



Gestão das Águas urbanas e a Drenagem

Carlos E. M. Tucci

Instituto de Pesquisas Hidráulicas

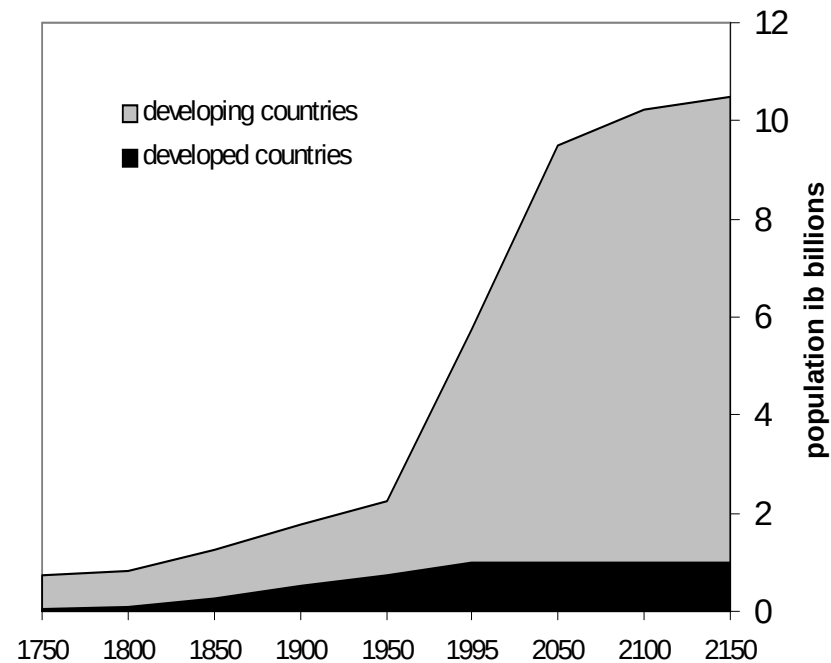
UFRGS – Porto Alegre-RS Brasil

Conteúdo

- ☐ Desenvolvimento urbano e a fonte de impacto na gestão das águas
 - ☐ As fases da Gestão das Águas Urbanas
 - ☐ Vulnerabilidade urbana
 - ☐ Gestão da Bacia e da Cidade
 - ☐ Plano de Águas Pluviais
-

Desenvolvimento Urbano

- Grande taxa de crescimento em países em desenvolvimento;
- Redução nos países desenvolvidos
- Taxa de estabilização de 2,1 filhos por casal;
- A urbanização reduz a natalidade e o Brasil deve estabilizar sua população em cerca de 220 milhões



