70	0,80

7.3.3. Tempo de Concentração (tc)

Como definido anteriormente, o tc mede o tempo gasto para que toda a bacia contribua para o escoamento superficial na seção considerada.

O tempo de concentração pode ser estimado por vários métodos, os quais resultam em valores bem distintos. Dentre eles, destacam-se:

- Método Gráfico

Consiste em traçar trajetórias perpendiculares as curvas de nível de diferentes pontos dos divisores até a seção de controle.

$$tc = \sum tp_{\max}$$

em que:

t_c = tempo de concentração, em s; e

t_p = tempo de percurso, em s.

$$t_p = \frac{L}{v}$$

em que:

L = comprimento do trajetória do escoamento, em m; e

v = velocidade de escoamento, em $m \cdot s^{-1}$.

$$v = f \cdot \sqrt{I}$$

em que:

f = fator de escoamento em função do tipo de superfície (anexo 3); e

I = declividade das trajetórias, em %.

- Equação de Kirpich

$$t_c = \left(0,87 \frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

em que:

t_c = tempo de concentração, em h;

L = comprimento do talvegue principal, em km; e

H = desnível entre a parte mais elevada e a seção de controle, em m.

- Equação de Ventura

$$t_c = 0,127 \sqrt{\frac{A}{I}}$$

em que:

A = área da bacia, em km²; e

I = declividade média do curso d'água principal, em m/m.

- Equação de Pasini

$$t_c = 0,107 \frac{\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{I}}$$

- Equação de Giandoti

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{H_m - H_o}}$$

em que:

H_m = elevação média , em m; e

H_o = elevação na seção de controle, em m.

Os valores de t_c obtidos por estas equações diferem entre si. A equação mais utilizada tem sido a de Kirpich e o motivo se evidencia pelo fato de que normalmente ela fornece valores menores para t_c , o que resulta numa intensidade de chuva maior, por conseqüência, uma maior vazão de cheia.

7.3.4. Tempo de Recorrência (T)

É o período de tempo médio em que um determinado evento (neste caso, vazão) é igualado ou superado pelo menos uma vez. A recomendação do número de anos a ser considerado é bastante variada: alguns autores recomendam período de retorno de 10 anos, para projetos de conservação de solos. Outros recomendam o período de retorno de 10 anos somente para o dimensionamento de projetos de saneamento agrícola, em que as enchentes não trazem prejuízos muito expressivos. E ainda, para projetos em áreas

urbanas ou de maior importância econômica, recomenda-se utilizar o período de retorno de 50 ou 100 anos.

7.3.5. Nível de Água (h)

Uma das medidas mais fáceis de serem realizadas em um curso d'água é expressa em metros e se refere à altura atingida pelo nível d'água em relação a um nível de referência.

Normalmente as palavras cheia e inundação estão relacionadas ao nível d'água atingido. Denominar-se-á **cheia** a uma elevação normal do curso d'água dentro do seu leito, e **inundação** à elevação não usual do nível, provocando transbordamento e possivelmente prejuízos.

7.4. Métodos de Estimativa do Escoamento Superficial

Os métodos de estimativa do escoamento superficial podem ser divididos em quatro grupos conforme a seguir:

a) Medição do Nível de Água

- É o mais preciso;
- Requer vários postos fluviométricos

b) Modelo Chuva-Vazão Calibrados

- Boa precisão
- Métodos baseados na hidrógrafa (Hidrograma Unitário)

c) Modelo Chuva-Vazão Não Calibrado

- Média precisão
- Métodos baseados no método racional

d) Fórmulas Empíricas

- Baixa precisão
- Meyer, Gregory, etc.

7.4.1. Medição do Nível de Água

A estimativa do escoamento superficial por meio de medição do nível de água é realizada em postos fluviométricos, onde a altura do nível de água é obtida com auxílio das réguas linimétricas (Figura 32) ou por meio dos linígrafos (Figura 33). De posse das alturas pode-se estimar a vazão em uma determinada seção do curso d'água por meio de uma curva-chave. A esta curva relaciona uma altura do nível do curso d'água, a uma vazão, conforme Figura 34.

