



HIP 11

HIDROLOGIA II

Aula 9

Professor Joel Avruch Goldenfum
IPH/UFRGS





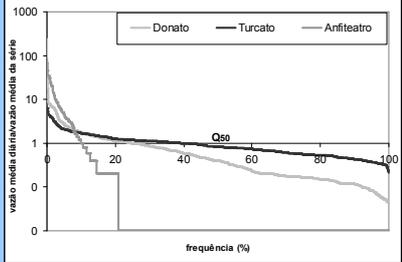
Curva de permanência ou de duração

- A curva de permanência é o gráfico representativo da porcentagem de duração do tempo total das vazões médias (diárias, mensais, anuais) fixado em ordem decrescente.
- Indica a porcentagem do tempo em que um determinado valor de vazão foi igualado ou superado durante o período de observação.
- Para facilidade de utilização, o somatório das frequências é muitas vezes expresso em porcentagem do tempo ao invés de número de dias.





Curva de permanência ou de duração



Curva de permanência ou de duração



- A curva de permanência pode ser considerada como uma hidrograma em que as vazões são arranjadas em ordem de magnitude.
- Permite visualizar de imediato a potencialidade natural do rio, destacando a vazão mínima e o grau de permanência de qualquer vazão.
- Para fins de geração de energia, define-se a energia primária de uma usina como aquela correspondente a uma potência disponível para vazões entre 90 e 100 % do tempo.



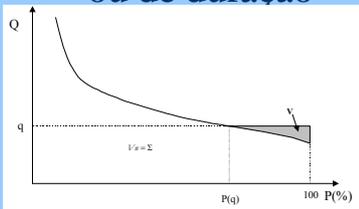
Curva de permanência ou de duração



- As curvas de duração constituem um instrumento valioso de comparação entre bacias hidrográficas distintas.
- Costuma-se utilizar essa curva em termos de descarga específica ($m^3/s.km$ ou $l/s.km$) ou também adimensionalizado pela vazão média.
- As curvas de duração adimensionais podem ser usadas em estudos regionais, em áreas sem dados medidos.



Curva de permanência ou de duração

volume necessário para regularizar a vazão q : $V = Vr - Vn$

Volume do retângulo: $Vr = [1 - P(q)] \cdot q \cdot n \cdot \Delta t$

Volume da curva de permanência:
 $Vn = \sum [(q_i + q_{i+1})/2] \cdot [P(q_{i+1}) - P(q_i)] \cdot n \cdot \Delta t$

Δt = intervalo de tempo das vazões



Curva de permanência ou de duração

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

- Supõe cálculo em um período único de estiagem:
 - Tendência de superestimar volumes para séries longas
 - Solução: utilizar em período crítico definido
- Útil para curvas de permanência regionais
- Despreza Evaporação: resultados subestimados
 - Sem problemas no SE
 - Problemas no S
 - Muito importante no NE

Curva de freqüência de vazões mínimas

$$P [Q_D \leq Q_i] = F(Q)$$

F(Q) é a função de distribuição de probabilidades,
 Q é a vazão em estudo,
 P é a probabilidade
 Q_i é a vazão escolhida.
 Q_D é a vazão com duração D (1 dia, 7 dias ou 30 dias)
 Para se obter esses valores, seleciona-se a menor vazão média de D dias consecutivos.

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Curva de freqüência de vazões mínimas

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Curva de frequência de vazões mínimas




- Para uma série de N anos, obtém-se N vazões mínimas anuais de duração D. O ajuste estatístico pode ser obtido através do uso de uma distribuição estatística adequada
- O tempo de retorno representa, em média, o tempo que vazões menores ou iguais a Q_D ocorreram. A probabilidade P é o risco de ocorrerem vazões menores ou iguais a Q_D em um ano qualquer.
- É importante ressaltar que esse método admite uma vazão média de duração D e não considera sua flutuação dentro do período D.
- Além disto, o período de retorno se refere à chance média de ocorrência e à probabilidade num determinado ano.
- Para a vida útil do projeto, é necessário utilizar a equação de probabilidade para N anos consecutivos.

Curva de frequência de vazões mínimas



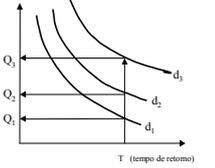
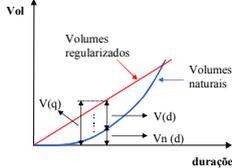

A curva de probabilidade de vazões pode ser adimensionalizada por uma vazão Q_m , o que permite a comparação de bacias distintas:

$$P [Q_D / Q_m \leq Q / Q_m] = G(Q / Q_m)$$

Um procedimento análogo pode ser utilizado para o caso de vazões máximas e médias. Neste caso, as vazões são ordenadas de forma decrescente.

