IPH 01 014

GERENCIAMENTO DA DRENAGEM URBANA

Aula 2

Professor Joel Avruch Goldenfum
IPH/UFRGS

Aula 1

- Reservas globais e distribuicao da agua
- Usos multiplos dos Rec. Hidricos
- Distr. espaco-tempo – aleatoriedade
- Def. de Hidrologia – Hidrologia Aplic.
- Ciclo hidrologico
- Balanco hidrico
- Bacia hidrografica
- Variaveis e Termos Hidrologicos
- Efeitos Antropicos

Probabilidade e Estatistica

Os fenômenos hidrológicos naturais não podem ser reproduzidos, pelo menos na escala em que ocorrem.

Frequencia observada no passado
↓
Probabilidade de ocorrencia no futuro
(estacionariedade)

Probabilidade e Estatistica

- Estatistica
  - dados observados de um determinado processo são reunidos, formando uma amostra;
  - análise desta amostra, buscando definir a freqüência de ocorrência de certos eventos;
  - ajuste empírico.

Probabilidade e Estatistica

- Probabilidade
  - desenvolvimento, ajuste e aplicação de modelos teóricos para processos hipotéticos que possuam determinadas características;
  - inferência estatística: comparando as características do processo teórico com o processo natural, é possível selecionar alguns modelos probabilísticos para ajustar aos dados e representar este processo;
  - teste de hipótese: um dos modelos teóricos ajustados pode ser selecionado através de comparação com o modelo empírico, obtido a partir da amostra.

Probabilidade e Estatistica

Por que ajustar um modelo teórico se já existe um modelo empírico, baseado na amostra ?

- extrapolação;
- problemas de consistência e/ou representatividade da amostra.

Probabilidade e Periodo de Retorno

- Probabilidade: Frequencia com que um determinado evento e igualado ou superado (numero de vezes / tempo) → P
- Periodo de Retorno (Recorrencia): Intervalo de tempo com que **em media** um determinado evento e igualado ou ultrapassado → Tr = 1/P
- Ex.: 4 ocorrencias (igualado ou ultrapassado) em 20 anos (f = 4/20 = 0,2 = 20%)
  - P = 20%: chance de 20% de ser igualado ou ultrapassado em um determinado ano;
  - Tr = 5 anos: **em media** e igualado ou ultrapassado uma vez **em cada** 5 anos

Probabilidade e Periodo de Retorno

- Probabilidade de ser igualado ou ultrapassado em um periodo de n anos (risco permissivel):

$$RP = 1 - (1 - 1/Tr)^n$$

- Ex.: P = 20%; Tr = 5 anos
  - chance de 20% de ser igualado ou ultrapassado em um determinado ano (n=1 ano)
  - n=2 anos: chance de 36,0% de ser igualado ou ultrapassado (uma vez ou mais) em um periodo de 2 anos
  - n=5 anos: chance de 67,2% de ser igualado ou ultrapassado (uma vez ou mais) em um periodo de 5 anos
  - n=10 anos: chance de 89,3% de ser igualado ou ultrapassado (uma vez ou mais) em um periodo de 10 anos

Séries hidrológicas

- Series historicas: conjunto de valores observados (Precipitacao, vazao, etc.)
- séries anuais:
  - valores máximos ocorridas em cada ano.
  - são desprezados os outros valores máximos ocorridos dentro do ano.
  - o segundo ou terceiro maior valor num determinado ano pode ser superior ao maior valor observado num ano menos chuvoso.
- séries parciais:
  - utilizam valores máximos escolhidos a partir de um determinado patamar selecionado.
  - patamar escolhido para não incluir valores pequenos e para existir pelo menos um valor por ano.
  - eventos devem ser independentes entre si.

Séries hidrológicas

- Series devem ser:
  - **representativas:** dados existentes permitem estimar corretamente a probabilidade;
  - **homogeneas:** alteracoes no sistema (BH) nao produzem mudancas significativas no seu comportamento (estatisticas nao sao alteradas)
- Incertezas:
  - erros de medicao e processamento
  - nao homogeneidade
  - falta de representatividade
- Verificar estacionariedade:
  - aumento da urbanização
  - construção de reservatórios ou diques
  - desmatamento
- Verificar representatividade:
  - Tamanho
  - Qualidade
  - Periodo atipico

