IPH 01 014

GERENCIAMENTO DA DRENAGEM URBANA

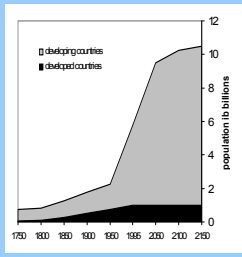
Aula 3

Professor Joel Avruch Goldenfum
IPH/UFRGS

- Ciclo hidrológico natural:
  - Processos físicos
  - Processos químicos
  - Processos biológicos
- Ação antrópica:
  - Alterações no ciclo hidrológico
  - Impactos
    - Sistema natural
    - Sociedade

População Urbana

- grande proporção de população urbana na América Latina (>75%);
- Várias cidades com população acima de 1 milhão;
- crescimento rápido, sem planejamento e com grande quantidade de população favelada



População Urbana

Tabela 1 Crescimento da população brasileira e a taxa de urbanização (IBGE, 1998)

Ano	População Milhões de habitantes	Parcela da população urbana %
1970	93,1	55,9
1980	118,0	68,2
1991	146,8	75,6
1996	157,1	78,4
2000[1]	169,0	81,1

1 – valor recente publicado pelo IBGE

População Urbana

Tabela 2 População e Crescimento de algumas cidades brasileiras (IBGE, 1998)

Cidade	População em 1996 Milhões	Aumento do núcleo entre 91 e 96 %	Aumento da periferia entre 91 e 96 %
S. Paulo	16,667	2	16,3
R. deJaneiro	10,532	1,3	7,1
B. Horizonte	3,829	3,5	20,9
P. Alegre	3,292	2,0	9,4
Recife	3,258	3,7	7,4
Salvador	2,776	6,6	18,1
Fortaleza	2,639	11,1	14,7
Curitiba	2,349	12,3	28,2
Belém	1,629	-8,1	157,9

Sistemas hídricos urbanos

- Mananciais
  - Fontes de água para abastecimento
  - Superficiais: rios e lagos
    - Quantidade de água disponível varia com o tempo
    - Podem ser utilizados reservatórios de regularização
  - Subterrâneos: aqüíferos
    - Água armazenada no sub-solo – bombeamento
    - Cidades pequenas e médias
- Abastecimento de água
  - Utilização da água disponível no manancial
  - Captação, ETA, rede de distribuição
  - Importantes investimentos (públicos)

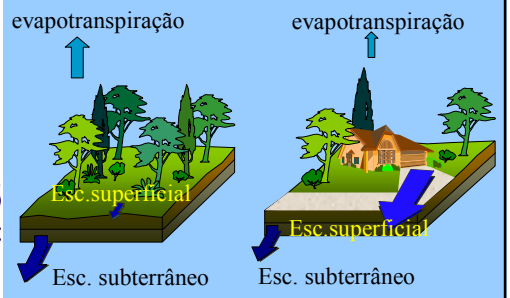
Sistemas hídricos urbanos

- Saneamento de efluentes cloacais
  - Sistema de coleta, transporte, tratamento e disposição
  - Efluentes residenciais, comerciais e industriais
- Drenagem urbana
  - Rede de coleta de águas pluviais
  - Coleta de resíduos sólidos
  - Tratamento
  - Retorno aos cursos d'água
- Controle de inundações ribeirinhas
  - Sistemas de proteção a enchentes naturais

Impactos da urbanização

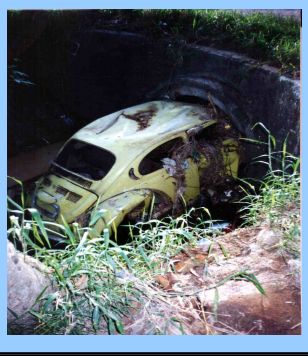
- Questões:80% da pop. enfrenta problemas :
  - degradação ambiental dos mananciais
  - poluição orgânica e química
  - contaminação dos rios
  - enchentes urbanas
  - Coleta e disposição inadequada:
    - esgotos cloacais
    - esgotos pluviais
    - resíduos sólidos
  - ausência de tratamento dos efluentes
  - conflitos e limitações institucionais
  - ocupação inadequada de espaços
  - Erosão e sedimentação

