

Módulo B - ESCOAMENTO

- I – BALANÇO HÍDRICO
- II – PERDAS
- III – MEDIDAS DO ESCOAMENTO
- IV – CURVA DE DESCARGA
- V – SEPARAÇÃO DO ESCOAMENTO



I - BALANÇO HÍDRICO

MB.01. Estudos realizados na bacia do "Alto Iguaçu" mostram que o coeficiente de **escoamento superficial** na região é da ordem de 30%. Este coeficiente representa a relação entre o volume que escoou pela exutória da bacia e o volume precipitado. Em 1986 o total precipitado foi 1230 mm. Despreze a variação no volume armazenado na bacia.

- Calcule a vazão **média anual em 1986** na seção do rio Iguaçu logo à jusante da confluência dos rios Palmital e Iraí (veja figura).
- Apresente sua resposta nas seguintes unidades: m^3/s e l/s.km^2 .

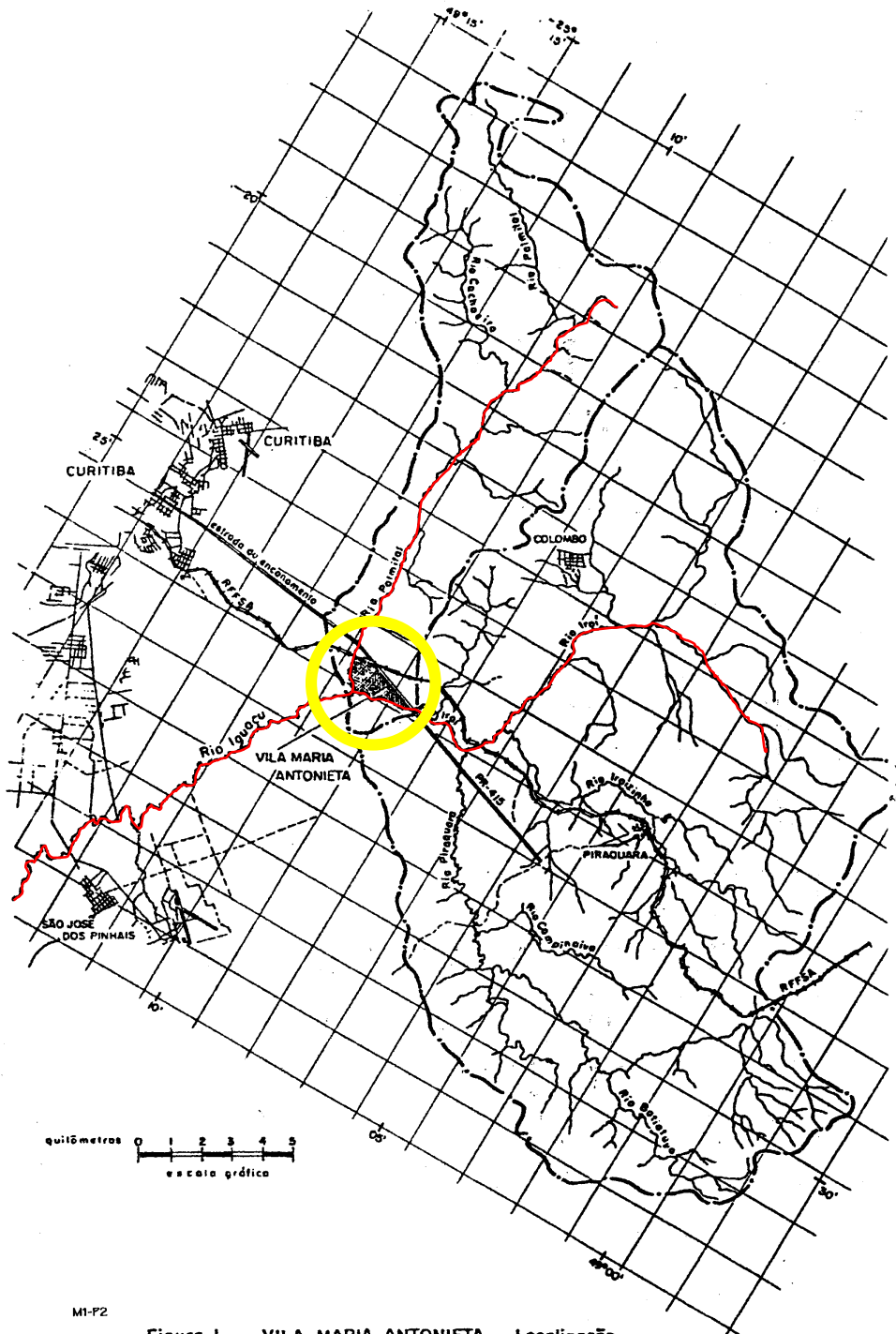


Figura I – VILA MARIA ANTONIETA – Localização

MB.02. Uma bacia hidrográfica de 25 km^2 de área recebe uma precipitação média anual de 1200 mm. Considerando que as perdas médias anuais por evapotranspiração valem 800 mm, determinar a **vazão média** de longo período na exutória, em m^3/s .

MB.03. Deduzir uma fórmula que expresse a nova **vazão média** de longo período que a bacia hidrográfica da questão anterior produzirá depois da implantação de um reservatório que inunda $x \text{ km}^2$.