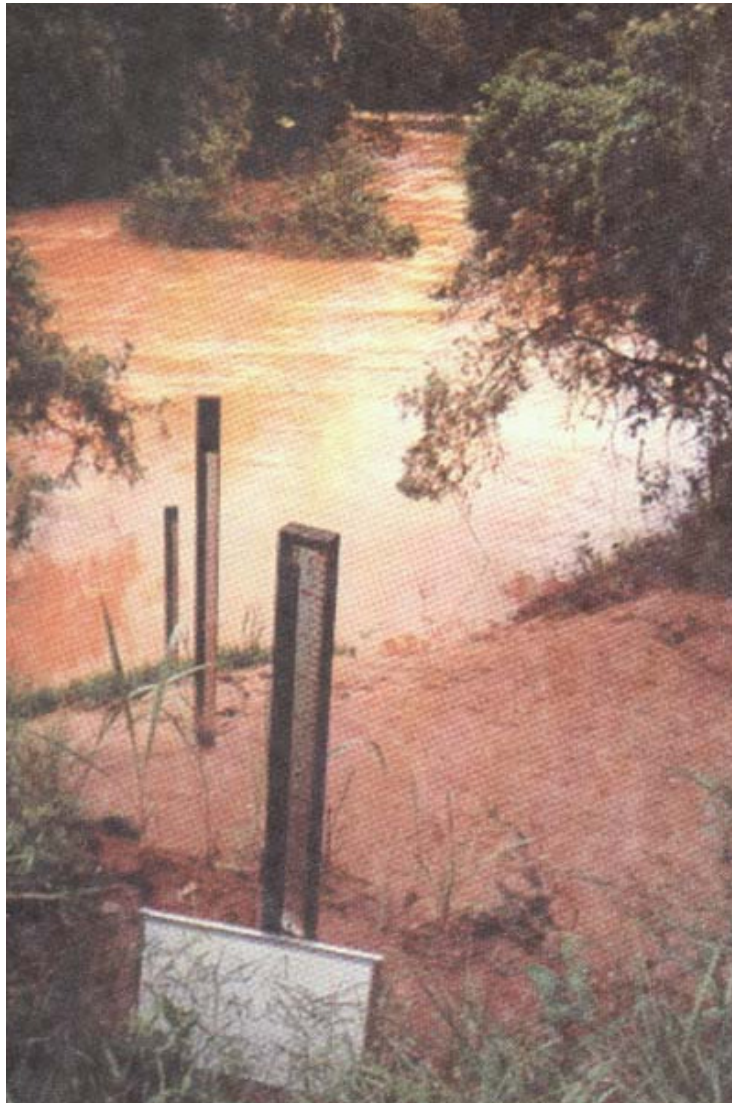


Figura 32 – Réguas Linimétricas.



Figura 33 – Linígrafo.