Curva de frequência de vazões mínimas



volume total para uma vazão regularizada q (duração d):
 $V(q) = q \cdot d; \quad V(q) = Vn(d) + V(d)$

disponibilidade hídrica natural do curso d'água:
 $Vn(d) = Q(d, T)d$

Volume necessário p/ regularizar a demanda q:
 $V(d) = \{ [q - Q(d, T)d.k] \}_{\text{máximo}}$

K = fator de conversão (k = 86400 para t em dias)



Disponibilidade Hídrica

- Características da oferta
 - Disponibilidade varia com Q
 - Dependente do clima local
 - Incertezas:
 - Mudança no uso do solo
 - Variabilidade climática
 - Mudança climática





Disponibilidade Hídrica

- Variáveis características
 - Variáveis anuais:
 - Q_p
 - $Q_{máx}$ média anual
 - $Q_{mín}$: $Q_{7,10}$, Q_{90} , Q_{95} , menor valor obs.
 - Variáveis sazonais:
 - Idem anual → Mês, Trimestre semestre
 - Funções hidrológicas
 - Curva de prob de Q (mín,méd,máx)
 - Curva de permanência
 - Curva de Regularização





Disponibilidade Hídrica

- Usos dos Recursos Hídricos
 - Usos consuntivos (abastecimento, irrigação)
 - Dispon. Máx: $Q_{méd}$
 - Dispon. Mín: estatística c/ risco de atendim.
 - Usos não-consuntivos (energia/navegação)
 - Q_{90}
 - Ambientais:
 - Cenários dependentes das alterações no sistema hidrológico
 - Qualidade da água: Efluentes de usos (abastec., irrigação)
 - Condições ambientais
 - Usos Múltiplos
 - Abastecimento
 - Irrigação
 - Energia
 - Navegação





Bacia do Amazonas

- Inundações ribeirinhas em vasta área
- um grande evento por ano
- população habituada com enchentes
- Manaus e Belém: inundações devido à alta intensidade das chuvas tropicais
- inundações urbanas e ribeirinhas trazem doenças de veiculação hídrica

Bacia do Tocantins

Problemas semelhantes à Bacia do Amazonas:

- sazonalidade bem definida
- inundações ribeirinhas
- doenças de veiculação hídrica



Bacia do Atlântico N-NE

- Condições amazônicas ao Norte
- Condições semi-áridas nas cabeceiras
- clima litorâneo no trecho inferior
- forte gradiente de precipitação
- ocupação de espaço de risco: Mearim, Capiberibe, Mundaú
- urbanização: Fortaleza, Recife, Maceió, Teresina





Bacia do São Francisco

- Nasce em região úmida
- escoia para região semi-árida
- Cabeceira: Região Metropolitana de BH - inundações geradas p/ urbanização
- leito do São Francisco e afluentes: inundações ribeirinhas (1979)





Bacia do Atlântico Leste

- Variabilidade climática no sentido N-S (Norte: menor vazão)
- inundações ribeirinhas e devido à urbanização em várias sub-bacias
- bacia do Paraíba do Sul: ocupação de áreas ribeirinhas
- inundações p/ urbanização: Rio de Janeiro, Salvador, Vitória e Aracaju (grande densificação urbana)
- ocupação de áreas de grande declividade + chuvas intensas: deslizamentos





Bacia do Paraná-Paraguai

- Inundações ribeirinhas com frequência: rios Iguaçu, Paraná e afluentes - Tietê
- prática inadequada da drenagem urbana: enchentes urbanas em todas cidades
- Pantanal: impactos na população devido a variabilidade climática: áreas permanentemente inundadas





Bacia do Uruguai

- Inundações ribeirinhas são principal problema regional
- população ocupa planície de inundação
- alagamento de áreas urbanas: Uruguaiana, Itaqui, São Borja
- alagamento de áreas rurais exploradas p/ arroz e pecuária





Bacia do Atlântico S-SE

- Inundações ribeirinhas em quase todas bacias litorâneas: Ribeira do Iguaçu, Itajaí-Açu, Tubarão
- Inundações devido à urbanização nas cidades: Porto Alegre, Florianópolis, Joinville





UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

**CD – cartao – Aguas do Brasil
MMA**

DISPONIBILIDADE HIDRICA

**REGIOES HIDROGRAFICAS
BRASILEIRAS**

**PRINCIPAIS USOS DOS
RECURSOS HÍDRICOS**
(Fonte: Plano Nacional de Recursos Hídricos; FGV, 1998.
Plano Nacional de Recursos Hídricos; DNAEE, 1984)
