

Roteiro Aula Prática



HIDROLOGIA E MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

NOME DA DISCIPLINA: HIDROLOGIA E MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Unidade: U2_HIDROLOGIA_QUANTITATIVA

Aula: A3_MEDICOES_APLICADAS

OBJETIVOS

Definição dos objetivos da aula prática:

Nesta aula prática, o estudante irá aprender a realizar uma das medições mais importantes da Hidrologia aplicada: a determinação da vazão de um curso d'água. Ao final da prática, espera-se que o aluno seja capaz de:

- Determinar a velocidade média de escoamento da água utilizando o método do flutuador.
- Calcular a área média da seção transversal de um rio ou canal.
- Obter a vazão média (Q) de um manancial através da relação entre velocidade e área.
- Compreender a importância da medição de vazões em estudos de abastecimento, drenagem, irrigação e gestão hídrica.

SOLUÇÃO DIGITAL:

MICROSOFT OFFICE (EXCEL E WORD)

O Microsoft Office é um conjunto de softwares de produtividade utilizado para organização, tratamento e análise de dados. Nesta aula prática, o Excel será utilizado para realizar os cálculos de velocidade média, área da seção transversal e vazão do manancial, enquanto o Word será utilizado para a elaboração do relatório final da atividade prática.

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

Procedimento/Atividade nº 1

Inserir o nome do experimento: **MEDIÇÃO DE VAZÃO PELO MÉTODO DO FLUTUADOR**

Atividade proposta: Nesta aula prática, você irá aprender a realizar uma das medições mais importantes da Hidrologia aplicada: a determinação da vazão de um curso d'água.

Procedimentos para a realização da atividade:

A vazão representa o volume de água que escoar em um rio ou canal ao longo do tempo, sendo uma variável essencial em projetos de engenharia, como:

- Abastecimento público de água,
- Dimensionamento de canais e galerias de drenagem,
- Estudos de cheias e enchentes,
- Irrigação agrícola,
- Gestão de recursos hídricos.

De forma geral, a vazão pode ser definida como:

$$Q = \frac{Volume}{Tempo}$$

No entanto, em medições de campo, é mais comum utilizar a relação entre a velocidade do escoamento e a área da seção transversal do rio, dada por:

$$Q = A \cdot V$$

Onde:

- Q = vazão média do manancial (m^3/s)
- A = área transversal média da seção do rio (m^2)
- V = velocidade média da água (m/s)

Ou seja, para determinar a vazão, é necessário conhecer:

1. A velocidade da água;
2. A área da seção transversal do curso d'água.

Nesta prática, utilizaremos o **método do flutuador**, que é uma técnica simples e bastante utilizada quando não se dispõe de equipamentos sofisticados (como molinetes hidrométricos ou ADCP).

O método consiste em:

- Lançar um objeto flutuante na superfície do rio,
- Medir o tempo que ele leva para percorrer uma distância conhecida,
- Calcular a velocidade média do escoamento.

A velocidade é obtida pela equação:

$$V = \frac{L}{t}$$

Onde:

- L = distância entre dois pontos do rio (m)
- t = tempo medido para o flutuador percorrer essa distância (s)

Como essa velocidade corresponde apenas à superfície (mais rápida que o interior do fluxo), aplica-se uma correção padrão de segurança, reduzindo o valor em 20%:

$$V_{corrigida} = 0,8 \cdot V$$

Além da velocidade, também é necessário calcular a área transversal do rio.

A área é determinada multiplicando:

$$A = largura \cdot profundidade\ média$$

Como o rio pode variar ao longo do trecho, a área será medida em duas seções:

- Seção X (início)
- Seção Y (fim)

Depois, calcula-se a média:

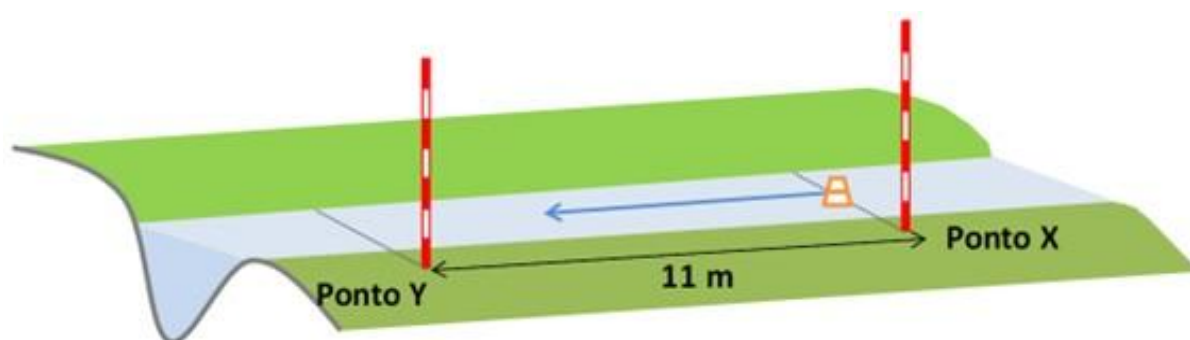
$$A_{média} = \frac{A_X + A_Y}{2}$$

Por fim, a vazão média do rio será obtida pela equação fundamental da Hidrologia Quantitativa:

$$Q = A_{média} \cdot V_{corrigida}$$

Para a realização desta aula prática, inicialmente deve-se selecionar um trecho adequado do curso d'água onde será feita a medição da vazão. Esse trecho deve ser, preferencialmente, o mais retilíneo possível, com escoamento uniforme e sem grandes obstáculos, de modo a garantir maior confiabilidade nos resultados. Após a escolha do local, devem ser marcados dois pontos ao longo do rio: o ponto inicial, denominado X, e o ponto final, denominado Y. A distância entre esses dois pontos deve ser medida com auxílio de uma trena, sendo adotado, neste experimento, o comprimento de 11 metros, conforme ilustrado na Figura 01.

Figura 01 – Trecho X–Y para medição de vazão pelo método do flutuador



Em seguida, deve-se escolher um objeto que possa flutuar e seja facilmente visualizado, como uma boia de isopor. Esse flutuador será utilizado para estimar a velocidade da água na superfície. O objeto deve ser posicionado no ponto X, aproximadamente no centro do canal, e então liberado para que seja transportado pela correnteza. No exato momento em que o flutuador é solto, deve-se iniciar a contagem do tempo com um cronômetro. O deslocamento do objeto deve ser acompanhado até que ele alcance o ponto Y, momento em que o cronômetro deve ser interrompido e o tempo registrado.

Esse procedimento deve ser repetido dez vezes, a fim de reduzir erros e aumentar a precisão da medição. Os tempos obtidos em cada repetição devem ser anotados conforme apresentado na Tabela 01.

Tabela 01 – Tempos medidos para o cálculo da velocidade média superficial

Medição	Tempo – t (s)	Distância – L (m)	Velocidade (m/s)
1	42	11	—
2	41	11	—
3	36	11	—
4	40	11	—
5	39	11	—
6	42	11	—
7	41,5	11	—
8	40,6	11	—
9	39,8	11	—
10	42,1	11	—

Com os valores registrados, deve-se calcular a velocidade de escoamento correspondente a cada medição, utilizando a relação entre a distância percorrida e o tempo medido:

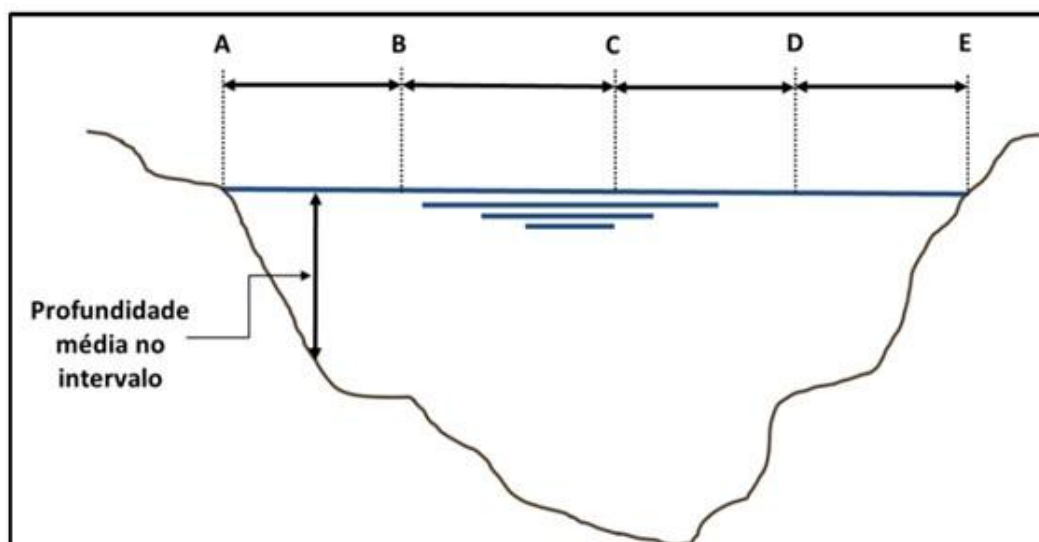
$$V = \frac{L}{t}$$

Posteriormente, calcula-se a velocidade média das repetições. Como o método do flutuador fornece uma velocidade superficial, é necessário aplicar um fator de correção, reduzindo esse valor em 20%, conforme recomendado em medições hidrológicas simplificadas:

$$V_{corrigida} = 0,8 \cdot V$$

Após a determinação da velocidade, é necessário calcular a área da seção transversal do rio, uma vez que a vazão depende diretamente do produto entre área e velocidade. Para isso, deve-se medir a largura do rio nas seções X e Y, esticando-se a trena de uma margem à outra. Em seguida, cada seção deve ser dividida em intervalos iguais ao longo da largura, e em cada intervalo deve-se medir a profundidade da água com uma régua ou fita graduada, conforme demonstrado na Figura 02.

