

HIP 11
HIDROLOGIA II
Aula 12


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Professor Joel Avruch Goldenfum
IPH/UFRGS

1




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

2




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

3




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

4




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

5




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

6







UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

7




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

8




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

9

Enchentes ≠ Alagamento

Inundações em áreas ribeirinhas:
Quando a população ocupa o leito maior do rio (inundado, em média, uma vez a cada 2 anos).
Decorrencia do processo natural do ciclo hidrológico.

PRE-URBANIZAÇÃO
URBANIZADA

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

10

Impactos da urbanização

evapotranspiração

Esc. superficial

Esc. subterrâneo

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

11

Impactos da urbanização

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

12

Impactos da urbanização

- Aumento da vazão de pico (até 6 a 7 vezes);
- aumento do volume de escoamento superficial
- redução do tempo de concentração

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

13

Impactos da urbanização

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

14

Impactos da urbanização

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

15

Impactos da urbanização

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

16

Impactos da urbanização

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

17

Impactos da urbanização

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

18

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

19

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: aquíferos
 - 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)

20

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

21

Sistema de proteção contra inundações de Porto Alegre

- Diques externos
- Diques internos
- Condutos forçados
- Casas de bombas

22

Sistemas hídricos urbanos

Tabela 7. Contaminação dos aspectos da água no meio urbano - Brasil

Infra-estrutura urbana	Fontes de contaminação	Brasil
Abastecimento de água	Reservatórios, cobertura total	Grande parte atendida, incidência de redução da disponibilidade devido a contaminação, grande quantidade de perdas na rede
Saneamento	Cobertura quase total	Falta de rede e estação de tratamento; as que existem não conseguem coletar efluentes corretamente
Drenagem Urbana	Controlado em aspectos quantitativos. Desencorajamento de investimentos. Para controle dos aspectos da Qualidade da água	Grandes inundações devido a ampliação de áreas urbanizadas. Controle que gera as inundações através de canalizações.
Instituição RDB's	Módulos de controle não-estruturados como saneamento e gerenciamento de inundação	Aspectos de qualidade da água tem poucos dados identificados. Grandes prejuízos por falta de política de controle

23

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 subterrâneos: 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.

24

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

25

Doenças de veiculação hídrica


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

26

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;

27




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.




28




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



29




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




30




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




31



Princípios de controle

- **IMPACTO ZERO:** Novos desenvolvimento não podem aumentar a vazão de pico das condições naturais (ou prévias) novos loteamentos;
- planejar o **conjunto da bacia** para controle do volume;
- **evitar a transferência** dos impactos para jusante.



32




Princípios de controle

1. A bacia como sistema: os impactos de quaisquer medidas não devem ser transferidos
2. Medidas de controle no conjunto da bacia: controle realizado através de medidas estruturais associadas a medidas não-estruturais
3. Não ampliar a cheia natural
4. Controle permanente
5. Os meios: Plano Diretor Urbano, Legislações Estadual/Municipal, Manual de Drenagem
6. Educação: população, profissionais e administradores




33




Plano Diretor de Drenagem Urbana

- **Objetivo:** criar os mecanismos de gestão da infraestrutura urbana relacionados com o escoamento das águas pluviais e dos rios na área urbana
- **Cenários:**
 - Condições atuais;
 - PDDUA;
 - Tendencial;
 - Máximo




34



O Manual de Drenagem Urbana

- acompanha os estudos do Plano Diretor de Drenagem Urbana
- busca orientar os profissionais que planejam e projetam a drenagem urbana e a ocupação de áreas ribeirinhas nas cidades.
- O manual orienta, mas não obriga a utilização dos critérios estabelecidos; os únicos elementos limitantes são os da legislação pertinente.
- Cabe ao projetista orientar seus projetos dentro do conhecimento existente sobre o assunto, do qual o manual é apenas uma parte.