Impactos da urbanização



Impactos da urbanização

Impactos da urbanização



Impactos da urbanização

- Aumento do escoamento superficial
- redução da evapotranspiração
- redução do escoamento subterrâneo
- antecipação e aumento da vazão máxima
- erosão - perda de solo
- contaminação de mananciais
- resíduos sólidos - coleta e disposição

Contaminação dos Mananciais

- A bacia hidrográfica é ocupada de forma desordenada devido a legislação equivocada;
- nos grandes mananciais superficiais, grandes bacias, o impacto se deve a falta de tratamento de esgotos, controle do pluvial, poluição difusa rural, etc.
- nos mananciais subterrâneas: contaminação com as fossas, exploração deficiente de poços, contaminação de áreas de recarga, etc;
- reservatórios urbanos: eutrofização e toxicidade;
- redução da disponibilidade devido a escassez da qualidade.

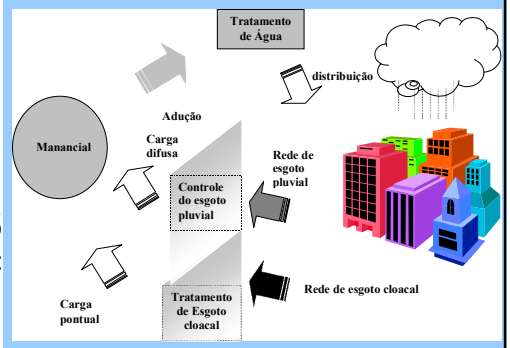
Ciclo de problemas no esgotamento sanitário

- O planejamento e a construção do sistemas são baseadas em práticas de países desenvolvidos que não consideram as reais necessidades locais, resultando em investimentos com baixo retorno.
  - Por exemplo, em Acra, Ghana, após 20 anos apenas 130 ligações foram realizadas ao sistema de esgoto, previsto para 2000 ligações.
- Falta de gerenciamento: dificuldades em financiamento, pouco contato com os clientes e centralização;
- Grandes projetos: projetos com grandes custos no qual o pagamento dificilmente pode ser realizado pela população pobre;
- Desempenho ruim da operação e manutenção dos sistemas

Ciclo de problemas no esgotamento sanitário

- Cidades menores ou pequenas áreas urbanas se desenvolvem com fossas sépticas;
- com o crescimento, é projetada uma rede cloacal, mas não é prevista a ligação;
- a rede e a estação de tratamento trabalham com baixo volume de esgoto;
- a rede de drenagem drena o esgoto
- os mananciais são contaminados
- as cidades vão buscar mananciais cada vez mais distante;
- proliferação de doenças

Ciclo de contaminação



Fontes de poluição das águas

esgotos sanitários:

- higiene pessoal
- cocção de alimentos
- lavagem de utensílios

- prédios residenciais
- prédios comerciais
- prédios administrativos
- prédios hospitalares
- prédios industriais

Fontes de poluição das águas

resíduos sólidos:

- rejeitos industriais
- rejeitos hospitalares
- rejeitos da agricultura

- composição depende de:
  - nível educacional
  - poder aquisitivo
  - hábitos e costumes

da população

Fontes de poluição das águas

águas residuárias industriais:

- águas de processo (contato com matéria prima)
- águas de refrigeração
- águas sanitárias (banheiros e cozinhas)

águas de drenagem urbana:

- lavagem do solo:
  primeiros 15 min ↑ *"first-flush"*

Fontes de poluição das águas

fontes atmosféricas:

- chuva ácida
- abertura na camada de ozônio
- efeito estufa

fontes acidentais:

- derramamentos de óleo
- explosões e acidentes nucleares (Chernobyl)

Doenças de veiculação hídrica

- Falta de água de qualidade adequada
  - diarréia
- Higiene inadequada da população
  - Problemas de educação
- Ambiente e disposição da água
  - Malária
  - Dengue
  - Esquistossomose
- Inundações
  - Leptospirose (urina de ratos)

Doenças de veiculação hídrica

Mortalidade devido a doenças de veiculação hídrica no Brasil (Mota e Rezende, 1999)

Idade	Infecção Intestinal		Outras(*)	
	1981	1989	1981	1989
< 1 ano	28.606	13.508	87	19
1 e 14 anos	3.908	1.963	44	21
> 14 anos	2.439	3.330	793	608