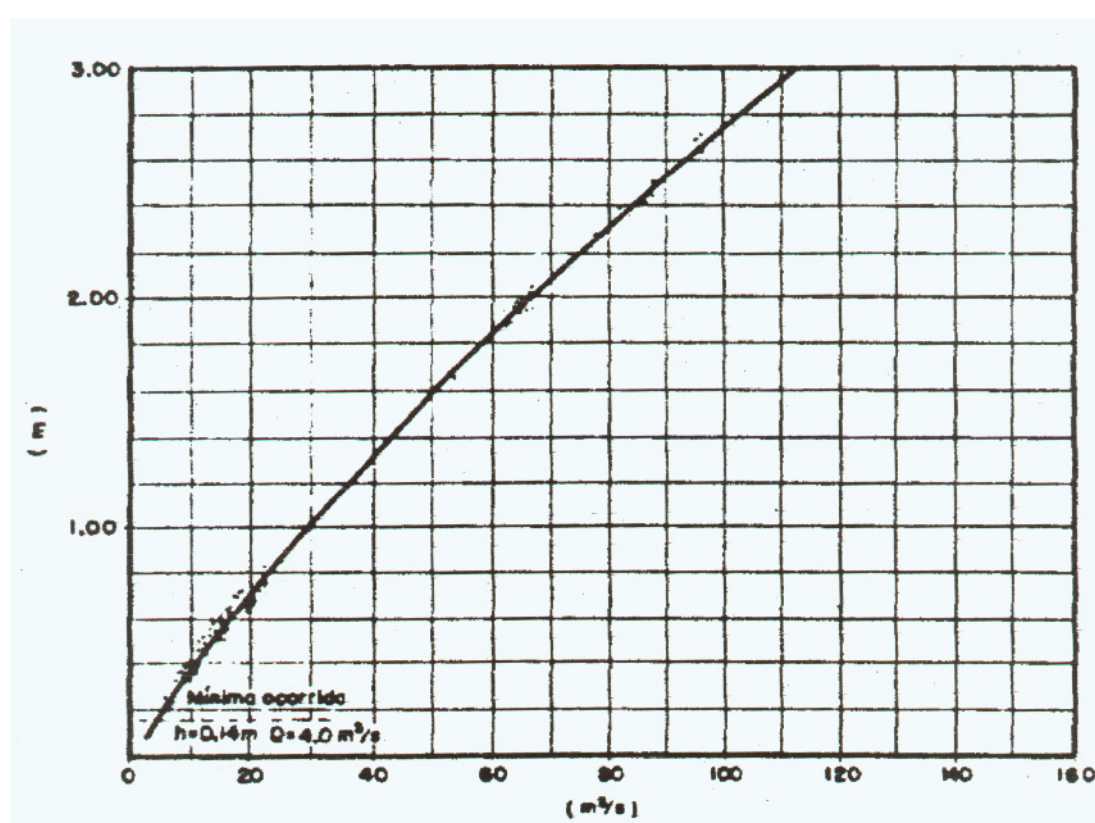


Figura 34 – Curva-Chave.

A escolha do local de instalação dos postos fluviométricos, não segue uma regra geral, porém deve-se atentar para os seguintes detalhes: instalação num trecho retilíneo, com uma seção transversal onde a velocidade do fluxo é, se possível, estável a qualquer cota, tanto em estiagem como em cheia; deve existir a jusante uma seção de controle estável que permita manter idênticas as condições de escoamento ao longo do tempo (em pequenos rios, se essa seção não existir, pode ser construída). Em geral, é muito difícil achar o local ideal e a escolha de uma estação fluviométrica obedece a outras considerações: proximidade de um possível observador; acesso; lugar de obras projetadas; existência de uma ponte que pode ser usada para medir as vazões; etc.

7.4.2. Modelos Chuva-Vazão Calibrados

7.4.2.1. Método do Hidrograma

Hidrógrafa, Hidrograma, ou Fluviograma é a representação gráfica da variação da vazão em relação ao tempo. Um hidrograma mostrando as vazões médias diárias para um ano é mostrado na Figura 35.