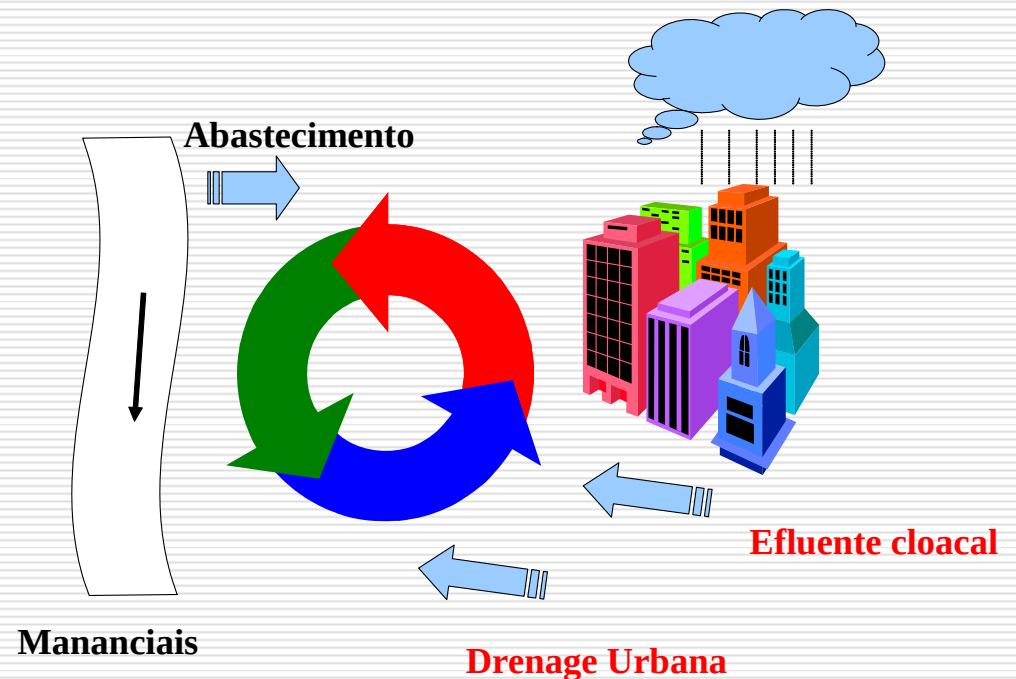
Crescimento urbano no Brasil

- ❑ 50% da população em cidades acima de 100 mil habitantes
- ❑ O país tende a estabilização da população (~2,1 filhos por casal).
- ❑ 83% da população (urbana) ocupam ~ 1% do território brasileiro
- ❑ Crescimento alto de periferia
- ❑ Desenvolvimento irregular
- ❑ Cidade legal e ilegal

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

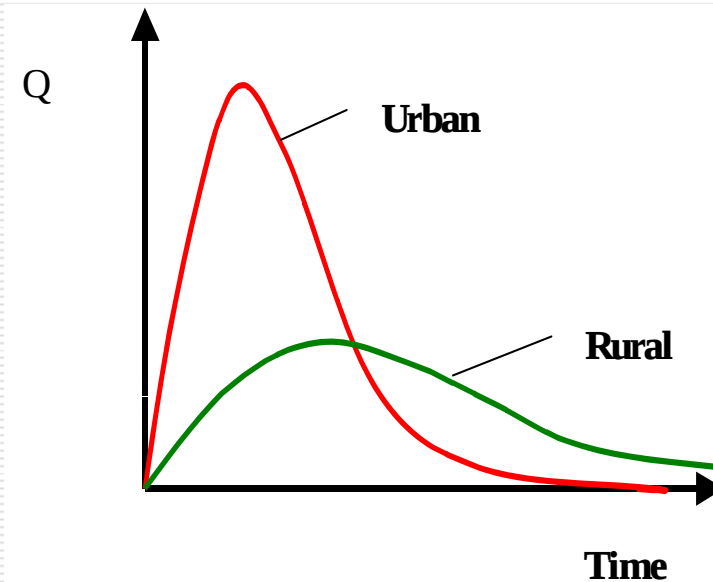
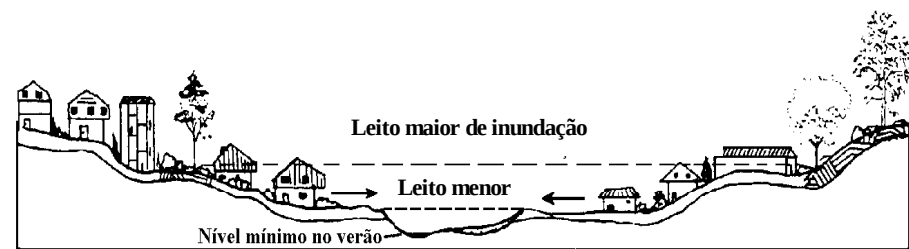
Ciclo de contaminação

- ❑ Retirada de água a montante
- ❑ Despejo a jusante sem tratamento dos efluentes;
- ❑ Transferência dos impactos para jusante;
- ❑ Sempre haverá uma cidade a montante e outra a jusante com o crescimento urbano
- ❑ Ciclo de impactos generalizados



Águas Pluviais

- *Inundações ribeirinhas*: inundações naturais resultado da flutuação dos rios durante os períodos secos e chuvosos. Os problemas ocorrem devido a ocupação das áreas de riscos pela população.
- *Inundações devido a urbanização (drenagem urbana)*: escoamento em áreas urbanizadas, geralmente pequenas bacias. A urbanização amplia as vazões devido a canalização e a impermeabilização do solo.



Impactos da urbanização

- ❑ Aumento da vazão máxima, frequência da inundação devido a impermeabilização e canalização;
- ❑ Aumento da erosão, resíduos sólidos e da carga de poluentes com redução da qualidade da água de jusante.
- ❑ Escorregamento de encostas.
- ❑ Doenças de veiculação hídrica: leptospirose e outras
- ❑ Inundações ribeirinhas

Estágios das águas urbanas em países desenvolvidos

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>amortecimento</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-poluentes, da poluição difusa e o desenvolvimento sustentável do escoamento pluvial através da recuperação da <u>infiltração</u> .