MB.04. Em uma bacia hidrográfica a precipitação média anual é de 1500 mm e as perdas por evapotranspiração valem 1000 mm. Qual é a **vazão específica**, na exutória da bacia, em l/s.km^2 ?

MB.05. Qual será a nova **vazão específica**, no caso da questão anterior, se for implantado um reservatório que inunde 15% da área total, sujeito a taxas de evaporação anual da ordem de 1200 mm ?

MB.06. A vazão específica média de longo período de uma bacia hidrográfica era, antes da implantação de um reservatório, 19 l/s.km^2 . Depois da implantação do reservatório, passou a ser de 18 l/s.km^2 . Sabendo que a precipitação média anual é de 1500 mm, e que a evaporação calculada pela fórmula de Penman vale, em média, 1000 mm por ano, calcular a **percentagem da área** da bacia que foi inundada pelo reservatório.

MB.07. Determinar a **área de uma bacia hidrográfica**, sabendo que a precipitação média anual é de 1300 mm, as perdas médias anuais por evapotranspiração são de 850 mm e a vazão média de longo período na exutória da bacia é de $30 \text{ m}^3/\text{s}$.

MB.08. Em uma pequena bacia hidrográfica o total precipitado no ano passado foi de 1326 mm e as perdas por evapotranspiração foram avaliadas em 875 mm. Para uma vazão média anual na exutória de $14,3 \text{ l/s.km}^2$, determinar a **área da bacia hidrográfica**.

MB.09. Em determinada bacia de drenagem a vazão específica na exutória é de 15 l/s.km^2 . Após a construção de um lago, inundando metade da área da bacia, houve um decréscimo de 20% no valor desta vazão. Considerando um total anual precipitado de 1500 mm, calcule a **altura de água evaporada** da superfície do lago.

MB.10. Calcular as perdas anuais por **evapotranspiração** em uma bacia hidrográfica cuja vazão média de longo termo é de 18 l/s.km^2 , sabendo que a precipitação média anual vale 1100 mm.

MB.11. Calcular a nova **vazão média de longo termo** que será observada na bacia hidrográfica do exercício anterior, após a implantação de um reservatório que inunda 15% da área total, sabendo que as perdas médias anuais por evaporação de água do lago foram avaliadas em 700 mm.

MB.12. Determinar a **alteração percentual da vazão** média anual de longo período de uma bacia hidrográfica, decorrente da implantação de um reservatório que inunda 5% da área da bacia, sabendo que o coeficiente de escoamento, antes da implantação do reservatório, era de 30% e as perdas por evaporação são 20% maiores que as perdas por evapotranspiração.

MB.13. Pretende-se construir um reservatório de 5 km^2 de superfície, localizado numa região onde a precipitação média anual é de 1800 mm e a evaporação média anual é 1485 mm. Nas condições naturais, 50% da precipitação escoa para o rio. Definir o **acréscimo ou decréscimo de vazão**, resultante da instalação do reservatório.

MB.14. Examine a frase abaixo, extraída de um relatório técnico:

"A vazão média na seção considerada foi, para o ano de 1989, igual a $50 \text{ m}^3/\text{s}$. A bacia localiza-se no estado do Paraná e possui área de 100 km^2 ."

Esta frase é **realista** ? Porque ?

MB.15. Em uma bacia hidrográfica de área A (km^2), o total anual precipitado é P (mm). Adote um coeficiente de escoamento superficial igual a 0,7 pois trata-se de uma bacia urbana.

- Derive uma **fórmula** que permita calcular a vazão unitária q (l/s.km^2) na exutória da bacia em função da precipitação P (mm), e do coeficiente de escoamento superficial c (adimensional);
- Derive uma **fórmula** que permita calcular as perdas por evapotranspiração EVT (mm) em função da precipitação P (mm) e do coeficiente de escoamento superficial c (adimensional);

P (mm)	q (l/s.km^2)	EVT (mm)
1000		
1200		
1600		
1800		

MB.16. Ocorreu uma precipitação de " P " mm sobre uma bacia hidrográfica onde o coeficiente de escoamento superficial é igual a " C ". O hidrograma de **escoamento superficial** observado na exutória da bacia, em consequência dessa precipitação, pode ser considerado triangular. Calcule a **área da bacia** hidrográfica.

TEMPO (horas)	zero	10	50
Q (m^3/s)	0,0	82,5	0,0

MB.17. Uma bacia hidrográfica com determinada área de drenagem **ÁREA**, recebe uma precipitação anual média **PRE**. Considerando perdas anuais por evapotranspiração **EVT**, e desprezando variações no volume de água acumulado na bacia:

- deduzir uma fórmula que expresse a vazão média de longo período na exutória da bacia;
- deduzir nova fórmula que expresse a vazão média na mesma bacia caso se crie um lago de área Z .

• Em ambas as fórmulas indique as unidades de cada uma das variáveis envolvidas. Se fizer hipóteses, indique-as.

MB.18. Procurando uma fórmula para expressar a diminuição percentual de vazão causada pela implantação de um reservatório que inunda 100. & % de uma bacia hidrográfica, chegou-se ao resultado:

$$\frac{E_1 - E_2}{E_1} = \frac{EV - \phi \cdot EVT}{P - EV}$$

- onde E_1 é a vazão na exutória da bacia antes da implantação do reservatório,
- E_2 é a vazão depois da implantação,
- EV é a taxa anual de evaporação,
- EVT é a taxa anual de evapotranspiração e
- P é o total médio anual de precipitação.