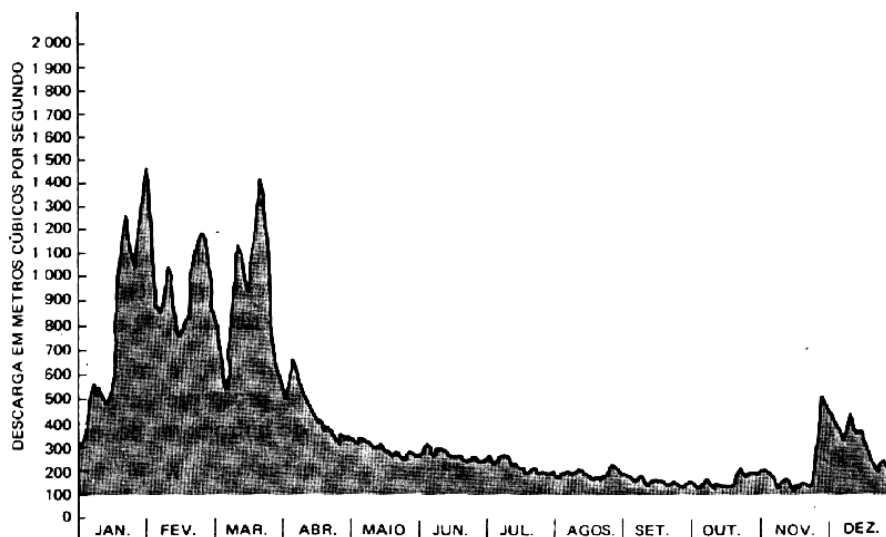


Figura 35 – Registros de descargas diárias (Usina Barra Bonita – rio Tietê).

Isolando-se picos do hidrograma podem-se analisar alguns fenômenos de interesse em Hidrologia. Na Figura seguinte é apresentado o ietograma

(hidrógrafa de uma chuva isolada) de uma precipitação ocorrida na bacia e a curva de vazão correspondente registrada em uma seção de um curso d'água.

A contribuição total para o escoamento na seção considerada é devido:

- à precipitação recolhida diretamente pela superfície livre das águas;
- ao escoamento superficial direto (incluindo o escoamento subsuperficial);
- ao escoamento básico (contribuição do lençol de água subterrânea).

Analisando-se a Figura 36 (hidrógrafa), é possível distinguir quatro trechos distintos. O primeiro, até o ponto A, em que o escoamento é devido unicamente à contribuição do lençol freático (escoamento subterrâneo ou de base) e por causa disto, a vazão está decrescendo. O segundo trecho é devido à contribuição da parcela de precipitação que excede à capacidade de infiltração. Há a formação do escoamento superficial direto o qual promove aumento da vazão à medida que aumenta a área de contribuição para o escoamento.

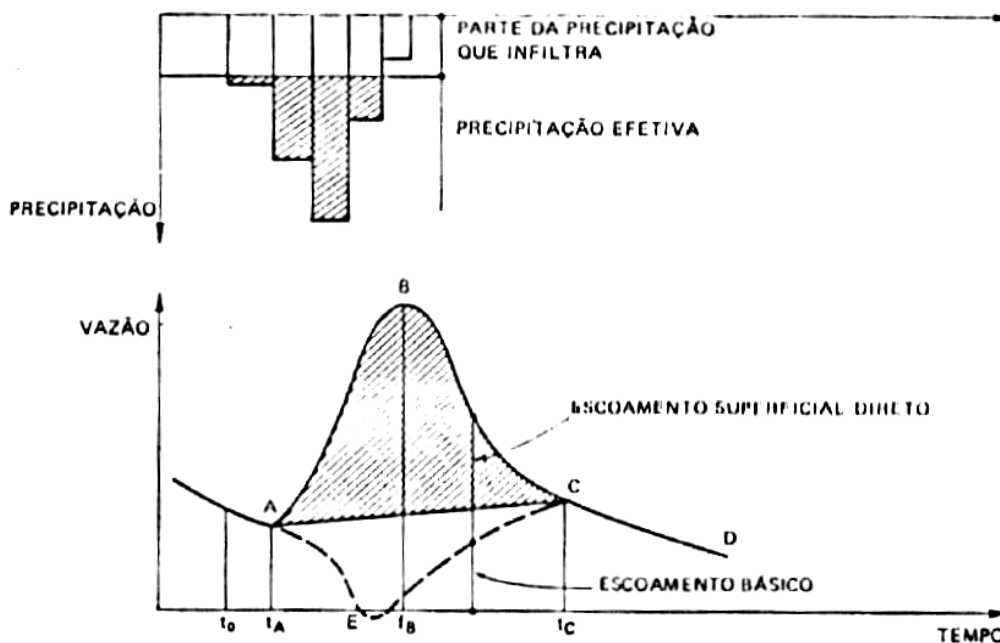


Figura 36 – Ietograma e Hidrografa de uma chuva isolada.