35



Low Impact Development

- Preservar os caminhos naturais do escoamento : infiltração e ravinamento;
- Aplicável para novos desenvolvimentos
- Implementar a ocupação urbano preservando os talvegues e dispondo residências e prédios com espaços que permita a infiltração das áreas permeáveis
- Minimizar o armazenamento
- Geralmente com custo 25% menor que o uso de armazenamento e drenagem natural
- Exemplo de Saturnino de Brito no anos 20.



36

Renaturalização

37

Renaturalização

Seul

38

Estágios da Drenagem urbana

Anos	Período	Características
Até 1970	Higienista	Abastecimento de água sem tratamento de esgoto, transferência para jusante do escoamento pluvial por <u>canalização</u>
1970-1990	Corretivo	Tratamento de esgoto, <u>ampliamento</u> quantitativo da drenagem e controle do impacto existente da qualidade da água pluvial. Envolve principalmente a atuação sobre os impactos.
1990 - ?	sustentável	Planejamento da ocupação do espaço urbano obedecendo os mecanismos naturais de escoamento. Controle dos micro-poluídeos, da poluição difusa e o desenvolvimento sustentável do escoamento pluvial através da recuperação da <u>infra-estrutura</u>

Medida de Controle: Pavimento poroso

40

Medida de Controle: Pavimento poroso

41

Medida de Controle: Pavimento poroso

42

Medida de Controle: Pavimento poroso

43

Medida de Controle: Pavimento poroso

44

Medida de Controle: Pavimento poroso

45

Medida de Controle: Pavimento poroso

Data	Precip. (mm)	Dir. Prev. (h/a)	Pavimento resinado com pórtico					Pavimento resinado em bloco variado								
			Vel. Sec. (km/h)	Vel. Trans. (km/h)	Vel. Long. (km/h)	Vel. Lat. (km/h)	Vel. Esp. (km/h)	Vel. Sec. (km/h)	Vel. Trans. (km/h)	Vel. Long. (km/h)	Vel. Lat. (km/h)	Vel. Esp. (km/h)				
11/9/2014	24,24	4,36	0,83	6,20	9,20	8,11	0,00	1,17	0,92	1,09						
12/9/2014	83,94	11,53	5,03	1,52	13,04	8,32	0,06	1,47	1,25	0,86						
14/9/2014	33,94	11,14	0,62	0,00	3,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
15/9/2014	25,80	4,16	1,83	0,20	4,31	1,16	1,80	1,06	0,72	1,12						
17/9/2014	33,82	4,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
17/9/2014	37,84	20,07	7,81	0,24	7,74	11,11	0,00	0,88	0,74	0,72						
17/9/2014	35,13	20,31	6,74	0,18	6,54	9,32	0,00	0,74	0,64	0,63						
18/9/2014	14,25	10,00	4,18	0,11	8,11	4,14	0,00	0,00	0,00	0,00						
18/9/2014	12,53	42,41	6,03	0,13	13,11	11,11	1,00	0,51	0,40	0,41						
11/07/2014	20,78	20,11	8,76	0,01	14,00	11,00	1,00	0,00	0,00	0,00						
20/05/2014	13,82	20,10	3,74	0,07	46,33	1,10	0,82	0,81	0,25	1,00						
11/06/14	10,74	23,24	4,61	0,01	10,21	1,00	2,70	0,00	0,00	0,00						
11/06/14	28,22	13,53	3,21	0,47	17,08	15,36	2,53	0,30	0,13	0,63						

Medida de Controle: Pavimento poroso

Medida de Controle: Trincheira de infiltração

Medida de Controle: Trincheira de infiltração

TRINCHEIRA I

Medida de Controle: Trincheira de infiltração

TRINCHEIRA II

Medida de Controle: Trincheira de infiltração

Medida de Controle: Trincheira de infiltração

Medida de Controle: Poço de infiltração

Medida de Controle: Poço de infiltração

Medida de Controle:
Microreservatório

CORTE A - A

55

Medida de Controle:
Microreservatório

56

Medida de Controle:
Telhado reservatório

57

Medida de Controle:
Telhado reservatório

58

Medida de Controle:
Bacia de detenção

59

Medida de Controle:
Bacia de detenção

60

Medida de Controle:
Bacia de detenção

61

Sistema de controle

- Controle na fonte: dentro de um desenvolvimento (lote, loteamento, etc)
 - Infiltração
 - Armazenamento
- Controle na micro-drenagem: drenagem secundária.
- Controle na macro-drenagem (rios urbanos):
 - Detenção
 - Retenção

