

**IV SIMPOSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA  
BACIA DO PARAÍBA DO SUL**

**11, 12 e 13 de abril**

# **Inundações urbanas**

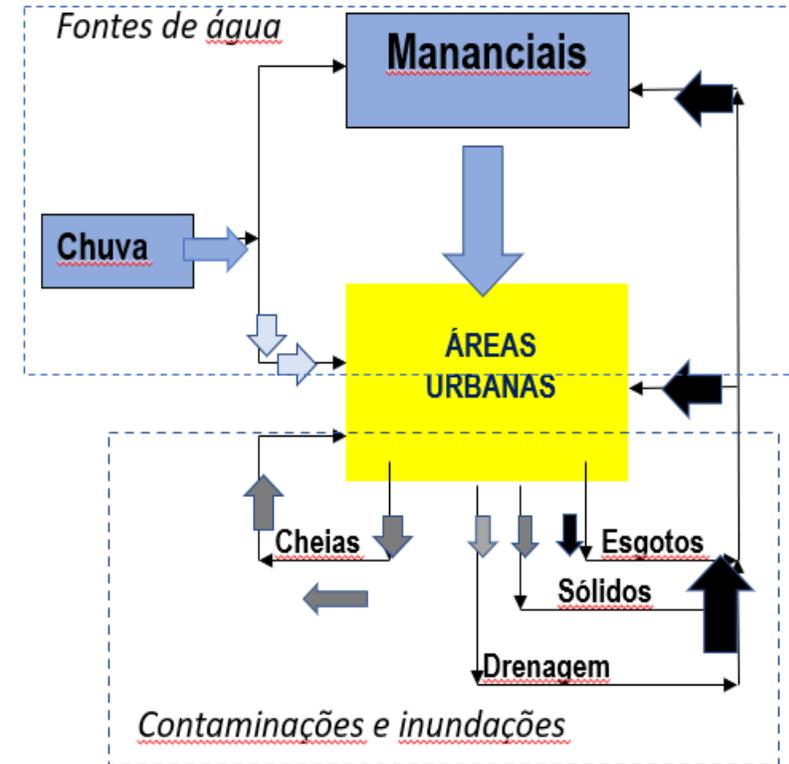
**Dr. Carlos E M Tucci**

*Rhama Analysis*

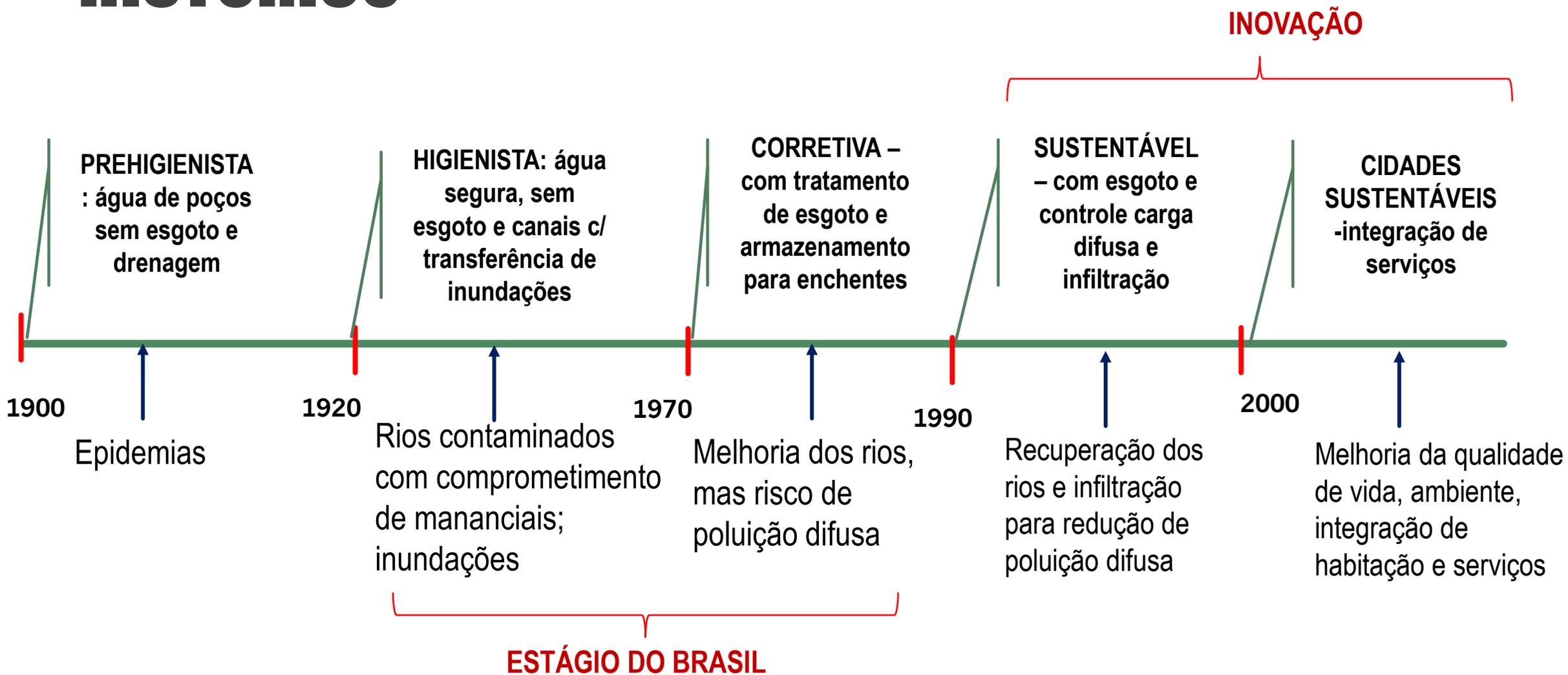
[www.rhama.com.br](http://www.rhama.com.br)