Se a chuva tiver duração suficiente para permitir que toda a área da bacia hidrográfica contribua para a vazão na seção de controle, atinge-se no ponto B, o valor máximo para a vazão resultante da precipitação sob análise (vazão de pico).

Mesmo que toda a área da bacia não contribua para a vazão, o ponto B é um máximo da hidrógrafa, porém não representando a condição crítica. Caso a chuva tenha duração superior ao tempo de concentração da bacia, a hidrógrafa tenderá a um patamar, com flutuações da intensidade de precipitação.

Neste trecho AB, há a contribuição simultânea dos escoamento superficial e de base, chamado também de trecho de ascensão do escoamento superficial direto.

No trecho BC, devido à chuva já haver terminado, reduz-se gradualmente a área de contribuição do escoamento superficial. É o chamado trecho de depleção do escoamento superficial direto, o qual se encerra no ponto C.

No trecho após o ponto C, volta-se novamente a se ter apenas a contribuição do escoamento de base, o qual é chamado de curva de depleção do escoamento de base.

De modo diferente, pode-se explicar da seguinte maneira: iniciada a precipitação, parte é interceptada pela vegetação e obstáculos e retida nas depressões até preenchê-las completamente, parte se infiltra no solo suprindo a deficiência de umidade. Esta parte corresponde ao intervalo de tempo t_0 a t_A na Figura anterior.

Uma vez excedida a capacidade de infiltração do solo, inicia-se o escoamento superficial direto, ponto A no hidrograma. A vazão, então, aumenta até atingir um máximo, ponto B, quando toda a bacia estiver contribuindo. A duração da precipitação é menor ou igual ao intervalo de tempo t_0 a t_B . Terminada a precipitação, o escoamento superficial prossegue durante certo tempo e a curva de vazão vai diminuindo. Ao trecho BC do hidrograma denomina-se curva de depleção do escoamento superficial.

Mas além do escoamento superficial direto, o curso d'água recebe uma contribuição do lençol subterrâneo, o qual tem uma variação devida à parte da precipitação que se infiltra.

Na Figura 37 é mostrada a seção transversal do curso d'água e a relação entre o aumento da vazão e a elevação do lençol.

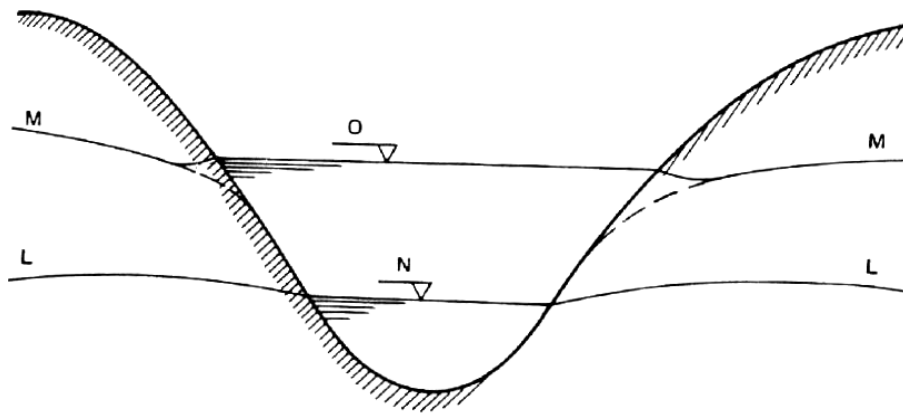


Figura 37 – Ilustração do curso d'água e lençol freático.