*cólera, febre tifóide, poliomielite, dissentiria, esquistossomose, etc

Proporção da cobertura de serviços, por grupos de renda do Brasil em % (Mota eRezende, 1999)

Domicílios SM	Água tratada		Coleta de esgoto		Tratamento de Esgoto	
	1981	1989	1981	1989	1981	1989
0 - 2	59,3	76,0	15	24,2	0,6	4,7
2 – 5	76,3	87,8	29,7	39,7	1,3	8,2
> 5	90,7	95,2	54,8	61,2	2,5	13,1
Todos	78,4	89,4	36,7	47,8	1,6	10,1

SM = salário mínimo

Impactos devido aos resíduos sólidos

- *No estágio inicial:*
  - Modificação da cobertura da bacia pela retirada da sua proteção natural
  - solo fica desprotegido e a erosão aumenta no período chuvoso,
  - predominância de sedimentos e pequena produção de lixo;

Impactos devido aos resíduos sólidos

- *No estágio intermediário:*
  - parte da população está estabelecida,
  - ainda existe importante movimentação de terra devido a novas construções
  - produção de lixo da população se soma ao processo de produção de sedimentos.

Impactos devido aos resíduos sólidos

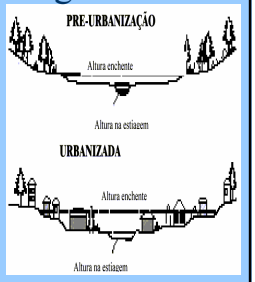
- *No estágio final:*
  - Praticamente todas superfícies urbanas estão consolidadas
  - apenas resulta produção de lixo urbano, com menor parcela de sedimentos de algumas áreas de construção ou sem cobertura consolidada.
  - sólidos totais são devido a:
    - Freqüência e cobertura da coleta de lixo;
    - Freqüência da limpeza das ruas;
    - Forma de disposição do lixo pela população;
    - Freqüência da precipitação

Enchentes ≠ Alagamento

Inundações em áreas ribeirinhas:

Quando a população ocupa o leito maior do rio (inundado, em média, uma vez a cada 2 anos).

Decorrência do processo natural do ciclo hidrológico.



freqüência dos alagamentos.

Impactos de enchentes ribeirinhas

- perdas materiais e humanas;
- interrupção da atividade econômica;
- contaminação por doenças de veiculação hídrica;
- contaminação da água.

Impactos de enchentes devido à urbanização

- redução da infiltração no solo;
- aumento do escoamento superficial;
- aumento das vazões máximas;
- redução do escoamento subterrâneo;
- redução da evapotranspiração

Drenagem Urbana: Abordagem Higienista (“tradicional”)

- **Evacuação rápida dos excessos pluviais por canais e condutos enterrados**
- **Soluções caras e, muitas vezes, ineficientes**

Apenas transfere para jusante as inundações. A população perde duas vezes: custo mais alto e maiores inundações.

➔ Canais e condutos podem produzir custos 10 vezes maiores que o controle na fonte;

➔ a canalização aumenta os picos para jusante

Drenagem Urbana: Abordagem Ambientalista ou Compensatória (“alternativa”)

- Manutenção e recuperação de ambientes, de forma a os terem saudáveis tanto interna quanto externamente à área urbana.
- Medidas de controle devem ser integradas ao planejamento ambiental do meio urbano

Medidas Estruturais

Modificam o sistema para reduzir o risco de cheias, pela implantação de obras para conter, reter ou melhorar a condução de escoamentos.
Ex.: barragens, diques, reflorestamento.

Ação sobre o hidrograma:

- Aumento da eficiência do escoamento
- Diques e estações de bombeamento
- Infiltração ou percolação
- Armazenamento

Ação na bacia hidrográfica:

- Distribuída ou na fonte: atua sobre lotes, praças e passeios.
- Na microdrenagem: age sobre o hidrograma resultante de um ou mais loteamentos ($A < 2km^2$).
- Na macrodrenagem: controle sobre áreas maiores do que $2\ km^2$ ou sobre os principais riachos urbanos.

Medidas Não-Estruturais

Procuram reduzir impactos sem modificar o risco das enchentes naturais (por ações de convivência com as enchentes).
Ex.: regulamentação do uso da terra, previsão e alerta, seguro.