Vulnerabilidades urbanas

- ❑ Redução da disponibilidade hídrica
 - ❑ Agravamento ambiental: qualidade da água, emissão de gases, fragmentação dos ambientes.
 - ❑ Vulnerabilidades ao: Aumento da frequência das inundações urbanas e seus efeitos, saúde, etc.
-

Agravamento Ambiental

- ❑ Altas cargas sem tratamento nas cidades de cabeceiras = contaminação das fontes de água e impacto ambiental
 - ❑ Colapso nas cidades com grande densidade habitacional
 - ❑ redução da capacidade de recuperação dos ambientes pela maior flutuação e períodos críticos.
-

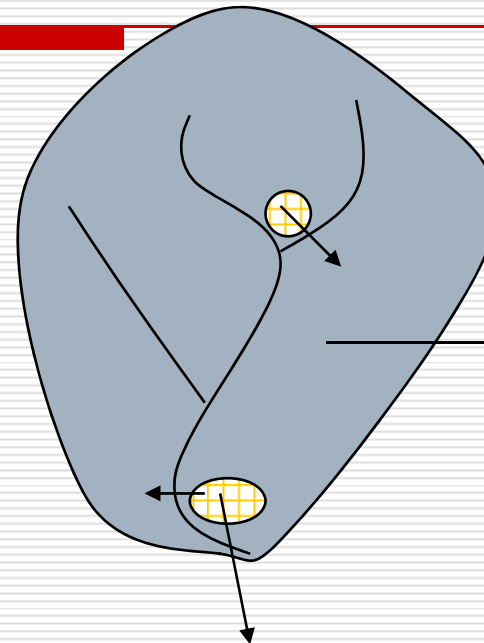
Gestão da bacia e da cidade

Espaço	Domínio	Gestores	Instrumento	Característica
Bacia Hidrográfica ¹	Estado ou Governo Federal	Comitê e Agências	Plano de bacia	Gestão da quantidade e qualidade da água no sistema de rios que formam a bacia hidrográfica, evitando a transferência de impactos
Município ²	Município ou Região Metropolitana	Município	Plano Diretor urbano e Plano integrado de Esgotamento, Drenagem Urbana e Resíduo Sólido	Minimizar os impactos de quantidade e qualidade dentro da cidade, nas pequenas bacias urbanas e não transferir impactos para o sistema de rios.

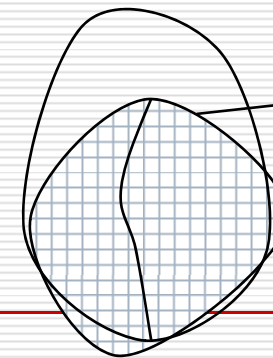
1 – bacias de grande porte (> 1000 km²); 2 – área de abrangência do município e suas pequenas sub-bacias de macrodrenagem (< 50 km²). Os valores de áreas são indicativos e podem se alterar para cidades de grande porte

Escalas da Gestão das bacias hidrográficas

- ❑ Bacias de médio e grande porte e o espaço de desenvolvimento urbano;
- ❑ A gestão da bacia dos recursos hídricos inter-municipal é Estadual ou Federal
- ❑ As águas urbanas são condições de contorno internas
- ❑ A gestão das águas urbanas é municipal ou inter-municipal



Gestão Estadual
ou Federal – A
Gestão das
Águas urbanas é
uma condição
de contorno
interna