No início da precipitação, o nível da água no curso d'água e no lençol estavam na posição N e LL devido à água infiltrada, e após suprida a deficiência de umidade no solo, o nível do lençol cresce até atingir a posição MM. Ao mesmo tempo em razão do escoamento superficial, o nível d'água passa de N para O. Para as grandes enchentes pode ocorrer uma inversão temporária do escoamento, ou seja, a elevação do nível do curso d'água superar a correspondente elevação do lençol, fazendo com que a água flua do rio para o lençol. No hidrograma anterior, a linha tracejada AEC representa a contribuição da água do lençol subterrâneo ao curso d'água.

A separação do hidrograma em escoamento superficial direto e escoamento básico é muito importante para o estudo das características hidrológicas da bacia e para alguns métodos de previsão de enchente. Embora a linha AEC seja a mais correta para separar os escoamentos, ela é de difícil determinação e para todos os fins práticos utiliza-se a reta AC. O ponto A é facilmente determinado, pois corresponde a uma mudança brusca na inclinação da curva de vazão, representando o início do escoamento superficial. O ponto C, de mais difícil determinação, normalmente é tomado no ponto de máxima curvatura, sendo que o período de tempo entre o ponto B (pico do hidrograma) e o ponto C, é sempre igual a número inteiro de dias.

A determinação do volume escoado superficialmente é feita por planimetria da área hachurada ABCA e, uma vez determinada e conhecendo-se o total precipitado, pode-se calcular o coeficiente de escoamento superficial (C):

Dividindo-se o volume total escoado pela área da bacia, determina-se a precipitação efetiva, ou excesso de precipitação (parte hachurada no ietograma).

O **volume escoado superficialmente (VESD)**, corresponde à área compreendida entre o trecho de reta AC e a hidrógrafa. Para avaliá-la deve-se utilizar qualquer processo de aproximação como o é a integração numérica, com base por exemplo, na regra dos trapézios, cuja aplicação resulta:

$$\text{VESD} = \Delta t \left(\frac{Q_1 + Q_n}{2} + \sum_{i=2}^{n-1} Q_i \right),$$

desde que Δt seja constante. Deve-se utilizar para Δt a mesma unidade de tempo da vazão.

O valor encontrado para VESD pode ser transformado em lâmina escoada ou precipitação efetiva (Pe) por meio de:

$$Pe = \frac{\text{VESD}}{A_{BH}}$$

em que:

Pe = precipitação efetiva, em m;

VESD = volume escoado superficialmente direto, em m^3 ; e

A_{BH} = área da bacia hidrográfica, em m^2 .

Exemplo: separação de escoamento, cálculo do VESD, da precipitação efetiva e do coeficiente de escoamento superficial (deflúvio). Da planilha observa-se que o ponto A, corresponde ao tempo de 48 horas e o ponto C, com tempo de 132 horas. Isto porque K (razão entre as vazões) alterou-se de 0,94 para 0,88. Portanto, a reta AC, passa pelos pontos (48; 11,1) e (132; 20,5). A partir do hidrograma e do ietograma fornecidos a seguir, relativos a uma bacia de 400 km^2 de área, separar o escoamento subterrâneo do superficial, e calcular:

- a) o volume escoado superficialmente;
- b) precipitação efetiva;
- c) coeficiente de deflúvio;

Tempo (h)	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12
Intens. prec. (mm/h)	5	8	8	8	5	5
Lâmina preci. (mm)	10	16	16	16	10	10

	Tempo (h)	Vazão m ³ /s	K	Q _{subterrâneo} m ³ /s	Q _{superficial} m ³ /s
	0	11,32	---	11,32	
	24	11,21		11,21	
A	48	11,1		11,1	0
	54	17,2		11,8	5,4
	60	28,0		12,4	15,6
	66	42,0		13,1	28,9
	72	57,0		13,9	43,1
B	78	64,5		14,5	50,0
	84	53,0		15,1	37,9
	90	48,6		15,8	32,2
	96	44,4		16,5	27,9
	102	35,6		17,1	18,5
	108	29,9		17,8	12,1
	114	27,8		18,5	9,3
	120	26,2		19,2	7,0
	126	23,2	0,88	19,8	3,4
C	132	20,5	0,94	20,5	0
	138	19,2	0,94	19,2	
	144	18,1	0,94	18,1	
	150	17,0	0,94	17,0	
	156	16,0	0,94	16,0	
	162	15,0	0,94	15,0	
	168	14,1		14,1	
					Σ = 291,9