Infelizmente, erros foram cometidos na derivação. Qual o resultado correto ?

MB.19. O quadro abaixo reproduz algumas informações relativas às vazões no rio Iguaçu no dia **29 de maio de 1992** - sexta feira.

ΔT (hora)	Vazão saindo de Foz do Areia (m ³ /s)	Vazão chegando em Segredo (m ³ /s)	Vazão saindo de Segredo (m ³ /s)
00:00 - 02:00	8080	13170	5560
02:00 - 04:00	8030	13650	5770
04:00 - 06:00	8120	12960	5990
06:00 - 08:00	8190	13180	6090
08:00 - 10:00	8060	14140	6160
10:00 - 12:00	8200	13210	6270
12:00 - 14:00	8180	11920	6340
14:00 - 16:00	8070	13506	6420
16:00 - 18:00	8090	11350	6480
18:00 - 20:00	8000	9600	6500
20:00 - 22:00	7660	11570	6580
22:00 - 24:00	7760	10830	6600
total	96440	149086	74760

- Considere a área da bacia incremental igual a 4000 km².
- Desconsiderando evapotranspiração & infiltração,

CALCULAR :

- a) O volume ΔV (m³) adicionado no período ao reservatório de Segredo;
- b) A precipitação **efetiva** (mm) sobre a **bacia incremental** (área da bacia do Iguaçu entre Foz do Areia e Segredo) que ocasionou o acréscimo de vazões em Segredo;
- c) A contribuição média da bacia incremental (vazão) no dia 29 em l/s.km².

MB.20. Supondo que a vazão de um rio, na ausência de escoamento superficial, é diretamente proporcional à quantidade de água armazenada a montante : $Q = \alpha.V$, usar a equação da continuidade $Q = -\frac{dV}{dt}$ para deduzir a equação da curva de depleção da água armazenada no solo. A seguir, calcular o **volume de água drenada** do solo durante uma semana (dentro de uma longa estiagem), tal que a vazão inicial era de $100 \text{ m}^3/\text{s}$ e a vazão final era de $94,1313 \text{ m}^3/\text{s}$.

MB.21. Durante o ano de 1974 a vazão média de um rio que drena uma área de 3500 km^2 foi de $46,5 \text{ m}^3/\text{s}$. O total anual precipitado foi de 1500 mm e as perdas por evapotranspiração foram de 1000 mm . Não choveu durante dezembro de 1973 nem durante dezembro de 1974. A vazão média no dia 01.01.74 foi de $21,65 \text{ m}^3/\text{s}$ e no dia 01.01.75 foi de $50 \text{ m}^3/\text{s}$. Caso não houvesse chovido durante o mês de janeiro de 1975, qual teria sido a **vazão média** do dia 01.02.75 ? Comentar as hipóteses simplificadoras utilizadas na solução deste problema.

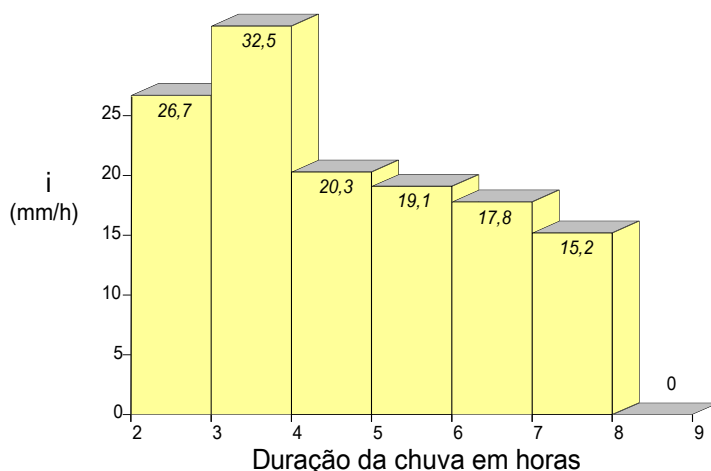
MB.22. Em uma bacia hidrográfica com 9000 km^2 de área de drenagem, o total médio precipitado em 1984 foi de 1800 mm . A vazão média neste ano na exutória foi de $174 \text{ m}^3/\text{s}$. A vazão do dia 01.01.84 foi de $90 \text{ m}^3/\text{s}$, com certeza, proveniente do lençol subterrâneo, assim como a de 01.01.85 foi de $95,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Calcule as **perdas por evapotranspiração** desta bacia em 1984, considerando que existe um lago na bacia com 100 km^2 de área onde a evaporação anual é, em média, de 2000 mm .

• O coeficiente da curva de depleção da água do sub-solo foi estimado em $0,005 \text{ dias}^{-1}$ e pode-se supor o reservatório como linear.

MB.23. O quadro abaixo indica a precipitação variável ocorrida ao longo de várias horas sobre uma pequena bacia de drenagem com $1,3 \text{ km}^2$ de área. Estes dados também são mostrados esquematicamente na figura abaixo. Note que são valores de intensidade de precipitação em mm/h . No mesmo quadro se apresentam as vazões observadas na exutória da bacia (médias horárias) como consequência desta precipitação.