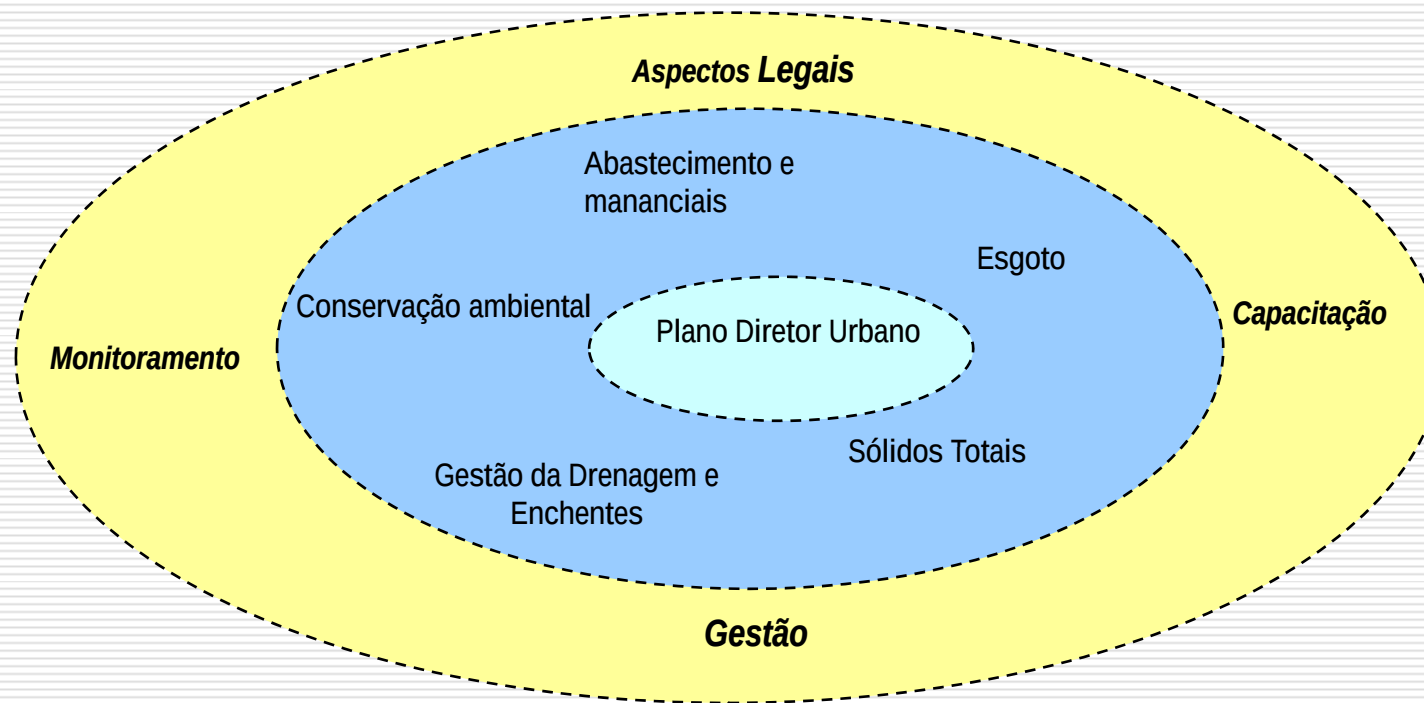


Gestão
municipal
ou inter-
municipal

Interface entre as Gestão da Bacia e da Cidade

- ❑ O comitê de bacia define as suas metas de enquadramento
 - ❑ As cidades têm como meta atingir as condições de enquadramento dos trechos que contribuem por meio de medidas de gestão das águas urbanas da cidade = Plano de Saneamento ambiental da cidade
-