7.4.2.2. Método do Hidrograma Unitário

Hidrograma Unitário é o hidrograma resultante de um escoamento superficial unitário (1 mm, 1cm, 1 polegada) gerado por uma chuva uniforme distribuída sobre a bacia hidrográfica, com intensidade constante de certa duração.

Para uma dada duração de chuva, o hidrograma constitui uma característica própria da bacia; ele reflete as condições de deflúvio para o desenvolvimento da onda de cheia. Neste curso não será abordado com mais propriedade esse tópico.

7.4.3. Modelos Chuva-Vazão Não Calibrados

7.4.3.1. Método Racional

A estimativa da vazão do escoamento produzido pelas chuvas em determinada área é fundamental para o dimensionamento dos canais coletores, interceptores ou drenos. Existem várias equações para estimar esta vazão, sendo muito conhecido o uso da equação racional.

Método desenvolvido pelo irlandês Thomas Mulvaney, 1851. Seu uso é limitado a pequenas áreas (até 80 ha). Este método é utilizado quando se tem muitos dados de chuva e poucos dados de vazão.

A equação racional estima a vazão máxima de escoamento de uma determinada área sujeita a uma intensidade máxima de precipitação, com um determinado tempo de concentração, a qual é assim representada:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

em que:

Q = vazão máxima de escoamento, em $m^3 \cdot s^{-1}$;

C = coeficiente de runoff;

I = intensidade média máxima de precipitação, em mm.h⁻¹.

A = área de contribuição da bacia, em ha.

Obs.: Limitações e premissas da fórmula racional.

- 1) Não considera o tempo para as perdas iniciais.
- 2) Não considera a distribuição espacial da chuva.
- 3) Não considera a distribuição temporal da chuva.
- 4) Não considera o efeito da intensidade da chuva no coeficiente C.
- 5) Não considera o efeito da variação do armazenamento da chuva.
- 6) Não considera a umidade antecedente no solo.
- 7) Não considera que as chuvas mais curtas eventualmente podem dar maior pico.
- 8) A fórmula racional só pode ser aplicada para áreas até 80 ha.

7.4.3.2 Método Racional Modificado

Este método deve ser utilizado para áreas maiores que 80 ha até 200 ha.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360} \cdot D$$

$$D = 1 - 0,009 \cdot \frac{L}{2}$$

em que:

L = comprimento axial da bacia, km.

7.4.3.3. Método de I - Pai - Wu

Método desenvolvido em 1963 sendo aplicado a áreas maiores que 200 ha até 20.000 ha.

$$Q = \frac{C^* \cdot I \cdot A^{0,90}}{360} \cdot K$$

$$C^* = \left(\frac{2}{1+F} \right) \cdot \frac{C}{\left(\frac{4}{2+F} \right)}$$

$$F = \frac{L}{\sqrt{\frac{A}{\pi}}}$$

em que :

F = fator de ajuste relacionado com a forma da bacia;

L = comprimento axial da bacia, em km;

A = área da bacia, em ha; e

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva (anexo 4).

7.4.4. Fórmulas Empíricas

A estimativa por meio de fórmulas empíricas, deve ser utilizada somente na impossibilidade do emprego de outra metodologia. A utilização das fórmulas empíricas é principalmente alvo de estudos de previsão de enchentes.

7.5. Exercícios

1) Calcular o tempo de concentração pelas quatro equações apresentadas:

- Área da bacia: 38,8 km²;
- Comprimento do talvegue: 15 km;
- Altitude média: 1133 m;
- Altitude da seção de controle: 809 m;
- Declividade média da bacia: 0,022 m/m;
- Elevação máxima: 1480 m.