Escoamento em rios e reservatórios

- Deslocamento da água na superfície da bacia, nos rios, canais e reservatórios:
  - uma das parcelas mais importantes do ciclo hidrológico
  - trata da ocorrência e do transporte da água na superfície terrestre.
- regido por leis físicas
- representado quantitativamente por variáveis como:
  - vazão
  - profundidade
  - velocidade
- descrito por equações de conservação de massa, energia e quantidade de movimento (equações de Saint Vénant)

Escoamento em rios e reservatórios

- Escoamento permanente ou nao-permanente:
  - Permanente: sem variacao no tempo
    - cálculo de remanso em rios
    - análise de perfil de cheias
    - escoamento em estiagem
    - base para a análise da qualidade da água
    - dimensionamento de obras hidráulicas.
  - Nao-permanente: varia no tempo
    - ocorre na maioria dos problemas hidrológicos de escoamento superficial e de rios e canais
- Escoamento uniforme ou variado:
  - Uniforme: sem variacao no espaco
    - escoamento permanente uniforme: gradiente de profundidade com o espaço nulo e velocidade constante
  - Variado: varia no espaco

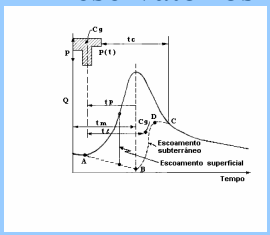
Escoamento em rios e reservatórios

- Características da bacia que afetam o escoamento
  - área
  - forma
  - relevo
    - densidade de drenagem
    - declividade do rio ou bacia
    - depressões acumuladoras e retentoras de água
  - condições da superfície do solo e do subsolo
    - vegetação
    - capacidade de infiltração do solo
    - constituição geológica do subsolo
  - obras de controle e utilização da água a montante
    - irrigação ou drenagem do terreno
    - canalização ou retificação de cursos d'água
    - derivação de água da ou para a bacia
    - barragens
    - …

Escoamento em rios e reservatórios

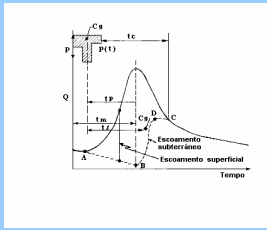
- Escoamento superficial
  - parcela do ciclo hidrológico em que a água se desloca na superfície da bacia
  - abrange:
    - excesso de precipitação que ocorre logo após uma chuva intensa e que se desloca livremente pela superfície da bacia hidrográfica
    - escoamento de um rio, que pode ser alimentado tanto pelo excesso de precipitação como pelas águas subterrâneas.
  - em bacias urbanas é regido pela interferência do homem através de superfícies impermeáveis e sistemas de esgotos pluviais.

Escoamento em rios e reservatórios



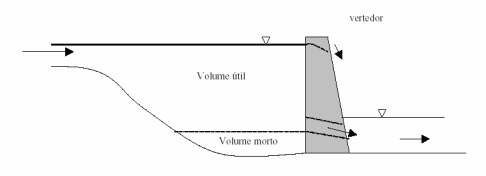
- hidrograma:
  - gráfico que relaciona a vazão no tempo.
  - resultado da interação de todos os componentes do ciclo hidrológico entre a ocorrência da precipitação e a vazão na bacia hidrográfica

Escoamento em rios e reservatórios

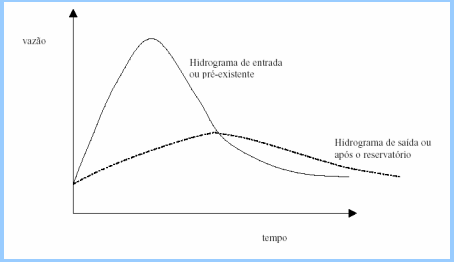


- t_l, tempo de retardo
- t_p, tempo do pico
- t_c, tempo de concentração
- t_m, tempo de ascensão
- t_b, tempo de base
- t_e, tempo de recessão

Escoamento em reservatórios: regularizacao das vazoes



Escoamento em reservatórios: regularizacao das vazoes



Escoamento em reservatórios: regularizacao das vazoes

- Usos dos reservatorios: regularização da vazão ao longo do tempo
  - Usos consuntivos:
    - atendimento do abastecimento de água para a população
    - irrigação de áreas agrícolas
  - Usos nao consuntivos:
    - regularização do nível de água para navegação de um rio;
    - regularização da vazão para produção de energia elétrica;
    - regularização da vazão para diluição de poluentes e conservação ambiental de um rio
    - controle de inundações de um rio.