Gestão Integrada das Águas Urbanas

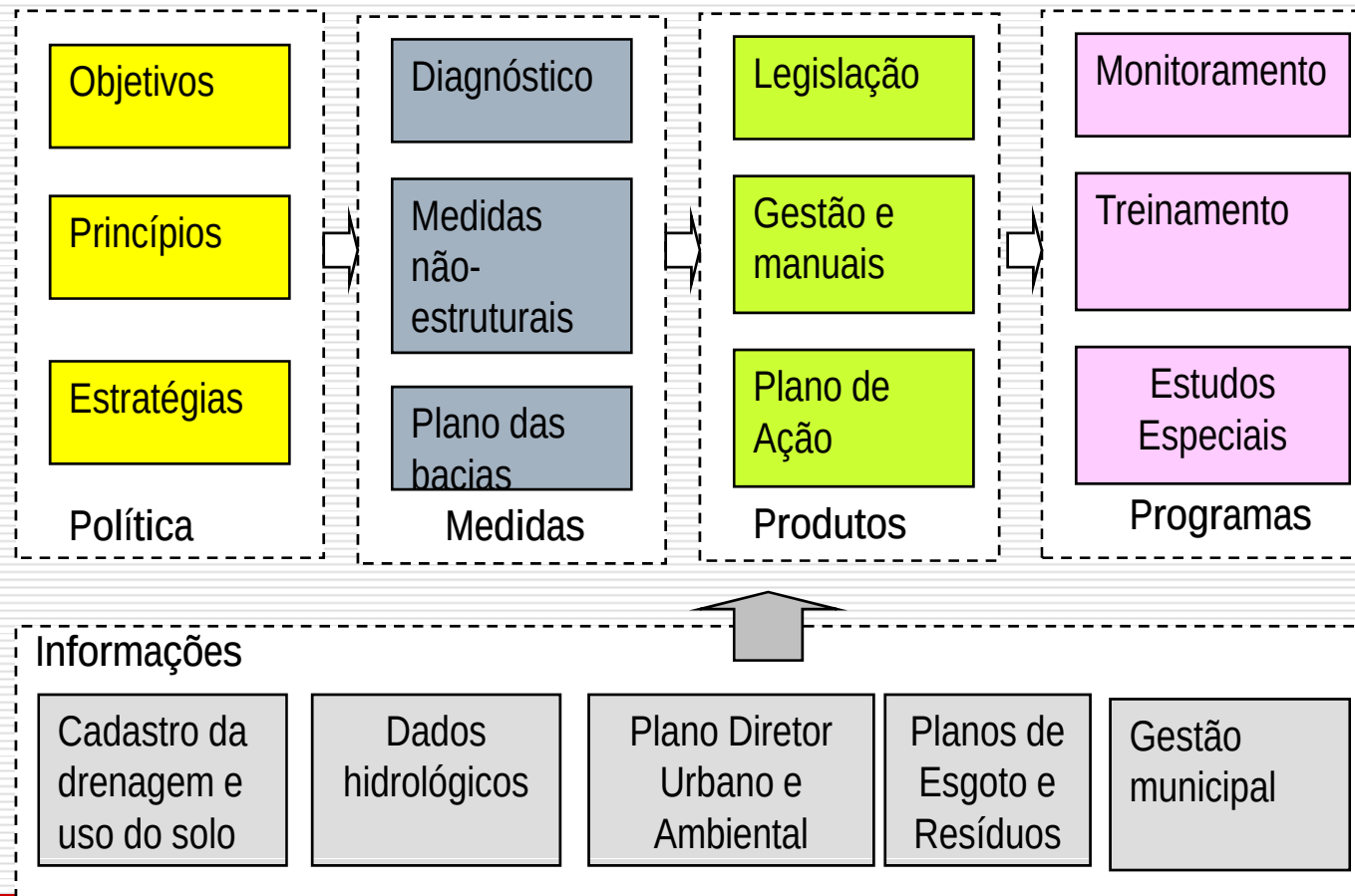


Interface entre os Planos

- ❑ A interface entre os diferentes componentes externos ao Plano de Águas Pluviais é essencial;
- ❑ O ideal é um Plano único com cada um dos componentes
- ❑ Para cidades maiores provavelmente são necessários planos independentes, mas com o componente de interface;
- ❑ Nas cidades menores poderá ser elaborado um único plano



Plano Diretor de Águas Pluviais



Estratégias e Cenários

- ❑ Medidas Não-estruturais : para o desenvolvimento futuro
 - ❑ Medidas Estruturais: Plano de Obras por bacia hidrográfica
 - ❑ Projeto para Cenários futuros de desenvolvimento urbano contido no Plano Diretor urbano
-

Metas

- ❑ Eliminar os locais de alagamento para um determinado risco e cenário de desenvolvimento urbano;
- ❑ Reduzir a poluição pluvial em 80% para o cenário de planejamento;
- ❑ Reduzir a valores internacionais aceitáveis a quantidade de resíduos sólidos na drenagem

Medidas não-estruturais

- ❑ legislação e regulamentação sobre o aumento da vazão devido a urbanização e a ocupação da área de risco de áreas ribeirinhas;
 - ❑ gestão dos serviços urbanos relacionados com as águas pluviais.
-