2) Estimar a vazão de um extravasor para uma barragem de terra, sobre um córrego cuja área de drenagem é $0,7 \text{ km}^2$, sabendo-se que, o talvegue principal possui $4,5 \text{ km}$ de extensão e o desnível entre a cabeceira e a seção da barragem é de 60 m . A área está ocupada da seguinte forma: 50% com pastagem, 30% com culturas anuais e 20% com florestas. A declividade média da bacia é de 9,5% e o solo é de textura média.

A barragem terá uma vida útil estimada em 30 anos e admite-se um risco de colapso de 10%. A equação da chuva intensa para a região é:

$$i = \frac{99T^{0.217}}{(t + 26)^{1.15}}$$

para $i = \text{mm/min}$; $T = \text{anos}$, $t = \text{min}$.

3) Com os dados de vazão medidos na seção de controle de uma bacia hidrográfica (tabela abaixo), calcular o volume de escoamento superficial.

Tempo (h)	Vazão m^3/s	K	$Q_{\text{subterrâneo}}$	$Q_{\text{superficial}}$
0	20,2			
6	19,8			
12	19,6			
18	19,0			
24	23,6			
30	26,7			
36	32,5			
42	31,8			
48	30,8			
54	29,5			
60	29,0			
66	28,2			
72	27,2			
78	26,2			
84	23,9			
90	23,4			
96	22,9			
102	22,5			
108	22,1			

4) (Questão 10 do Concurso Público da ANA 2002 - Certo ou Errado) Assinale as alternativas abaixo:

- a) (item 3) A “curva-chave” é a representação gráfica da relação cota-descarga em uma seção transversal de um curso d’água.
- b) (item4) a integral de um fluviograma define a vazão média escoada no período.

5) (Questão 19 do Concurso Público da ANA 2002) Considerando a cobertura vegetal em uma bacia hidrográfica, indique a afirmativa INCORRETA:

- a) O reflorestamento das encostas de uma bacia hidrográfica tende a aumentar o tempo de concentração da bacia.
- b) O reflorestamento dos terrenos tende a diminuir o coeficiente de runoff das chuvas.
- c) O reflorestamento dos terrenos tende a diminuir a capacidade de infiltração das bacias e aumentar o potencial erosivo das chuvas.
- d) A urbanização dos vales fluviais tende a aumentar a produção de escoamento superficial das chuvas intensas e o tempo de concentração das bacias.
- e) A urbanização de uma bacia hidrográfica tende a reduzir as taxas naturais de recarga subterrânea por infiltração de chuva.

7) (Questão 07 do Provão de 1996 de Engenharia Civil) Você foi chamado para analisar e atualizar um projeto de canalização de um rio, a jusante de uma região que se desenvolveu muito nos últimos 20 anos, em função da extração de madeira de suas florestas e da implantação de uma agropecuária intensiva. O projeto foi elaborado nos anos 70 e utilizou os dados pluviométricos e fluviométricos do período de 1950 a 1970. Atualmente, os dados abrangem desde 1950 a 1995. Após ter analisado estatisticamente os dados pluviométricos e fluviométricos disponíveis a respeito da bacia, você observou que:

* tanto os valores pluviométricos do período de 1950 a 1970 (projeto original) como os valores pluviométricos da atualização do projeto (1950 a 1995) possuem uma mesma tendência, ou seja, a probabilidade de ocorrência de um certo valor continua praticamente a mesma, independente do tamanho da amostra.

* os valores fluviométricos no tocante às vazões apresentam uma tendência diferente. Os valores obtidos para um mesmo tempo de recorrência para o período de 1950 a 1970 (projeto original) são inferiores aos obtidos para o período de 1950 a 1995 (atualização do projeto).

a) Quando você for redigir o relatório, quais serão os seus argumentos para explicar a diferença de vazão encontrada entre o projeto original e a atualização do projeto?

8) Comente sobre os métodos de estimativa do escoamento superficial.