• Determine o **volume de água infiltrada ou retida** na vegetação e depressões do terreno (sem considerar evaporação).

Hora	Intensidade de chuva (mm/h)	Vazão na exutória (m ³ /s)
2 - 3	26,7	0
3 - 4	32,5	1,0
4 - 5	20,3	2,0
5 - 6	19,1	1,5
6 - 7	17,8	1,0
7 - 8	15,2	0,5
8 - 9	0	0
total	131,6	6



II - PERDAS : EVAPORAÇÃO E EVAPOTRANSPIRAÇÃO

MB.24. Tendo em vista as informações abaixo (temperaturas médias mensais em Londrina - PR, e número de horas do dia médio de cada mês), calcular a evapotranspiração potencial para cada mês, usando as fórmulas empíricas de **Thornthwaite**.

MÊS	t (°C)	T	MÊS	t (°C)	T
janeiro	23,9	13,3	julho	16,9	10,9
fevereiro	23,5	12,7	agosto	18,5	11,4
março	22,4	11,6	setembro	20,3	12,0
abril	20,8	11,6	outubro	20,8	12,7
maio	17,0	11,0	novembro	23,1	13,2
junho	16,0	10,7	dezembro	23,0	13,6

MB.25. Repita o exercício anterior utilizando as fórmulas de **Serra** para a avaliação dos parâmetros **J** e **a** dados por:

$$J = \sum_{i=1}^{12} (0,09 \cdot t_i^{3/2})$$

$$a = 0,016 \cdot J + 0,5$$

MB.26. Tendo em vista os valores da radiação solar tabelados abaixo, usar o ábaco anexo para resolução da equação de **PENMAN (Ábaco anexo)**, para calcular a evaporação (mm/dia) em um reservatório situado a 20° de latitude sul, no mês de março, sabendo que a temperatura média foi de 18 °C, o sol brilhou 40% das horas do dia, a umidade relativa do ar foi de 60%, e a velocidade do vento, 2 metros acima da superfície líquida, foi de 3 m/s.

• Radiação **R_A** no limite externo da atmosfera em grama-caloria/cm²/dia.

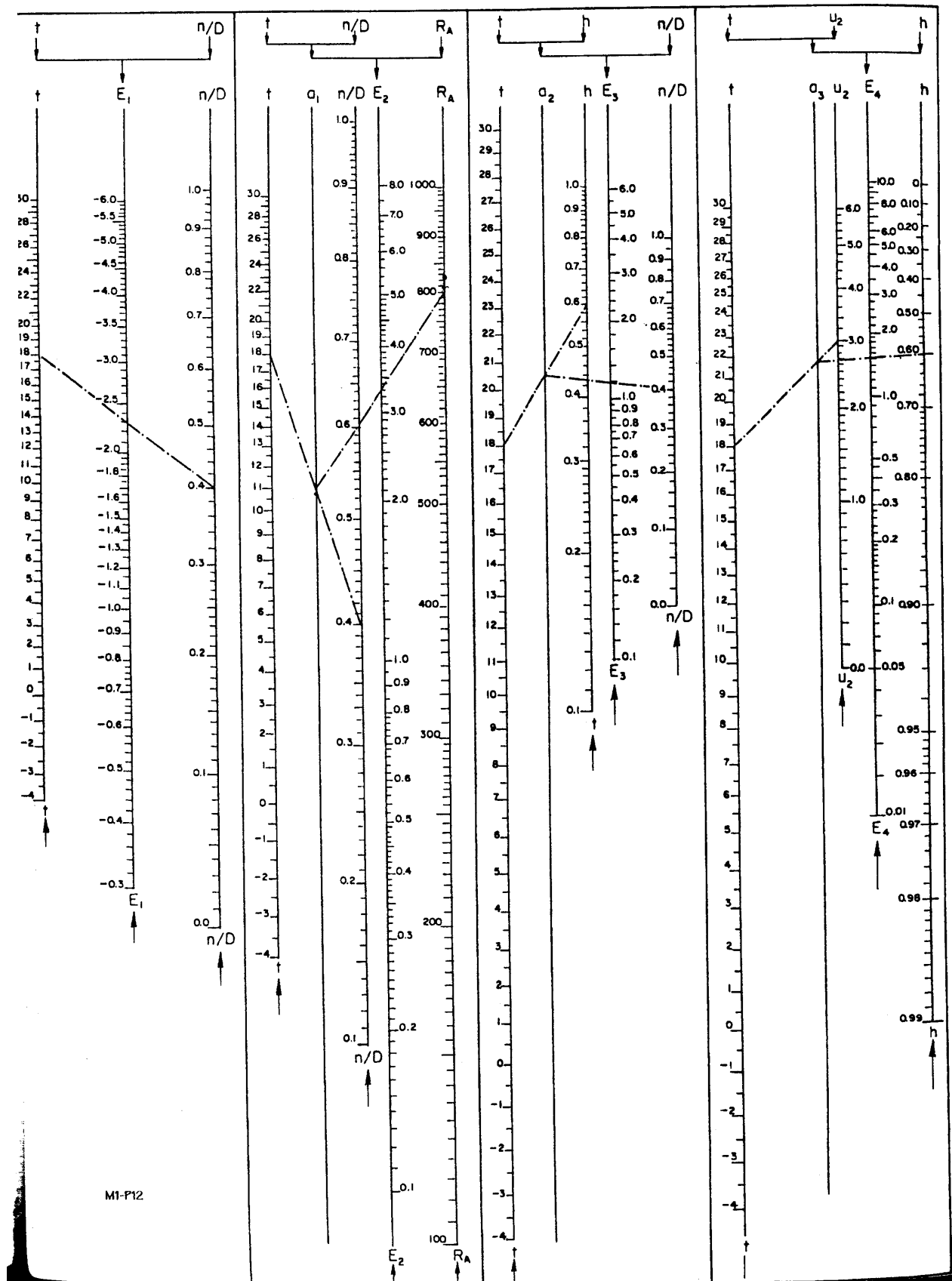
Latitude	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
N90	0	0	55	518	903	1077	944	605	136	0	0	0
80	0	3	143	518	875	1060	930	600	219	17	0	0
60	86	234	424	687	866	983	892	714	494	258	113	55
40	358	538	663	847	930	1001	941	843	719	528	397	318
20	631	795	821	914	912	947	912	887	856	740	666	599
EQUADOR	844	963	878	876	803	803	792	820	891	866	873	829
20	970	1020	832	737	608	580	588	680	820	892	986	978
40	998	963	686	515	358	308	333	453	648	817	994	1033
60	947	802	459	240	95	50	77	187	403	648	920	1013
80	981	649	181	9	0	0	0	0	113	459	917	1094
S90	995	656	92	0	0	0	0	0	30	447	932	1110