Padrões de Regulação: USA

Impacto	Critérios de controle
Qualidade da água	Tratar 85% do volume de escoamento médio de um ano, traduzido por uma precipitação total diária
Erosão	Controle a chuva de 1 ano por 24 horas na retenção para evitar erosão
Inundação na macrodrenagem	Controle da chuva de projeto de T tempo de retorno (10, 25 ou outro)
Chuvas extremas ou inundação ribeirinha	Gestão para a área ribeirinha e controle para inundação de 100 anos

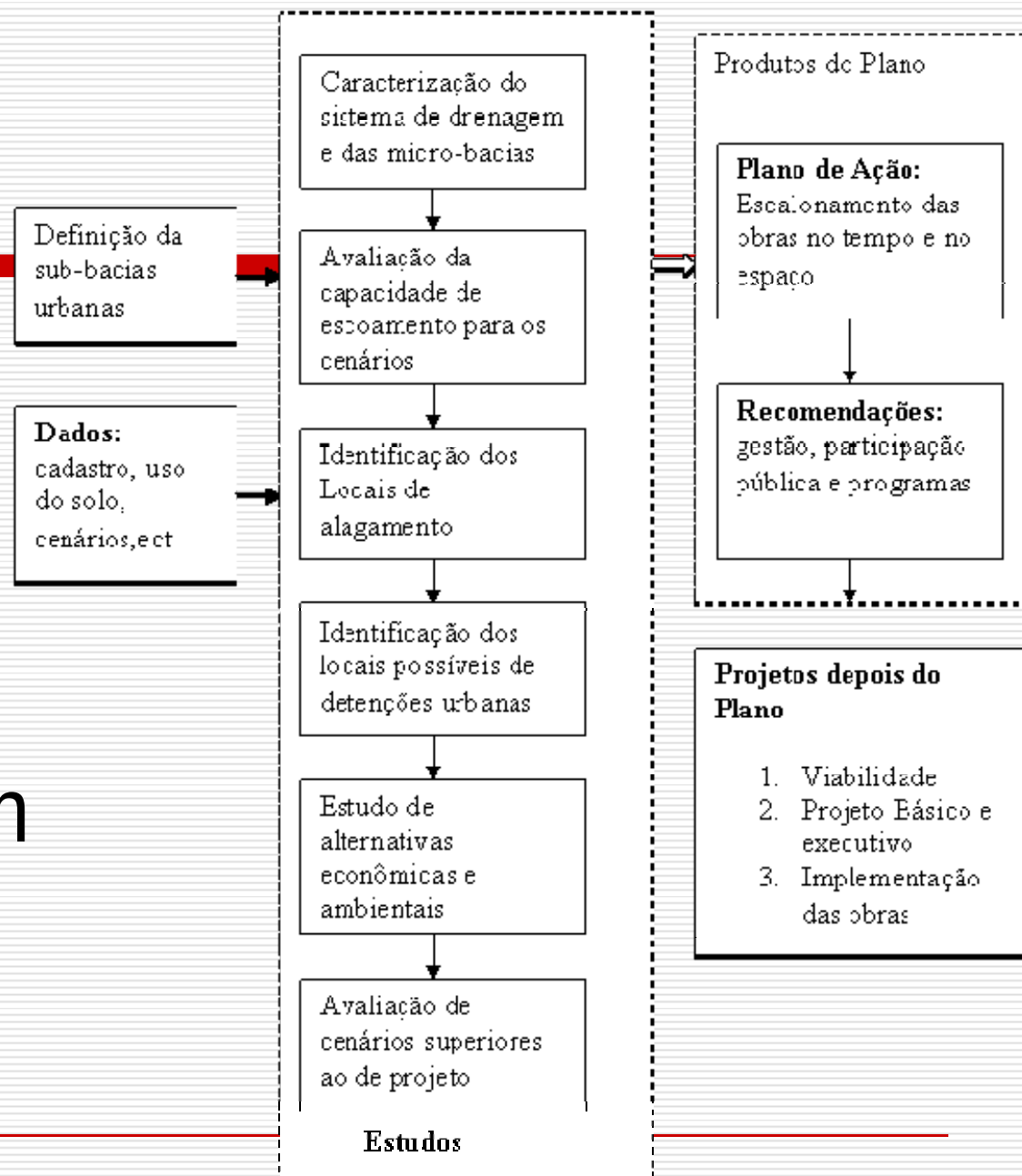
Controle do Pico

- Procura evitar que a vazão de novos empreendimentos sejam maiores ou iguais ao de pré-desenvolvimento.
- Necessário definir o risco de controle, a vazão de pré-desenvolvimento e relações que permitam estimar as medidas de controle.
- Critério utilizado em Porto Alegre para a vazão de pré-desenvolvimento se baseia no tempo de retorno de 10 anos.
- O controle é realizado pelo conduto de ligação com a rede pública