Figura 02 – Método da profundidade média por intervalos para cálculo da seção transversal



As profundidades medidas em cada intervalo devem ser organizadas em tabela para posterior cálculo da profundidade média. Os dados obtidos para as seções X e Y são apresentados na Tabela 02.

Tabela 02 – Largura e profundidades medidas para cálculo da área das seções X e Y

Medidas (m)	Seção X (m)	Seção Y (m)
Largura entre as margens	2,44	3,1
Profundidade Intervalo A–B	0,305	0,335
Profundidade Intervalo B–C	0,244	0,305
Profundidade Intervalo C–D	0,1525	0,122
Profundidade Intervalo D–E	0	0,023

Com base nesses valores, calcula-se a profundidade média de cada seção somando-se as profundidades e dividindo-se pelo número de intervalos acrescido de um, considerando a profundidade nula nas margens. Em seguida, determina-se a área transversal de cada seção multiplicando a largura pela profundidade média:

$$A = largura \cdot profundidade\ média$$

Como o canal pode apresentar variações entre os pontos X e Y, determina-se a área média do trecho calculando-se a média aritmética entre as áreas das duas seções:

$$A_{média} = \frac{A_X + A_Y}{2}$$

Finalmente, com a velocidade média corrigida e a área transversal média determinadas, calcula-se a vazão média do curso d'água por meio da equação fundamental da hidrologia quantitativa:

$$Q = A_{média} \cdot V_{corrigida}$$

Todos os resultados devem ser organizados em planilha eletrônica e posteriormente descritos no relatório final da aula prática, que deverá conter a contextualização do método, os cálculos realizados e uma análise conclusiva sobre a vazão estimada para o manancial estudado.

Avaliando os resultados:

Com base nos cálculos realizados, responda:

1. Qual foi a velocidade média superficial obtida a partir dos tempos medidos?
2. Qual foi a velocidade média corrigida após a redução de 20%?
3. Calcule a profundidade média das seções X e Y.
4. Determine as áreas transversais A_X e A_Y .
5. Qual foi a área transversal média do trecho?
6. Qual foi a vazão média final estimada para o manancial?
7. Explique por que o método do flutuador exige correção da velocidade medida.

Checklist:

- ✓ Selecionar um trecho retilíneo do rio;
- ✓ Marcar os pontos X e Y e medir a distância;
- ✓ Lançar o flutuador e registrar os tempos (10 repetições);
- ✓ Calcular as velocidades individuais e a média;
- ✓ Aplicar o fator de correção de 20%;

- ✓ Medir larguras e profundidades das seções;
- ✓ Calcular áreas transversais e área média;
- ✓ Calcular a vazão média do rio;
- ✓ Organizar os dados em planilha e salvar os resultados;
- ✓ Elaborar o relatório final da prática.
- ✓ Avaliar os resultados.

RESULTADOS

Resultados do experimento:

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações obtidas no experimento, os cálculos realizados, em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas. O arquivo não pode exceder o tamanho de 2Mb.

- **Referências bibliográficas ABNT (quando houver).**

Resultados de Aprendizagem:

Como resultados desta prática, será possível compreender e aplicar o método do flutuador para estimativa de vazão em cursos d'água, calculando corretamente velocidade média, área transversal e vazão. Além disso, o estudante desenvolverá habilidades essenciais em medições hidrológicas aplicadas a projetos de engenharia e gestão de recursos hídricos.

Roteiro Aula Prática



HIDROLOGIA E MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

NOME DA DISCIPLINA: HIDROLOGIA E MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Unidade: U2_HIDROLOGIA_QUANTITATIVA

Aula: A3_MEDICOES_APLICADAS

OBJETIVOS

Definição dos objetivos da aula prática:

Nesta aula prática, o estudante deverá:

- Compreender o que é uma curva-chave (relação entre cota e vazão);
- Utilizar uma equação fornecida para estimar vazões em um rio;
- Determinar a vazão máxima permitida para que a água não alcance o tabuleiro de uma ponte;
- Aplicar corretamente uma equação do tipo potência em um problema real de segurança hidráulica.

SOLUÇÃO DIGITAL:

MICROSOFT OFFICE (EXCEL E WORD)

O Microsoft Office é um conjunto de softwares de produtividade utilizado para organização, tratamento e análise de dados. Nesta aula prática, o Excel será utilizado para realizar os cálculos de velocidade média, área da seção transversal e vazão do manancial, enquanto o Word será utilizado para a elaboração do relatório final da atividade prática.

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

Procedimento/Atividade nº 1

Inserir o nome do experimento: **CÁLCULO DA VAZÃO MÁXIMA USANDO CURVA-CHAVE**

Atividade proposta: Nesta aula prática, você irá trabalhar com um conceito muito importante da Hidrologia: a curva-chave.