MB.27. Faça uma análise de sensibilidade em relação ao exercício anterior. Verifique a influência de variações nas variáveis **t** (temperatura), **h** (umidade relativa), **n/D** (% insolação direta) e **V₂** (velocidade do vento).

MB.28. O quadro abaixo reproduz os resultados obtidos em teste realizado com um **infiltrômetro** cilíndrico de 35 cm de diâmetro. Avalie a variação da capacidade de infiltração do solo ao longo do tempo e represente graficamente os resultados.

T (minutos)	0	2	5	10	20	30	60	90	150
Volume TOTAL Adicionado (cm ³)	0	278	658	1173	1924	2500	3345	3875	4595

Ábaco para aplicação da Fórmula de Penman – EVAPORAÇÃO – mm/dia



III - MEDIDAS DO ESCOAMENTO

MB.29. O quadro abaixo apresenta os valores da batimetria da seção transversal de um rio e das velocidades medidas a 20% da profundidade ($V_{0,2}$) e a 80% da profundidade ($V_{0,8}$). Avalie a vazão.

- Para compreender melhor o método desenhe a seção transversal do rio.

DISTÂNCIA (m)	0=ME	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22=MD
PROFUNDIDADE (m)	-	1,0	4,3	7,2	8,5	7,4	5,6	4,7	3,5	2,1	1,4	-
$V_{0,2}$ (m/s)	-	1,4	1,9	2,6	2,9	2,7	2,5	2,3	2,1	1,8	1,5	-
$V_{0,8}$ (m/s)	-	0,7	1,2	1,8	2,0	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	-

MB.30. Quando o hidrometrista mede velocidade com molinete e deseja avaliar apenas uma velocidade em cada vertical, recomenda-se que tal avaliação seja feita a uma distância da superfície livre igual a 60% da profundidade. Supondo que a distribuição de velocidades na vertical é logarítmica, justifique teoricamente esta recomendação.

MB.31. Ao efetuar-se a medição de vazões em um rio, encontraram-se os resultados do quadro abaixo. Pelo processo das velocidades e áreas, determinar a vazão.

DISTÂNCIA (m)	ME = 0	2	4	6	8	10	12 = MD
PROFUNDIDADE (m)	0	1,0	3,0	5,5	4,0	1,5	0
v (20%) (m/s)	0,0	1,4	2,0	3,0	2,4	1,5	0,0
v (80%) (m/s)	0,0	0,6	1,2	2,0	1,6	1,1	0,0
vmv (m/s)							
vma (m/s)							
A (m ²)							
q (m ³ /s)							

MB.32. O quadro abaixo reproduz os dados de campo de uma medição de vazão executada no Posto Araucária - Rio Iguaçu, PR.

- Desenhe a seção transversal em escala apropriada.
- Represente graficamente a variação da área do escoamento com a cota do N.A.
- Calcule a vazão e a velocidade média nesta seção.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL - SEP/DPHE
CONSISTÊNCIA E BANCO DE DADOS HIDROLÓGICOS
MEDIÇÃO DE VAZÃO