- **Estipulação dos princípios básicos**
  - Princípios que regem o processo de controle.
- **Ações de apoio aos princípios básicos**
  - **Legislação:** disciplinamento do uso e ocupação do solo (Plano Diretor) e códigos associados.
  - **Normas e procedimentos técnicos:** Manual de Drenagem.
- **Ações de preparação da sociedade**
  - Educação Ambiental;
  - Capacitação de Recursos Humanos;
  - Sistema de Alerta e Defesa Civil.

Tabela 7 Comparação dos aspectos da água no meio urbano

Infra-estrutura urbana	Paises desenvolvidos	Brasil
Abastecimento de água	Resolvido, cobertura total	Grande parte atendida, tendência de redução da disponibilidade devido a contaminação, grande quantidade de perdas na rede
Saneamento	Cobertura quase total	Falta de rede e estações de tratamento; as que existem não conseguem coletar esgoto como projetado;
Drenagem Urbana	Controlado os aspectos quantitativos; Desenvolvimento de investimentos para controle dos aspectos de Qualidade da água	Grandes inundações devido a ampliação de inundações; Controle que agrava as inundações através de canalização; Aspectos de qualidade da água nem mesmo foram identificados.
Inundações Ribeirinhas	Medidas de controle não-estruturais como seguro e zoneamento de inundação	Grandes prejuízos por falta de política de controle

Enfoque convencional

Gerenciamento Integrado

Planejamento Ambiental

- Tratamento de águas residuárias
- Aspectos político-administrativos
- Medidas preventivas de preservação dos Recursos Hídricos

Tratamento de águas residuárias

- Tratamento Preliminar:
  remoção de sólidos grosseiros
- Tratamento Primário:
  remoção de material em suspensão
- Tratamento Secundário:
  remoção de sólidos dissolvidos
- Tratamento Terciário ou Avançado:
  remoção de nutrientes, organismos patogênicos e metais pesados

Aspectos político-administrativos

- Constituição Estadual e Federal: preservação do meio ambiente em geral e dos Recursos Hídricos em particular
- Agir em contexto regional (bacias hidr)
- Conflitos (quali-quant.) do uso da água: necessidade de sistema de gerenc. de RH Lei 10350 - Comitês de Bacias
- Interdisciplinariedade da gestão dos Recursos Hídricos

Medidas Preventivas

- Zoneamento de usos do solo: planejamento territorial
  - áreas de preservação de mananciais
  - reservas florestais
  - áreas agrícolas
  - distritos industriais
  - áreas de expansão urbana

Medidas Preventivas

- controle da urbanização:
  - IMPACTO ZERO
  - ordenar crescimento urbano
  - dispositivos de controle
    - infiltração
    - retenção
    - detenção
  - Zoneamento: evitar ocupação de áreas sujeitas a inundação (ribeirinhas)

Medidas Preventivas

- Reutilização do lixo (papéis, metais, plásticos, vidro)
- Disposição adequada dos resíduos
- Racionalização no uso de agrotóxicos e fertilizantes
- Técnicas adequadas de manejo e uso do solo: controle da erosão

Aspectos Institucionais

- Até 1990 - DNOS
- Secretaria de Desenvolvimento Regional
- Ministério da Integração Nacional

- Competência concorrente entre Município, Estado e Federação:
  - legislação sobre uso do solo: municipal
  - proteção ambiental, controle da poluição, saúde pública e segurança: Estados e União

Aspectos Institucionais

Drenagem Urbana:

- Gestão setorizada
- envolve meio ambiente e controle da poluição: competência concorrente
- Exercida isoladamente, sem contato com municípios vizinhos na mesma bacia
- medidas desenvolvidas dentro do município, por legislação municipal e ações estruturais específicas
- Tendência: municípios introduzirem diretrizes de macrozoneamento urbano, incentivados pelos Estados

Aspectos Institucionais LEGISLAÇÃO FEDERAL:

CONSTITUIÇÃO FEDERAL (1988):

- compete à União planejar e promover a defesa permanente contra as calamidades públicas, especialmente as secas e as inundações

Aspectos Institucionais LEGISLAÇÃO FEDERAL:

LEI FEDERAL 9433 (1997):