Procedimentos para a realização da atividade:

Para a realização desta aula prática, o estudante deverá compreender inicialmente que, em Hidrologia, uma das informações mais importantes sobre um rio é a sua vazão, ou seja, a

quantidade de água que passa pelo canal em um determinado intervalo de tempo. A vazão é fundamental para diversas aplicações de engenharia, pois permite avaliar o comportamento de cursos d'água em situações normais e durante eventos extremos, como enchentes. Em obras hidráulicas, como pontes, bueiros e barragens, conhecer a vazão máxima que um rio pode atingir é essencial para garantir a segurança da estrutura e evitar que o nível da água ultrapasse limites críticos.

Uma forma prática e muito utilizada para relacionar o nível da água com a vazão é por meio da chamada **curva-chave**. A curva-chave é uma representação matemática e gráfica que mostra como a vazão do rio varia conforme a altura da lâmina d'água. Em outras palavras, ela funciona como uma “regra” que transforma a medida do nível do rio, chamada de cota (H), em um valor estimado de vazão (Q). Assim, quando se mede a altura da água em um ponto do rio, é possível utilizar a curva-chave para descobrir quanta água está escoando naquele momento.

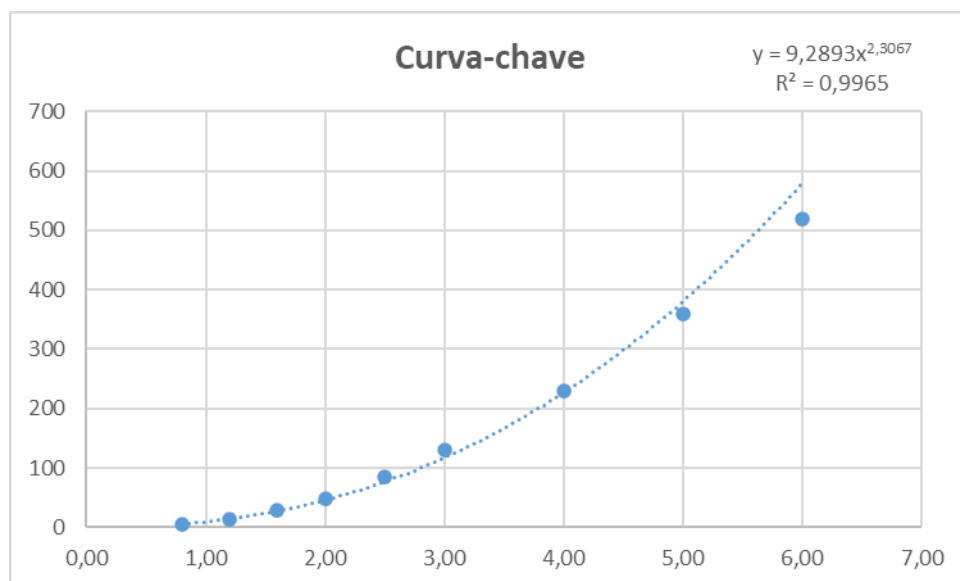
Nesta atividade, o estudante não precisará construir a curva-chave, pois ela já foi previamente ajustada e fornecida pelo professor. Os dados históricos que originaram essa curva são apresentados na Tabela 01, apenas como referência para mostrar que a relação entre cota e vazão foi obtida a partir de medições reais realizadas no manancial. Esses dados indicam que, conforme o nível da água aumenta, a vazão também cresce rapidamente, caracterizando um comportamento típico de rios em períodos de cheia.

Tabela 01 – Série histórica de cotas e vazões do manancial

Cota H (m)	Vazão Q (m³/s)
0,80	5
1,20	14
1,60	28
2,00	48
2,50	85
3,00	130
4,00	230
5,00	360
6,00	520

A curva-chave ajustada para este rio encontra-se representada na Figura 01, na qual é possível observar graficamente a tendência de aumento da vazão à medida que o nível do rio se eleva.

Figura 01 – Curva-chave do manancial com equação ajustada



A partir do ajuste matemático realizado, obteve-se uma equação do tipo potência, que permite calcular diretamente a vazão correspondente a qualquer valor de cota dentro do intervalo analisado. A equação fornecida é:

$$Q = 9,2893 \cdot H^{2,3067}$$

Nesta expressão, Q representa a vazão do rio em metros cúbicos por segundo (m³/s), enquanto H representa a cota, ou seja, a altura da água em metros. Dessa forma, basta substituir o valor da cota desejada na equação para obter a vazão estimada.

O objetivo principal desta prática é determinar a vazão máxima permitida para que o nível da água não atinja o tabuleiro de uma ponte existente sobre o rio. Sabe-se que o tabuleiro da ponte se encontra a uma altura crítica de 7 metros, ou seja, a cota limite é:

$$H = 7 \text{ m}$$

Assim, para calcular a **vazão máxima associada a esse nível**, o estudante deverá substituir esse valor diretamente na equação da curva-chave, realizar o cálculo da potência indicada e obter o valor final de vazão correspondente. Esse resultado representará a vazão crítica máxima que o rio pode atingir antes que o nível da água alcance o tabuleiro da ponte.