Resultados depois de 6 anos

- de 40 estruturas de armazenamento, localizadas em áreas públicas e privadas, em sua grande maioria bacias de retenção.
- A maior parte das estruturas são construídas em areia ou grama, e localizam-se em áreas privadas, principalmente loteamentos.
- Das 40 estruturas implantadas, 9 são operadas pelos próprios loteamentos e 31 são operadas pela prefeitura.
- De acordo com o projeto dos reservatórios, em média são necessários 100 m³/ha (10 l/m²) de armazenamento para controle do impacto causado pela urbanização. A maior parte das bacias possui até 10.000 m³ de volume.
- Economia da Prefeitura da ordem de R\$ 7 milhões anuais em custos evitados

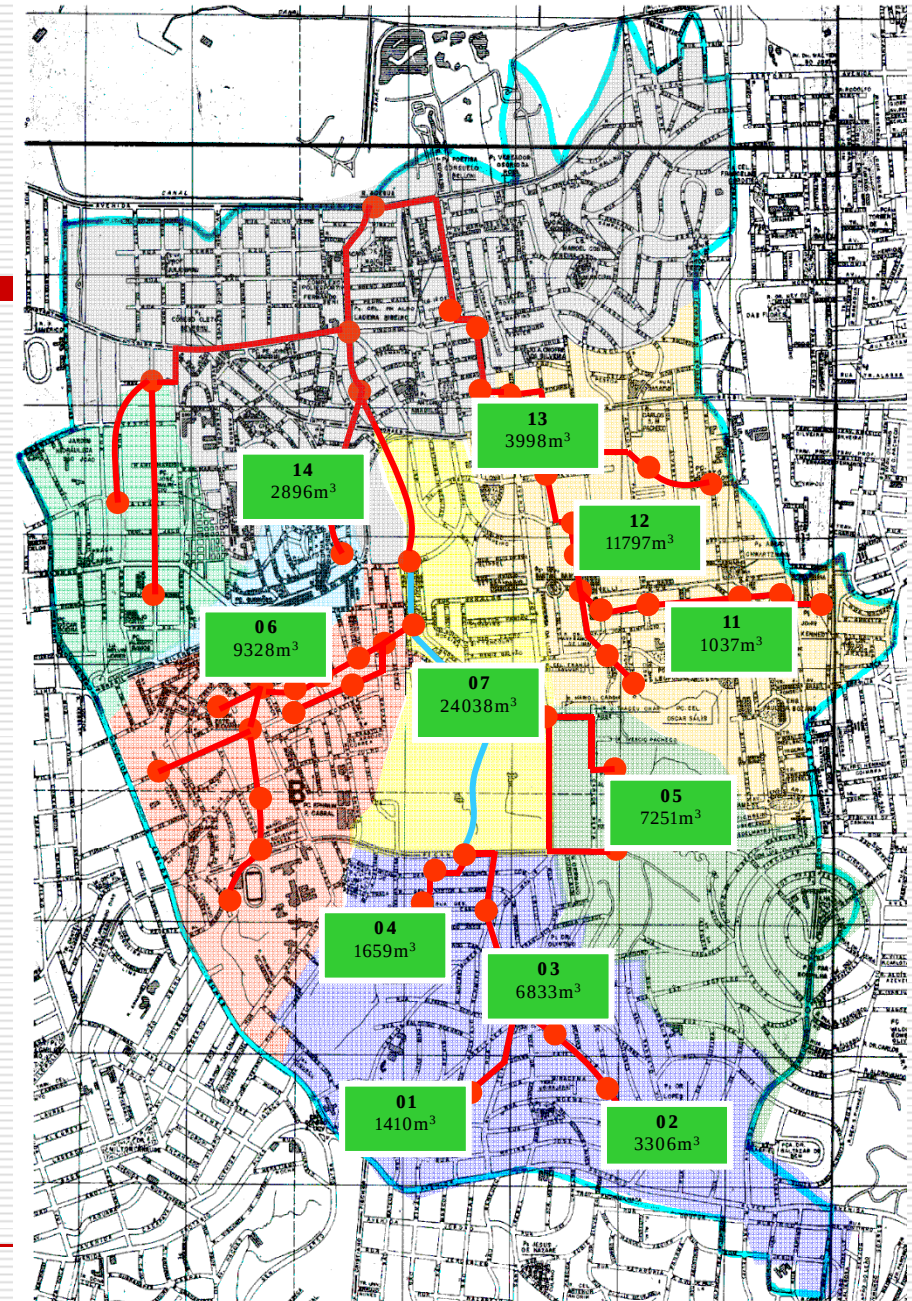
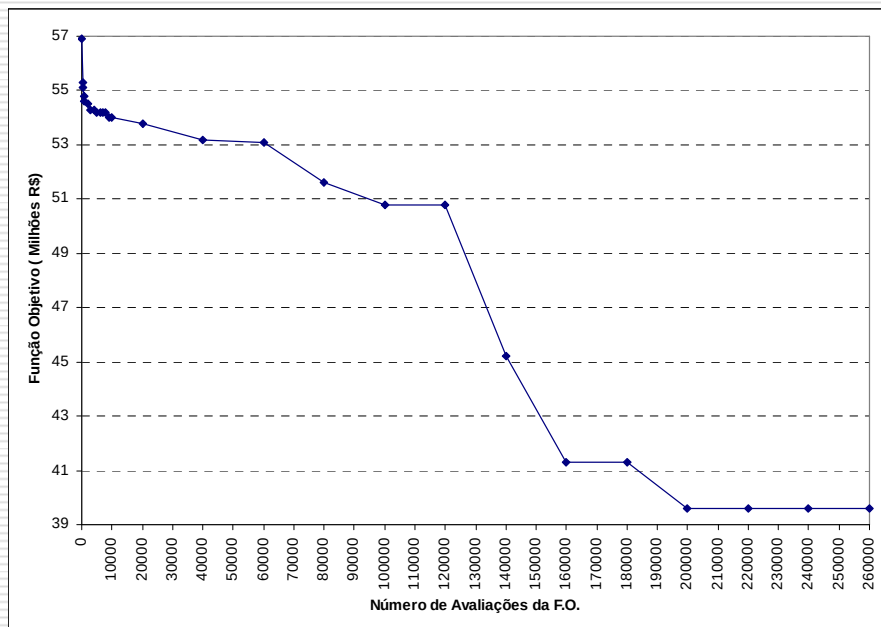
Plano de Macro drenagem da bacia