- Política Nacional de Recursos Hídricos
  - Fundamentos:
    - água é um bem de uso público
    - água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico
    - em situações de escassez, o uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação de animais
    - gestão deve proporcionar o uso múltiplo
    - bacia hidrográfica é a unidade de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos
    - gestão deve ser descentralizada

Aspectos Institucionais
LEGISLAÇÃO FEDERAL:

LEI FEDERAL 9433 (1997):

- Política Nacional de Recursos Hídricos
  - Instrumentos:
    - Planos de Recursos Hídricos
    - enquadramento dos corpos d'água
    - outorga dos direitos de uso
    - cobrança pelo uso
    - compensação a municípios
    - Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos

Aspectos Institucionais
LEGISLAÇÃO FEDERAL:

LEI FEDERAL 9433 (1997):

- Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
  - Objetivos:
    - coordenar a gestão integrada
    - arbitrar administrativamente os conflitos
    - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos
    - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos
    - promover a cobrança pelo uso

Aspectos Institucionais
LEGISLAÇÃO FEDERAL:

LEI FEDERAL 9433 (1997):

- Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
  - Integrantes:
    - Conselho Nacional de Recursos Hídricos
    - Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos
    - Comitês de Bacia Hidrográfica
    - órgãos dos poderes públicos cujas competências se relacionem com a gestão dos Rec.Hidrícos
    - Agências de Água

Aspectos Institucionais
LEGISLAÇÃO FEDERAL:

LEI FEDERAL 9984 (2000):

- Criação da Agência Nacional de Águas
  - entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de gerenciamento de Recursos Hídricos
  - Art. 4º : atuação

Aspectos Institucionais
LEGISLAÇÃO MUNICIPAL:

Planos Diretores Urbanos:

- Uso do solo
- Legislações ambientais
- Pouca referência à drenagem urbana

Aspectos Institucionais
LEGISLAÇÃO MUNICIPAL:

- Belo Horizonte:
  - Plano de Desenvolvimento Urbano (1996):
  - Detenções para compensar impermeabilização
  - Exceção: parecer técnico

Aspectos Institucionais
LEGISLAÇÃO MUNICIPAL:

- Porto Alegre:
  - PDDUA (2000)
  - Desenvolvimento urbano
  - Uso do solo
  - Legislação Ambiental
  - PDDrU

Aspectos Institucionais
LEGISLAÇÃO MUNICIPAL:

- Outros Planos de Drenagem:
  - Sto.André
  - Caxias do Sul
  - Farroupilha
  - Curitiba (RMC-SUDERHSA)
  - São Paulo
  - São Carlos
  - RJ, NE, CO, N (??)

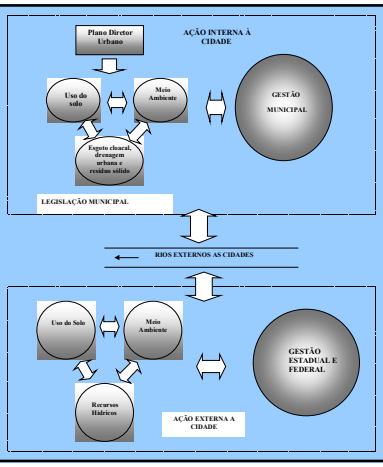
Aspectos Institucionais

Alternativas p/ controle institucional da drenagem sobre mais de um município:

- legislação municipal adequada para cada município
- legislacão estadual que estabeleça padrões p/ os municípios, de forma a não transferir impactos
- uso dos dois procedimentos anteriores

longo prazo: alt. 3

curto prazo: alt. 1, até que os Comitês de Bacia e os Planos Estaduais desenvolvam a regulamentação setorial



Medidas de Controle

- Não há programa sistemático de controle de enchentes envolvendo seus diferentes aspectos
- desorganização, em nível federal e estadual, sobre controle de enchentes;
- atendimento realizado após cada cheia
- ações isoladas:
  - zoneamento da planície de inundação
  - legislação de zonas de uso especial, definidas pela restrição de ocupação e de construções abaixo de certas cotas
  - Planos Diretores de Drenagem Urbana

Medidas de Controle

EDUCAÇÃO:

- Falta de conhecimento sobre controle de enchentes por parte dos planejadores e legisladores
- pouca informação técnica sobre o assunto na graduação da Engenharia e Arquitetura
- falta de informação da população