Todos os cálculos realizados devem ser apresentados no relatório final, juntamente com a interpretação do resultado obtido e sua importância para o controle de cheias e para o dimensionamento seguro de obras sobre cursos d'água.

Avaliando os resultados:

Responda no relatório:

1. O que é uma curva-chave e qual sua utilidade?
2. O que representa a cota H em um rio?
3. Qual foi a vazão encontrada para $H = 7 \text{ m}$?
4. A ponte estaria segura se a vazão fosse $600 \text{ m}^3/\text{s}$? Explique.
5. Por que esse tipo de cálculo é importante em obras hidráulicas?

Checklist:

- ✓ Ler os dados fornecidos (Tabela 01);
- ✓ Observar a curva-chave fornecida (Figura 01);
- ✓ Identificar a equação ajustada;
- ✓ Substituir $H = 7 \text{ m}$ na fórmula;
- ✓ Calcular a vazão máxima $Q_{m\acute{a}x}$;
- ✓ Interpretar o resultado em termos de segurança;
- ✓ Elaborar o relatório final.

RESULTADOS

Resultados do experimento:

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações obtidas no experimento, os cálculos realizados, em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas. O arquivo não pode exceder o tamanho de 2Mb.

- **Referências bibliográficas ABNT (quando houver).**

Resultados de Aprendizagem:

Ao final desta prática, o estudante será capaz de interpretar uma curva-chave fornecida e aplicar sua equação para estimar a vazão correspondente a uma cota crítica. Também deverá compreender a importância desse cálculo na avaliação da segurança hidráulica de estruturas como pontes. Dessa forma, desenvolverá habilidades básicas de análise quantitativa em estudos hidrológicos.

Roteiro Aula Prática



HIDROLOGIA E MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

NOME DA DISCIPLINA: HIDROLOGIA E MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Unidade: U3_ANÁLISE_DE_SISTEMAS_HIDROLÓGICOS

Aula: A2_MODELAGEM_DE_VAZÃO

OBJETIVOS

Definição dos objetivos da aula prática:

Nesta aula prática, o estudante deverá:

- Determinar o tempo de concentração de uma bacia hidrográfica;
- Calcular a intensidade máxima de precipitação usando equação IDF fornecida;
- Estimar a vazão de projeto por meio do Método Racional;
- Compreender a aplicação desses cálculos no dimensionamento de obras de drenagem urbana.

SOLUÇÃO DIGITAL:

MICROSOFT OFFICE (EXCEL E WORD)

O Microsoft Office é um conjunto de softwares de produtividade utilizado para organização, tratamento e análise de dados. Nesta aula prática, o Excel será utilizado para realizar os cálculos de velocidade média, área da seção transversal e vazão do manancial, enquanto o Word será utilizado para a elaboração do relatório final da atividade prática.

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

Procedimento/Atividade nº 1

Inserir o nome do experimento: **CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO RACIONAL**

Atividade proposta: Nesta atividade prática, você irá determinar a vazão máxima de projeto gerada por um evento extremo de chuva em uma bacia hidrográfica urbana.

Procedimentos para a realização da atividade:

A vazão de projeto é um valor fundamental para a Hidrologia, pois representa a maior vazão esperada durante uma chuva intensa, sendo utilizada no dimensionamento de estruturas como:

- Tubulações de drenagem pluvial;
- Galerias de águas pluviais;
- Pontes e bueiros;
- Canais urbanos.

Para bacias pequenas (área menor que 5 km²), utiliza-se frequentemente o Método Racional, dado por:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A$$

Onde:

- Q = vazão de projeto (m³/s)
- C = coeficiente de deflúvio (adimensional)
- i = intensidade máxima de precipitação (mm/h)
- A = área da bacia (km²)

A situação de projeto refere-se a uma bacia hidrográfica urbana delimitada no município de Araçatuba – SP, cujo ponto exutório corresponde ao local de implantação de uma tubulação de drenagem pluvial, conforme ilustrado na Figura 01.