COD/DNAEE 65020000 POSTO ARAUCÁRIA

RIO IGUAÇU

BACIA IGUAÇU

MOLINETE
HÉLICE
LASTRO-

IH-4092
ROT- 10
10 KG

DATA DA MEDIÇÃO-
HORÁRIO - 11.00 H
COTAS - 1,38 M

17/01/83
11.50 H
1,38 M

HIDROM-JOÃO MARIA-CORTIANO
OBS SOBRE A SEÇÃO-PI ME
EQUAÇÃO- 0,2473 N + 0,0051

DADOS DA MEDIÇÃO															
VERT.	DIST.	PROFUN.	N.TOM.	1. PONTO			2. PONTO			3. PONTO			4. PONTO		
				POS	TOQ	TEMP	POS	TOQ	TEMP	POS	TOQ	TEMP	POS	TOQ	TEMP
1	2,50	0,0	0												
2	4,00	0,90	2	0,72	0	48,4	0,18	0	46,2						
3	7,00	2,14	2	1,71	3	52,2	0,43	3	61,6						
4	10,00	2,36	2	1,89	7	43,6	0,47	6	45,4						
5	13,00	2,50	2	2,00	9	42,0	0,50	12	43,6						
6	16,00	2,54	2	2,03	12	44,8	0,51	15	40,2						
7	19,00	2,46	2	1,97	12	41,8	0,49	16	41,6						
8	22,00	2,46	2	1,97	11	45,0	0,49	17	42,6						
9	25,00	2,30	2	1,84	11	43,2	0,46	16	41,6						
10	28,00	2,20	2	1,76	9	40,2	0,44	16	40,8						
11	31,00	2,10	2	1,68	11	41,2	0,42	16	42,0						
12	34,00	2,10	2	1,68	10	40,0	0,42	14	43,2						
13	37,00	1,96	2	1,57	10	40,8	0,39	12	41,6						
14	40,00	1,94	2	1,55	11	41,8	0,39	13	41,8						
15	43,00	1,92	2	1,54	9	42,0	0,38	11	43,2						
16	46,00	1,60	2	1,28	6	43,6	0,32	7	44,0						
17	47,00	1,50	2	1,20	3	40,0	0,30	3	42,2						
18	48,50	0,0	0												

d) Extrapolar a curva para cotas de N.A. superiores e inferiores aos valores observados, descrevendo a técnica utilizada.

[https://d.docs.live.net/fd6ffdf84664def2/Documents/UFPR/DHS/2021/TH024 - Hidrologia \(ERE3\)/Materiais de apoio/Manual de Sobrevivência/Problemas B.doc](https://d.docs.live.net/fd6ffdf84664def2/Documents/UFPR/DHS/2021/TH024 - Hidrologia (ERE3)/Materiais de apoio/Manual de Sobrevivência/Problemas B.doc) Página 10 de 13

MB.34. O quadro abaixo apresenta as leituras diárias da régua localizada no posto de Fluiópoli, no rio Iguaçu, estado do Paraná.

- a) Utilizando a curva-chave definida no exercício anterior, transforme as cotas diárias em vazões diárias.
- b) Trace o respectivo fluviograma.

CENTRO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGIA PROF. PARIGOT DE SOUZA - CEHPAR --													PAG. 21
POSTO FLUIÓPOLIS													CÓDIGO DNAEE 65220000
ALTURAS LINIMÉTRICAS (METRO) --													ÁREA DRENAGEM 18700.00 KM2
DIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	DIA
1	2.66	2.12	2.14	1.28	2.24	6.12	4.17	6.40	1.40	5.09	2.08	1.17	1
2	2.52	2.18	2.21	1.28	2.28	6.04	4.28	6.27	1.38	5.19	2.05	1.12	2
3	2.40	2.15	2.36	1.26	2.24	5.99	4.33	6.20	1.38	5.13	1.00	1.08	3
4	2.25	2.08	2.48	1.19	2.16	5.90	4.39	6.04	1.38	5.05	1.88	1.08	4
5	1.98	1.98	2.56	1.18	2.10	5.76	4.45	5.75	1.38	5.75	1.88	1.08	5
6	1.90	1.91	2.66	1.22	2.04	5.60	4.54	5.55	1.40	5.55	1.88	1.08	6
7	1.98	1.86	2.73	1.30	2.00	5.44	4.75	5.35	1.43	5.35	1.85	1.07	7
8	2.07	1.80	2.82	1.39	2.04	###	5.08	5.19	1.51	5.05	1.79	1.07	8
9	2.18	1.82	2.96	1.42	2.12	###	5.55	5.12	1.56	4.75	1.65	1.07	9
10	2.14	1.81	3.08	1.40	2.23	###	6.94	4.45	1.54	3.59	1.54	1.06	10
11	2.03	1.79	3.14	1.40	2.36	###	7.92	4.80	1.53	3.39	1.47	1.05	11
12	1.91	1.74	3.21	1.38	2.52	4.79	###	4.57	1.55	3.15	1.44	1.15	12
13	1.82	1.68	3.26	1.37	2.58	4.63	###	4.38	1.57	2.80	1.50	1.28	13
14	1.80	1.64	3.28	1.34	2.62	4.56	###	4.22	1.54	2.55	1.50	1.38	14
15	1.80	1.58	3.26	1.31	2.61	4.51	###	3.92	1.49	2.35	1.50	1.48	15
16	1.82	1.46	3.18	1.30	2.58	4.50	###	3.54	1.87	2.15	1.48	1.53	16
17	1.80	1.40	3.07	1.28	2.56	4.42	###	3.34	2.25	1.20	1.44	1.56	17
18	1.83	1.40	2.96	1.33	2.52	4.26	###	3.09	2.60	1.68	1.39	1.56	18
19	1.90	1.44	2.88	1.52	2.71	4.20	###	2.90	2.88	1.85	1.39	1.67	19
20	1.96	1.51	2.78	1.73	3.17	4.27	###	2.65	2.98	1.93	1.40	1.95	20
21	1.96	1.66	2.69	1.92	3.61	4.40	###	2.30	3.48	2.25	1.47	2.06	21
22	1.98	1.78	2.60	2.06	4.00	4.52	###	2.04	3.58	2.36	1.50	2.15	22
23	1.98	1.86	2.44	2.06	4.43	4.43	###	1.85	3.67	2.52	1.50	2.30	23
24	1.93	1.92	2.24	2.08	4.81	4.34	###	1.77	3.73	2.62	1.50	2.38	24
25	1.76	1.97	2.04	2.11	5.10	4.29	###	1.73	3.84	2.74	1.48	2.40	25
26	1.62	2.04	1.84	2.16	5.44	4.24	7.88	1.70	4.03	2.74	1.44	2.39	26
27	1.52	2.08	1.71	2.22	5.78	4.19	7.67	1.68	4.25	2.54	1.37	2.32	27
28	1.51	2.10	1.58	2.22	###	4.14	7.38	1.61	4.53	2.28	1.30	2.26	28
29	1.64	1.48	1.48	2.26	###	4.12	7.15	1.54	4.75	2.21	1.22	2.18	29
30	1.82	1.38	1.38	2.24	###	4.10	6.95	1.47	4.95	2.18	1.18	2.05	30
31	2.00	1.30	1.30	###	###	###	6.62	1.43	###	2.11	###	1.89	31
MAX	2.66	2.16	3.28	2.26	5.78	6.12	7.92	6.40	4.95	5.75	2.08	2.40	MAX
MIN	1.51	1.40	1.30	1.18	2.00	4.10	4.17	1.43	1.38	1.20	1.00	1.05	MIN

