

**ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” – ESALQ/USP
LEB 1440 – HIDROLOGIA E DRENAGEM**

Prof. Fernando Campos Mendonça

REGIME DE ESCOAMENTO - ESTIMATIVAS DE VAZÃO

Aula 5 - Exercício 7 - Resolução extra-classe

1) A Tabela 1 abaixo apresenta 10 anos da série histórica de vazões médias mensais do rio Piracicaba, medidas no posto fluviométrico de Artemis.

Tabela 1 – Vazão média mensal (m^3/s) do Rio Piracicaba

Nome do posto: Artemis

Código do posto: 4D-007

Latitude: 22°41' Sul

Longitude: 47°47' Oeste

Área de drenagem: 11.040 Km^2

| Ano | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 1943 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 93,40 | 107,54 | 121,81 |
| 1944 | 136,34 | 141,41 | 247,27 | 113,94 | 79,52 | 63,89 | 56,79 | 42,12 | 36,76 | 39,41 | 87,16 | 63,59 |
| 1945 | 84,69 | 231,51 | 111,95 | 85,50 | 61,28 | 138,53 | 104,07 | 61,47 | 51,06 | 47,75 | 140,50 | 160,42 |
| 1946 | 372,06 | 298,61 | 233,39 | 159,16 | 103,42 | 98,28 | 101,04 | 66,02 | 50,73 | 78,27 | 73,17 | 87,50 |
| 1947 | 288,68 | 390,30 | 422,50 | 198,88 | 148,53 | 118,93 | 105,97 | 90,46 | 110,39 | 114,61 | 100,77 | 252,31 |
| 1948 | 282,83 | 361,66 | 326,74 | 203,06 | 145,00 | 116,12 | 94,47 | 84,43 | 63,09 | 62,98 | 88,04 | 88,58 |
| 1949 | 138,57 | 230,14 | 168,70 | 134,68 | 91,32 | 78,25 | 59,36 | 34,85 | 25,99 | 34,32 | 56,33 | 220,65 |
| 1950 | 260,02 | 556,77 | 412,26 | 229,90 | 152,97 | 123,19 | 103,97 | 75,24 | 66,28 | 88,90 | 110,06 | 176,11 |
| 1951 | 370,42 | 365,29 | 341,82 | 186,67 | 121,96 | 103,12 | 88,21 | 81,82 | 69,87 | 68,45 | 108,44 | 130,57 |
| 1952 | 156,30 | 305,36 | 292,44 | 153,50 | 99,76 | 121,51 | 85,69 | 70,34 | 67,84 | 70,43 | 86,92 | 73,40 |
| 1953 | 97,00 | 84,34 | 80,91 | 102,14 | 69,11 | 65,18 | 53,58 | 49,57 | 48,99 | - | - | - |

Com o objetivo de desenhar a curva de permanência, estimar Q_{90} , Q_{95} e a vazão média específica (Q_{esp} , $L/s/km^2$), proceda da seguinte forma:

- Elabore uma tabela em uma planilha eletrônica, com anos e meses nas duas primeiras colunas (Ex.: Tabela 2);
- Copie os 120 dados de vazão da Tabela 1 para a terceira coluna;
- Copie os dados de vazão para a quarta coluna e coloque-os em ordem decrescente;

- d) Acrescente uma quinta coluna com o número de ordem m (de 1 a 120);
- e) Na sexta coluna, calcule as respectivas probabilidades de excedência dos eventos de vazão ($P_{(\%) } = \frac{m}{n+1} \times 100$);
- f) Na sétima coluna, calcule o período de retorno de cada evento de vazão ($T = 1/P$);
- g) Faça um gráfico de dispersão (tipo XY) com as vazões da 4ª coluna (eixo Y) em função das probabilidades da 6ª coluna (eixo X);
- h) Encontre o valor de Q_{90} e Q_{95} interpolando linearmente os valores na quarta e sexta colunas;
- i) Divida a média dos 120 dados pela área de drenagem para achar a vazão média específica de longo período (Q_{esp} , em $L/s/km^2$).

Tabela 2 – Organização dos dados de vazão mínima média mensal

| Ano | Mês | Qmês (m^3/s) | | m | P (%) | T (anos) |
|------|-----|------------------|-------------|---|-------|----------|
| | | Cronológica | Decrescente | | | |
| 1943 | Out | | | | | |
| | Nov | | | | | |
| | Dez | | | | | |
| 1944 | Jan | | | | | |
| | Fev | | | | | |
| | Mar | | | | | |
| | Abr | | | | | |
| ... | | | | | | |
| ⋮ | ⋮ | | | | | |
| 1953 | Jan | | | | | |
| | Fev | | | | | |
| | Mar | | | | | |
| | Abr | | | | | |
| | Mai | | | | | |
| | Jun | | | | | |
| | Jul | | | | | |
| | Ago | | | | | |
| Set | | | | | | |

2) Refazer o exercício dado em sala de aula, sobre vazão média, vazões mínimas e volume de reservatório para a bacia hidrográfica no município de Araraquara, mudando apenas a precipitação média anual (\bar{P}) para 1374 mm/ano. Refaça o exercício conforme as instruções abaixo:

- a) Resolução manual, da mesma forma feita durante a aula.
- b) Utilizando o *software online* no site do DAEE-SP (www.dae.sp.gov.br). Procure os *links*: Hidrometeorologia → Banco de dados hidrológicos → Regionalização hidrológica.

3) Cálculo de vazões e do volume de reservatório.

Dados:

Município: Ituverava, SP

Área da bacia: 150 km²

Vazão outorgada: $Q_{\text{outorg}} = 0$ L/s (bacia crítica, toda a vazão outorgada a outros usuários)

Vazão demandada: $Q_{\text{demanda}} = 100$ L/s

Pede-se:

- a) Vazão específica ($\overline{Q_{\text{esp}}}$).
- b) Vazão média de longo prazo (\bar{Q}).
- c) Vazões mínimas com 90% e 95% de probabilidade (Q_{90} e Q_{95}).
- d) Vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$).
- e) Vazão firme (Q_F).
- f) Volume do reservatório, considerando uma fração de evaporação de água de 20% ($F_e = 1,2$).