Figura 01 – Bacia hidrográfica delimitada com ponto exutório correspondente ao local de implantação da tubulação de drenagem pluvial em Araçatuba – SP



A bacia hidrográfica possui área total:

$$A = 3,63 \text{ km}^2$$

O coeficiente de deflúvio ponderado já calculado é:

$$C = 0,62$$

O evento extremo considerado possui tempo de recorrência:

$$TR = 50 \text{ anos}$$

Os parâmetros da equação IDF para Araçatuba – SP já foram determinados previamente e devem ser utilizados diretamente nos cálculos:

- $K = 1539,561$
- $a = 0,142$
- $b = 24,999$
- $c = 0,755$

A equação IDF utilizada é:

$$i = \frac{K \cdot TR^a}{(t_c + b)^c}$$

Onde:

- i = intensidade máxima de precipitação (mm/h)
- t_c = duração da chuva (min), considerada igual ao tempo de concentração
- TR = tempo de recorrência (anos)

Para realizar esta atividade prática, o estudante deve compreender que, durante uma chuva intensa, parte da água precipitada infiltra no solo, enquanto outra parte escoar superficialmente até o ponto de saída da bacia, chamado exutório. Esse escoamento superficial é responsável por gerar vazões elevadas que precisam ser consideradas em projetos de drenagem urbana, como tubulações e obras hidráulicas.

O **Método Racional** é uma forma simplificada e amplamente utilizada para estimar a vazão máxima em bacias pequenas. Ele relaciona diretamente três fatores principais: o coeficiente de deflúvio, que representa a fração da chuva que realmente escoar; a intensidade máxima de precipitação, que depende da duração da chuva e do tempo de recorrência; e a área total da bacia. Nesta prática, o coeficiente de deflúvio ponderado C já foi determinado previamente e fornecido como $C = 0,62$. Assim, o primeiro passo do aluno será calcular o tempo de concentração da bacia, que representa o tempo necessário para que uma gota de água precipitada no ponto mais distante consiga chegar ao exutório. Para isso, utiliza-se a equação de Kirpich:

$$t_c = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

- t_c = tempo de concentração (min)
- L = comprimento do talvegue principal (km)
- H = desnível altimétrico (m)

Para Araçatuba, considere:

- Comprimento do talvegue: $L = 1,85$ km
- Cota máxima: 336 m
- Cota no exutório: 312 m

Logo:

$$H = 336 - 312 = 24 \text{ m}$$

Após obter o tempo de concentração t_c , o estudante deverá utilizá-lo como duração da chuva na equação IDF fornecida, substituindo diretamente os parâmetros de Araçatuba. Dessa forma, será possível calcular a intensidade máxima de precipitação associada a um evento extremo com tempo de recorrência de 50 anos.

Finalmente, com os valores de C , i e A conhecidos, o aluno deverá aplicar o Método Racional para determinar a vazão de projeto no exutório da bacia:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A$$

O resultado obtido representará a vazão máxima esperada durante a chuva de projeto e deverá ser interpretado como referência para o dimensionamento seguro da tubulação de drenagem urbana.

Todos os cálculos deverão ser apresentados no relatório final, com as substituições numéricas e a análise do resultado encontrado.

Avaliando os resultados:

Responda no relatório:

1. Qual foi o tempo de concentração t_c calculado para a bacia?
2. Qual foi a intensidade máxima de precipitação i obtida pela equação IDF?
3. Qual foi a vazão de projeto Q calculada pelo Método Racional?
4. Explique por que o Método Racional é recomendado apenas para bacias pequenas.

Checklist:

- ✓ Calcular o desnível H da bacia;
- ✓ Determinar o tempo de concentração t_c pela equação de Kirpich;
- ✓ Calcular a intensidade máxima i usando a equação IDF fornecida;
- ✓ Aplicar o Método Racional para obter a vazão de projeto;
- ✓ Organizar os resultados em relatório final.

RESULTADOS

Resultados do experimento:

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações obtidas no experimento, os cálculos realizados, em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas. O arquivo não pode exceder o tamanho de 2Mb.

- **Referências bibliográficas ABNT (quando houver).**

Resultados de Aprendizagem:

Ao final desta prática, o estudante será capaz de calcular o tempo de concentração, estimar a intensidade máxima de precipitação e determinar a vazão de projeto pelo Método Racional, aplicando esses conceitos no dimensionamento de obras de drenagem urbana.

Roteiro Aula Prática



HIDROLOGIA E MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

NOME DA DISCIPLINA: HIDROLOGIA E MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Unidade: U3_ANÁLISE_DE_SISTEMAS_HIDROLÓGICOS

Aula: A3_REGIMES_HIDROLÓGICOS

OBJETIVOS

Definição dos objetivos da aula prática:

Nesta aula prática, o estudante deverá:

- Compreender o que é um fluviograma e sua aplicação na Hidrologia;
- Identificar vazões mínima, máxima e média de um manancial a partir de uma série histórica;
- Aplicar o conceito de vazão de permanência Q95 para avaliação de estiagem;
- Calcular a disponibilidade hídrica outorgável de um curso d'água;
- Avaliar se um ribeirão é capaz de atender uma demanda de abastecimento.

SOLUÇÃO DIGITAL:

MICROSOFT OFFICE (EXCEL E WORD)

O Microsoft Office é um conjunto de softwares de produtividade utilizado para organização, tratamento e análise de dados. Nesta aula prática, o Excel será utilizado para realizar os cálculos de velocidade média, área da seção transversal e vazão do manancial, enquanto o Word será utilizado para a elaboração do relatório final da atividade prática.