RESUMO ANUAL --					
MAX	DIA	MÊS	MIN	DIA	MÊS
7.92	11	7	1.00	3	11

CENTRO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGIA PROF. PARIGOT DE SOUZA - CEHPAR --													PAG. 25
POSTO FLUIÓPOLIS													CÓDIGO DNAEE 65220000
ALTURAS LINIMÉTRICAS (METRO) --													ÁREA DRENAGEM 18700.00 KM2
DIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	DIA
1	3.66	1.36	1.86	0.65	0.86	5.35	2.59	1.10	1.04	1.08	1.18	###	1
2	3.49	1.32	1.74	0.64	0.81	5.04	2.40	1.07	1.00	1.24	1.11	###	2
3	3.35	1.45	1.63	0.64	0.78	4.76	2.27	1.04	0.98	1.43	1.05	###	3
4	3.14	1.74	1.50	0.70	0.77	4.34	2.13	1.04	0.96	1.61	0.99	###	4
5	2.83	1.83	1.39	0.75	0.76	3.96	1.98	1.02	0.96	1.68	0.93	###	5
6	2.59	1.95	1.30	0.86	0.75	3.58	1.82	1.06	0.94	1.64	0.89	###	6
7	2.36	2.00	1.17	0.96	0.86	3.11	1.59	1.18	0.92	1.56	0.88	###	7
8	2.19	1.97	1.08	0.94	1.52	2.87	1.50	1.27	0.91	1.49	0.90	###	8
9	2.06	1.93	0.99	0.89	2.49	2.52	1.64	1.34	0.90	1.44	1.18	###	9
10	2.02	1.87	0.95	0.83	2.84	2.26	1.85	1.36	0.88	1.36	1.40	###	10
11	2.00	1.83	0.94	0.76	3.02	2.06	2.00	1.32	0.87	1.29	1.47	###	11
12	1.99	1.80	0.94	0.71	3.18	1.85	2.06	1.24	0.87	1.22	1.45	###	12
13	2.15	1.75	0.94	0.74	3.37	1.69	2.05	1.18	0.88	1.16	1.36	###	13
14	2.22	1.67	0.89	0.92	3.67	1.78	1.99	1.13	0.98	1.11	1.23	###	14
15	2.33	1.63	0.86	1.06	4.01	2.10	1.88	1.08	1.02	1.08	1.15	###	15
16	2.39	1.74	0.82	1.23	4.24	2.48	1.75	1.04	1.09	1.08	1.05	###	16
17	2.58	1.99	0.80	1.31	4.35	2.70	1.66	1.06	1.24	1.10	0.99	###	17
18	2.61	2.18	0.76	1.35	4.37	2.84	1.54	1.24	1.40	1.10	0.95	###	18
19	2.64	2.32	0.75	1.35	4.44	2.94	1.45	1.58	1.58	1.18	0.92	###	19
20	2.68	2.40	0.74	1.28	4.54	3.04	1.44	1.84	1.60	1.34	0.91	###	20
21	2.63	2.47	0.74	1.23	4.72	3.14	1.46	1.92	1.56	1.56	0.87	###	21
22	2.59	2.51	0.74	1.20	4.96	3.22	1.50	1.86	1.48	1.76	0.84	###	22
23	2.52	2.52	0.72	1.20	5.24	3.32	1.49	1.76	1.39	1.80	0.79	###	23
24	2.50	2.50	0.70	1.24	5.50	3.38	1.43	1.63	1.33	1.79	0.78	###	24
25	2.39	2.39	0.67	1.26	5.75	3.39	1.34	1.48	1.27	1.72	0.78	###	25
26	2.20	2.24	0.66	1.23	5.93	3.35	1.29	1.36	1.19	1.68	0.80	###	26
27	2.11	2.10	0.64	1.18	6.01	3.27	1.24	1.26	1.14	1.58	0.81	###	27
28	2.01	1.97	0.59	1.09	6.01	3.14	1.20	1.20	1.10	1.50	0.79	###	28
29	1.91	1.91	0.55	1.01	5.93	2.98	1.16	1.15	1.09	1.42	0.76	###	29
30	1.70	1.70	0.55	0.95	5.77	2.78	1.15	1.11	1.05	1.35	0.74	###	30
31	1.50	1.50	0.63	###	5.57	###	1.10	1.07	###	1.25	###	###	31
MAX	3.66	2.52	1.86	1.35	6.01	5.35	2.59	1.92	1.60	1.80	1.47	###	MAX
MIN	1.50	1.32	0.55	0.64	0.75	1.69	1.10	1.02	0.87	1.08	0.74	###	MIN