62

Infiltração: Vantagens

- redução das vazões máximas à jusante;
- redução do tamanho dos condutos;
- aumento da recarga do aquífero;
- preservação da vegetação natural;
- redução da poluição transportada para os rios;
- impermeabilização do solo de algumas áreas pela falta de manutenção;
- aumento do nível do lençol freático, atingindo construções em subsolo.

63

Infiltração:
Não é recomendável quando

- Profundidade do lençol freático no período chuvoso menor que 1,20 m, abaixo da superfície infiltrante;
- Camada impermeável a 1,20 m ou menos da superfície infiltrante;
- A superfície infiltrante está preenchida (ao menos que este preenchimento seja de areia ou cascalho limpos);
- Os solos superficiais e subsuperficiais são classificados, segundo o SCS, como pertencentes ao grupo hidrológico D, ou a taxa de infiltração saturada é menor que 7,60 mm/h, como relatado pelas pesquisas de solo do SCS;

64

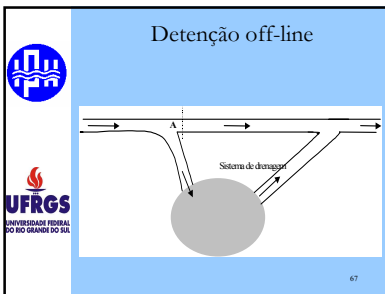
Dispositivo	Características	Vantagens	Desvantagens	Considerações gerais para a infiltração de esgoto
Placa + Valvula (Linha de drenagem)	Gerando, deve ser mantido em nível constante que permita a infiltração normal.	Permite infiltração de parte da água para o solo.	Placa com dimensão > 10% não deve ser usada por tempo de instalação, além de não ser adequada para solos com capacidade de infiltração.	Permissível de nível freático no período chuvoso > 1,20 m. A camada impermeável deve > 1,20 m de profundidade. Taxa de infiltração de solo aquoso saturado > 7,60 mm/h.
Placa + Valvula (Linha de drenagem)	Gerando, deve ser mantido em nível constante que permita a infiltração normal.	Permite infiltração de parte da água para o solo.	Placa com dimensão > 10% não deve ser usada por tempo de instalação, além de não ser adequada para solos com capacidade de infiltração.	Permissível de nível freático no período chuvoso > 1,20 m. A camada impermeável deve > 1,20 m de profundidade. Taxa de infiltração de solo aquoso saturado > 7,60 mm/h.
Perforação permeável	Superfície construída com areia, permitindo a infiltração normal.	Permite infiltração da água.	Não deve ser utilizada para solos com alta capacidade de infiltração.	Permissível de nível freático no período chuvoso > 1,20 m. A camada impermeável deve > 1,20 m de profundidade. Taxa de infiltração de solo aquoso saturado > 7,60 mm/h.
Perforação impermeável	Valvulas com capacidade de retenção de água.	Reduzem o risco de contaminação por vazamentos.	Pode ocorrer o efeito de retenção de água por tempo de instalação, além de não ser adequada para solos com capacidade de infiltração.	Permissível de nível freático no período chuvoso > 1,20 m. A camada impermeável deve > 1,20 m de profundidade. Taxa de infiltração de solo aquoso saturado > 7,60 mm/h.

65

Medidas na macrodrenagem

- detenção: são reservatórios mantidos secos na maior parte do tempo e são utilizados para controle de pico, ou seja controle quantitativo;
- Retenção: são reservatórios mantidos com lâminas de água que têm a função de reduzir o pico e melhoria da qualidade da água. Por exemplo, banhedouros ou reservatórios urbanos.
- As retenções necessitam de maior volume e mais espaço;
- As detenções fechadas podem custar até 7 vezes as enterradas (sem considerar desapropriação).
- A primeira parte da precipitação efetiva (~25 mm) possui 90% da carga poluente.