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

Procedimento/Atividade nº 1

Inserir o nome do experimento: **ANÁLISE DE VAZÕES E DISPONIBILIDADE HÍDRICA**

Atividade proposta: Nesta atividade prática, você irá analisar as vazões e a disponibilidade hídrica de um ribeirão.

Procedimentos para a realização da atividade:

Imagine que você foi contratado como responsável técnico(a) para avaliar a capacidade de um ribeirão localizado próximo a um distrito, com o objetivo de verificar se ele possui vazão suficiente

para abastecer a população local. Sabe-se que a demanda necessária para o distrito é de aproximadamente:

$$Q_{\text{demanda}} = 5 \text{ L/s}$$

Para realizar essa avaliação, utiliza-se uma série histórica de vazões observadas no manancial ao longo dos últimos 10 anos. Esses dados são importantes porque os rios não possuem vazão constante: durante períodos chuvosos, a vazão aumenta; durante períodos secos, a vazão diminui. Assim, conhecer essa variação temporal é fundamental para determinar a disponibilidade hídrica do curso d'água.

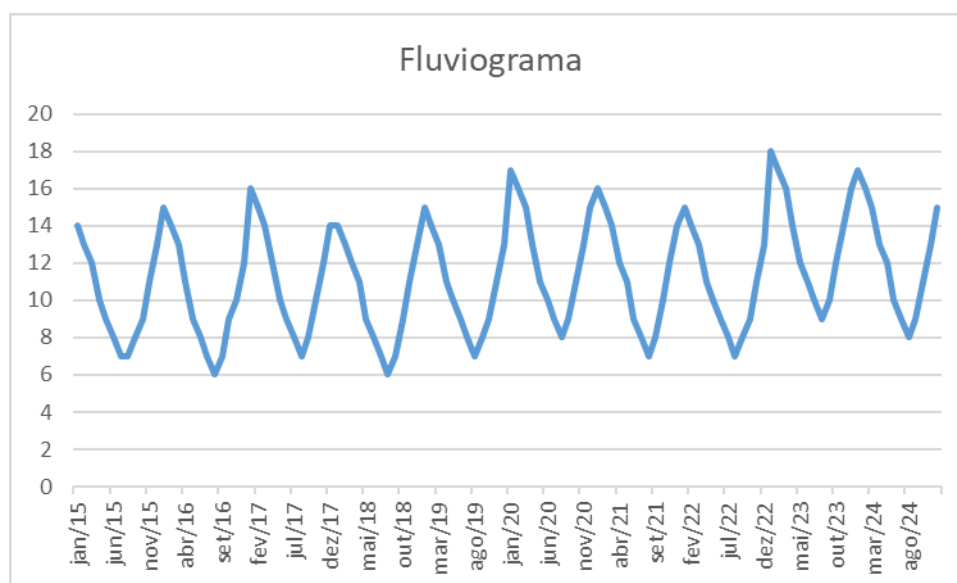
A variação das vazões ao longo do tempo pode ser visualizada por meio de um fluviograma, que é um gráfico que mostra como a vazão do rio muda mês a mês e ano a ano. Nesta prática, o fluviograma já foi elaborado e fornecido pelo docente, permitindo ao aluno concentrar-se na interpretação e nos cálculos hidrológicos básicos.

Os dados utilizados estão apresentados na Tabela 01, e o fluviograma correspondente encontra-se ilustrado na Figura 01.

Tabela 01 – Série histórica de vazões do manancial (últimos 10 anos)

Data	Vazão (L/s)	Data	Vazão (L/s)	Data	Vazão (L/s)	Data	Vazão (L/s)
jan/15	14	jan/18	14	jan/21	16	jan/24	17
fev/15	13	fev/18	13	fev/21	15	fev/24	16
mar/15	12	mar/18	12	mar/21	14	mar/24	15
abr/15	10	abr/18	11	abr/21	12	abr/24	13
mai/15	9	mai/18	9	mai/21	11	mai/24	12
jun/15	8	jun/18	8	jun/21	9	jun/24	10
jul/15	7	jul/18	7	jul/21	8	jul/24	9
ago/15	7	ago/18	6	ago/21	7	ago/24	8
set/15	8	set/18	7	set/21	8	set/24	9
out/15	9	out/18	9	out/21	10	out/24	11
nov/15	11	nov/18	11	nov/21	12	nov/24	13
dez/15	13	dez/18	13	dez/21	14	dez/24	15
jan/16	15	jan/19	15	jan/22	15		
fev/16	14	fev/19	14	fev/22	14		
mar/16	13	mar/19	13	mar/22	13		
abr/16	11	abr/19	11	abr/22	11		
mai/16	9	mai/19	10	mai/22	10		
jun/16	8	jun/19	9	jun/22	9		
jul/16	7	jul/19	8	jul/22	8		
ago/16	6	ago/19	7	ago/22	7		
set/16	7	set/19	8	set/22	8		
out/16	9	out/19	9	out/22	9		
nov/16	10	nov/19	11	nov/22	11		
dez/16	12	dez/19	13	dez/22	13		
jan/17	16	jan/20	17	jan/23	18		
fev/17	15	fev/20	16	fev/23	17		
mar/17	14	mar/20	15	mar/23	16		
abr/17	12	abr/20	13	abr/23	14		
mai/17	10	mai/20	11	mai/23	12		
jun/17	9	jun/20	10	jun/23	11		
jul/17	8	jul/20	9	jul/23	10		
ago/17	7	ago/20	8	ago/23	9		
set/17	8	set/20	9	set/23	10		
out/17	10	out/20	11	out/23	12		
nov/17	12	nov/20	13	nov/23	14		
dez/17	14	dez/20	15	dez/23	16		