RESUMO ANUAL --					
MAX	DIA	MÊS	MIN	DIA	MÊS
6.01	27	5	0.55	29	3

MB.35. A tabela 1 abaixo resume medições de vazão efetuadas em determinada estação hidrométrica.

- Construir, em papel milimetrado, a **curva de descarga** correspondente.
- Extrapolar a curva de descarga obtida, para valores inferiores aos medidos, utilizando os valores da tabela 2.
- Preencher a tabela 3, indicando a vazão correspondente às leituras de régua indicadas.

TABELA 1	
LEITURA DE RÉGUA (m)	Q (m ³ /s)
2,10	340,95
2,50	442,50
4,90	1852,50
7,00	4275,00
3,60	900,00
2,90	571,50
4,40	1437,75
6,40	3465,00
6,00	2947,50
4,00	1152,00
3,20	710,25
5,60	2520,00

TABELA 2			
h (m)	V (m/s)	A (m ²)	Q (m ³ /s)
2,00	0,345	926	319,47
1,75	0,322	865	278,53
1,50	0,305	800	244,00
1,25	0,291	745	216,79
1,00	0,285	688	196,08
0,75	0,278	633	175,97
0,50	0,271	580	157,18

TABELA 3	
LEITURA DE RÉGUA (m)	Q (m ³ /s)
0,50	
0,75	
1,00	
1,20	
1,40	
1,70	
2,60	
4,80	
5,90	

IV- SEPARAÇÃO DO ESCOAMENTO

MB.36. Considere as vazões em m^3/s apresentadas no quadro abaixo. São valores diários de um rio que drena uma bacia de 2600 km^2 . **Separar o escoamento superficial** usando 3 técnicas usuais.

- Localizar o hidrograma utilizando escalas aritméticas para vazões e para tempos.
- Localizar o trecho de depleção, usando escala logarítmica para vazões e aritmética para tempos.
- Identificar no 2º. gráfico, o ponto em que o escoamento superficial cessou.
- Transferir esse ponto para o 1º. gráfico.
- Separar o escoamento superficial, calculando o volume resultante.

DIA	12	13	14	15	16	17	18	19	20
VAZÃO (m^3/s)	278	264	251	238	226	215	5350	8150	6580

DIA	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
VAZÃO (m^3/s)	1540	505	280	219	195	179	170	161	153	146

MB.37. O quadro abaixo indica as vazões instantâneas obtidas na exultória de uma bacia de drenagem de 1000 km^2 , onde o coeficiente de escoamento superficial adotado é igual a 0,2.

- Calcular a constante de depleção relativa ao escoamento da água subterrânea, individualizando dia e hora em que cessa a contribuição do escoamento sub-superficial.
- Separar, pelo método da linha reta, a contribuição devida a água subterrânea.
- Calcular o volume total escoado.
- Calcular a precipitação (em mm) que deu origem ao hidrograma apresentado.
- Definir o hidrograma resultante - somente em termos de escoamento superficial - caso o total precipitado, já descontada a altura de chuva infiltrada, tivesse sido de 10 mm.

DIA	5		6		7		8		9		10		11		12	
HORA	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	
VAZÃO (m³/s)	5,6	5,0	4,5	10	39,5	75	82	74	62	43	20	14,5	8	7,2	6,5	

MB.38. Ocorreu uma precipitação média de 100 mm sobre uma bacia hidrográfica e 40% desta precipitação transformou-se em escoamento superficial. O hidrograma observado na exultória da bacia é apresentado abaixo em forma tabular.

Tempo (horas)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Vazão (m^3/s)	20,0	130,0	102,5	75,0	47,5	20,0	16,0	12,9	10,2

- Calcule a área da bacia em km^2 .
- Considere que o efeito da precipitação em termos de escoamento superficial cessou após 50 horas.

MB.39. Ocorreu uma precipitação de 20 mm sobre uma certa bacia hidrográfica, e 30% desta precipitação transformou-se em escoamento superficial. O hidrograma observado na exultória desta bacia, resultante desta precipitação, é dado abaixo, na forma tabular. Qual é a área de drenagem desta bacia, em km^2 ?

- Utilize o método da linha reta para a separação do escoamento superficial.

TEMPO (horas)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
VAZÃO (m^3/s)	31,25	25,00	20,00	130,00	102,50	75,00	47,50	20,00	16,00	12,80	10,24