66

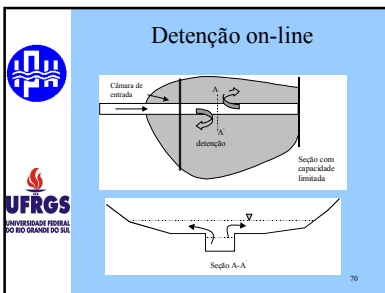


Detenção off-line

OS PRINCÍPIOS BÁSICOS

1. O fluxo de água é interrompido e a água é armazenada em um reservatório de retenção.
2. O fluxo de água é liberado por um vertedouro, que pode ser controlado para regular o fluxo de saída.
3. Quando o fluxo de água é liberado, a água é direcionada para o sistema de drenagem.

68



Controle na Fonte:
Bacias de Amortecimento

Vantagens verificadas:

- Solução de problemas sem a transferência para jusante;
- Custo inferior à maioria das obras de ampliação;
- Melhoria na qualidade da água nas bacias de retenção;
- Aumento da conscientização ambiental (técnicos e comunidade).

Principais dificuldades:

- Falta de informação da população sobre o funcionamento das bacias;
- Dificuldade de utilização das áreas de praia;
- Dificuldade de implantação das bacias a céu aberto devido à contribuição de esgoto misto e grande quantidade de lixo carreada pela drenagem;
- Escassez de recursos financeiros;
- Falta de capacitação dos profissionais da área.

71






SUSTENTABILIDADE EM DRENAGEM URBANA: ESTRUTURA ADEQUADA PARA CADA CASO

tripé básico:
 atividade econômica,
 meio ambiente
 bem-estar da sociedade

BMP – SUDS - LID

- **Conduto Forçado Álvaro Chaves**
 - ampliação das redes de drenagem (micro e macro)
 - contexto urbano na área não permite a adoção de medidas de controle compensatórias
- **Bacia do Arroio Moínho**
 - ampliação da rede pluvial existente, em conjunto com a utilização de reservatórios de detenção em pontos estratégicos
 - a consolidação do espaço urbano impedita a indicação de alternativas de controle na fonte
- **Implantação de novos empreendimentos**
 - implantação de reservatórios de detenção
 - medidas de controle baseadas em infiltração ou LID

73



Aspectos político-administrativos

- Constituição Estadual e Federal: preservação do meio ambiente em geral e dos Recursos Hídricos em particular
- Agir em contexto regional (bacias hídr)
- 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


74



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

75




Aspectos Institucionais

Drenagem Urbana:

- Gestão setorializada
- 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

76




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

77



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

78




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

79




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

80



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.Hídricos
 - Agências de Água

81

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

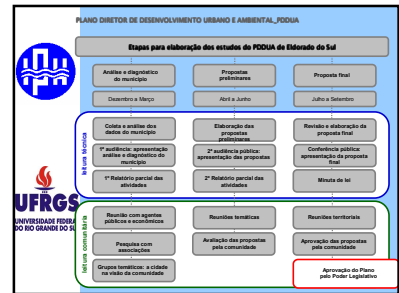
82

Aspectos Institucionais LEGISLAÇÃO MUNICIPAL:

Planos Diretores Urbanos:

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

83



Aspectos Institucionais LEGISLAÇÃO MUNICIPAL:

Belo Horizonte:

- Plano de Desenvolvimento Urbano (1996):
- Detecções para compensar impermeabilização
- Exceção: parecer técnico

85

Aspectos Institucionais LEGISLAÇÃO MUNICIPAL:

Porto Alegre:

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

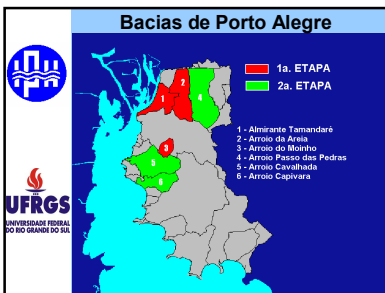
86

Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre

OBJETIVOS:

- detecção dos principais pontos críticos no sistema de drenagem da cidade e proposta de soluções para os problemas constatados;
- obtenção de diretrizes para planejamento do sistema de drenagem de Porto Alegre;
- obtenção de subsídios para a regulamentação do PDDUA.