Modelos

- ❑ Capacidade: Equação de Manning
 - ❑ Locais de Alagamento : Modelo Chuva-Vazão
 - ❑ Modelo de Otimização: otimização de função econômica com modelo chuva-vazão interno
 - ❑ Modelo de Verificação: Hidrodinâmico com equação sob-pressão
-

Otimização



Cenários comparativo antes construir a cidade

- ❑ Custo de implantação de uma rede de drenagem com amortecimento 74 mil/ha
R\$ 7,4 milhões/km²
- ❑ Rede de drenagem tradicional com correção futura dos impactos com amortecimento 195 mil/ha, 19,5 milhões/km²
- ❑ Rede tradicional com correção futura dos impactos com canalização ~ 360 mil/ha, 36 milhões/km²

Cenário depois de construído

- ❑ Correção com amortecimento: 2 a 6 milhões / km²
- ❑ Correção com canalização: 8 a 14 milhões km² e transferência de impacto

Cenários de Porto Alegre

Descrição	US \$ bilhões
Custo da rede pluviais existente	1,1
Custo da rede pluviais existente + o controle dos problemas existentes (sem considerar os prejuízos ocorridos)	1,4
Custo da rede com controle sustentável	0,50

Conclusão

- ❑ O efeito do uso do solo geralmente tem um efeito maior no ambiente urbano
- ❑ Devido a tendência da concentração da população nas cidades, os efeitos dos impactos sociais econômicos e ambientais podem ser exponenciais.
- ❑ A fragmentação somente existe na sociedade devido a formação das pessoas e a falta de componentes instituições fortes
- ❑ A gestão integrada é essencial para evitar a fragmentação e aumento do problemas urbanos.