Figura 01 – Fluviograma do manancial estudado (2015–2024)



Para realizar esta atividade, o estudante deverá inicialmente observar os valores de vazão apresentados na Tabela 01 e analisar o fluviograma fornecido na Figura 01. O fluviograma permite identificar, de forma visual, os períodos em que o rio apresentou maiores vazões, normalmente associados a épocas chuvosas, e os períodos em que ocorreram menores vazões, característicos da estiagem.

A **primeira etapa** consiste em determinar a vazão máxima registrada na série histórica. Esse valor representa o maior escoamento observado no período estudado e pode indicar momentos de cheia no curso d'água. Em seguida, deve-se identificar a **vazão mínima**, que corresponde ao menor valor observado e está diretamente relacionada às condições críticas de seca, sendo especialmente importante em projetos de abastecimento.

Além disso, o estudante deverá calcular a vazão média, que representa um valor típico do comportamento do manancial ao longo dos anos. A vazão média pode ser obtida somando-se todos os valores registrados e dividindo-se pelo número total de observações, ou utilizando diretamente a função de média em uma planilha eletrônica. Como referência, considera-se que a vazão média do manancial se situa em torno de:

$$Q_{média} \approx 11 \text{ L/s}$$

Entretanto, para avaliar corretamente a disponibilidade hídrica, não se utiliza apenas a vazão mínima pontual, mas sim uma vazão característica de estiagem obtida por critérios estatísticos. Um dos indicadores mais utilizados na gestão de recursos hídricos é a Q95, definida como a vazão que é igualada ou superada em 95% do tempo, sendo representativa de condições de baixa vazão. Nesta prática, a curva de permanência já foi analisada previamente e o valor fornecido para o manancial é:

$$Q_{95} = 7 \text{ L/s}$$

Em muitos estados brasileiros, a vazão máxima outorgável corresponde a uma fração da Q95. Um critério amplamente utilizado é considerar como disponível para captação até 50% desse valor:

$$Q_{disp} = 0,5 \cdot Q_{95}$$

Assim, o estudante deverá calcular a disponibilidade hídrica outorgável e compará-la com a demanda do distrito, que é de 5 L/s. Caso a demanda seja inferior ou igual à vazão disponível, o manancial poderá atender o abastecimento com segurança. Caso contrário, a captação pode comprometer o rio durante períodos secos, sendo necessário buscar alternativas como reservação ou captação complementar.

Todos os cálculos e interpretações deverão ser apresentados no relatório final, destacando a importância da Q95 como parâmetro de gestão e regularização de vazões.

Avaliando os resultados:

Responda no relatório:

1. Qual foi a vazão máxima observada na série histórica?
2. Qual foi a vazão mínima observada na série histórica?
3. Qual foi a vazão média do manancial?
4. Considerando que: $Q_{95} = 7 \text{ L/s}$, calcule a disponibilidade hídrica outorgável: $Q_{disp} = 0,5 \cdot Q_{95}$.
5. Compare o valor encontrado com a demanda do distrito (5 L/s).
6. O ribeirão é capaz de atender a demanda de abastecimento sem comprometer o manancial? Justifique.

Checklist:

- ✓ Analisar a Tabela 01 de vazões históricas
- ✓ Observar o fluviograma fornecido (Figura 01)
- ✓ Identificar a vazão máxima
- ✓ Identificar a vazão mínima
- ✓ Utilizar o valor fornecido de Q95
- ✓ Calcular a disponibilidade hídrica outorgável
- ✓ Comparar com a demanda de 5 L/s
- ✓ Elaborar o relatório final com interpretação hidrológica

RESULTADOS

Resultados do experimento:

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações obtidas no experimento, os cálculos realizados, em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas. O arquivo não pode exceder o tamanho de 2Mb.

- **Referências bibliográficas ABNT (quando houver).**

Resultados de Aprendizagem:

Ao final desta prática, o estudante será capaz de interpretar um fluviograma fornecido, determinar estatísticas básicas de vazão e calcular a disponibilidade hídrica utilizando o parâmetro Q95, avaliando a capacidade de abastecimento de um manancial.