87



Bacia do Arroio do Moínho

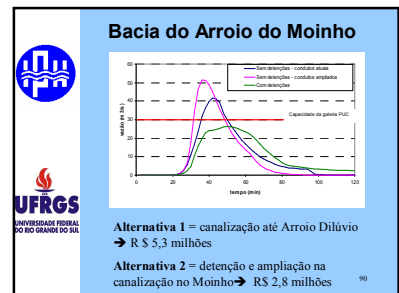
Sub-bacia do Arroio Dilúvio

Área: 4,50 km²
 Comprimento: 4,0 km
 Desnível: 200,0 m
 Taxa Impermeável: 41%
 População: 30000 hab

Solução proposta:

Implantação de coletor geral com TRÊS bacias de amortecimento

89



Aspectos Institucionais
LEGISLAÇÃO MUNICIPAL:

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

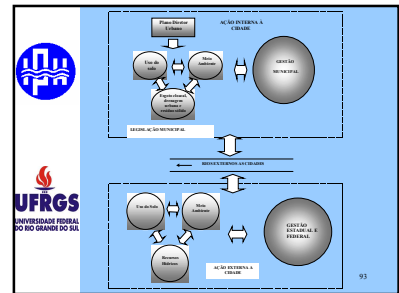
Aspectos Institucionais

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

- legislação municipal adequada para cada município
- legislação 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:

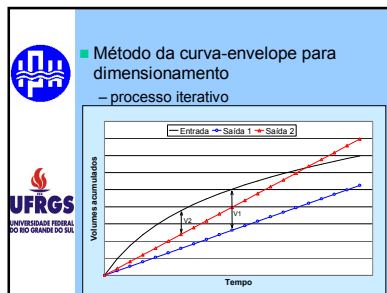
- Falta de conhecimento sobre controle de enchentes por parte dos planejadores e legisladores
- pouca informação técnica sobre o assunto na graduação da Engenharia e Arquitetura
- falta de informação da população

Conclusões

- Na fonte: medidas sustentáveis e controle do desenvolvimento urbano com preservação dos mecanismos naturais de escoamento
- Macro-drenagem: *já ocupado*: controle da expansão e gestão entre ampliar a capacidade e armazenamento de acordo com os espaços disponíveis
- *Expansão*: legislação e reserva de espaço

Métodos de dimensionamento

- Caderno de Encargos do DEP-PMPA (<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/>):
 - A < 200 ha → Método Racional
 - A ≥ 200 ha → SCS-CN + HUT do SCS
 - Curvas I-D-F: Aeroporto, 8ºDISME, IPH, Redenção
 - Reservatórios de amortecimento:
 - Microdrenagem: Vol = 0,02 A_i ou Vol = 0,04 A_i
 - Macrodrenagem:
 - Entrada: HUT do SCS
 - Determinação do Volume: Curva Envelope - Tempo crítico
 - Simulação da bacia de amortecimento: Método de Puls
- Decreto proposto



Metodologia para Pré-Dimensionamento

PRÉ-DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO DE DISPOSITIVOS DE CONTROLE PLUVIAL NA FONTE

André Luiz Lopes da Silveira e Joel Avruch Goldenfum
Instituto de Pesquisas Hidráulicas - UFRGS
Porto Alegre - RS - andre@iph.ufrgs.br

$$V_{min} = \left[\frac{C_{100}}{\sqrt{60}} \sqrt{P} T^2 - \frac{C_{100}}{\sqrt{60}} \sqrt{P} T \sqrt{60} \right]^2$$