# IMPACTOS URBANOS INTEGRADOS

- **URBANIZAÇÃO E INUNDAÇÃO:** (+) cimento, temperatura, inundações e (-) vazão de estiagem;
- **CONTAMINAÇÃO:** (+) erosão do solo, emissão de contaminantes, vazão sem tratamento e resíduos sólidos e (-) qualidade da água;
- **AMBIENTE:** mananciais contaminados, ar e águas poluídas, enchentes e perda de ambientes urbanos.
- **RESULTADO** – *na seca, não existe quantidade de água suficiente e não tem qualidade devido ao esgoto sem tratamento; na enchente, as inundações são frequentes com transferência de impactos dentro da cidade.*

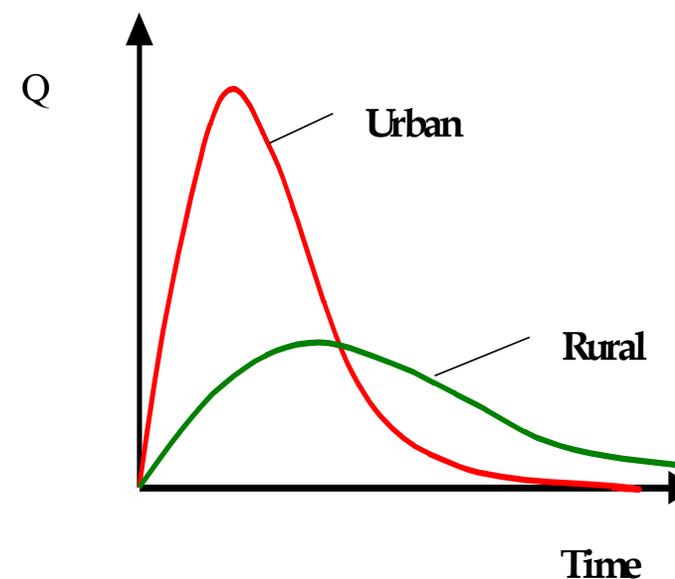


# HISTÓRICO



# TIPOS DE INUNDAÇÕES

- **Inundações ribeirinhas** – em grandes rios que cruzam a cidade – Ex Rio São Francisco, Paraná, etc. grandes bacias hidrográficas e inundações naturais. O risco é devido ocupação das áreas de inundação;
- **Drenagem urbana** – é o escoamento pluvial dentro das cidades, devido a pequenas bacias urbanizadas. Aumenta a vazão com as áreas impermeáveis..



# IMPACTO DAS INUNDAÇÕES RIBEIRINHAS

- População ocupa as áreas de inundação ribeirinha durante anos de pequenas enchentes e sofre impacto durante anos de cheias maiores.
- Cada família que ocupa a área de inundação terá um custo futuro da ordem de US\$ 30 a 40 mil dolares para reassentamento. Depois que mil famílias ocupam o passivo vai a 30 40 milhões e for falta de recursos o problema se torna crônico
- Não existe nenhuma política de controle de inundações ribeirinhas no Brasil
- O prejuízo de inundações'no Brasil anualmente pode ser da ordem de 30 a 50 bilhões/ano. Nos USA tem variado de 0,2 a 1% do PIB
- Grande maioria dos municípios brasileiros tem declarado impacto de pelo menos uma inundação nos últimos cinco anos.

# IMPACTOS – DRENAGEM URBANA

- Aumento da vazão e velocidade devido as áreas impermeáveis e condutos/canais
- Aumentos da erosão e sedimentação devido a velocidade do escoamento
- Poluição difusa devido a lavagem das ruas contaminadas
- Redução das águas subterrâneas



Aumento da frequência das Inundações



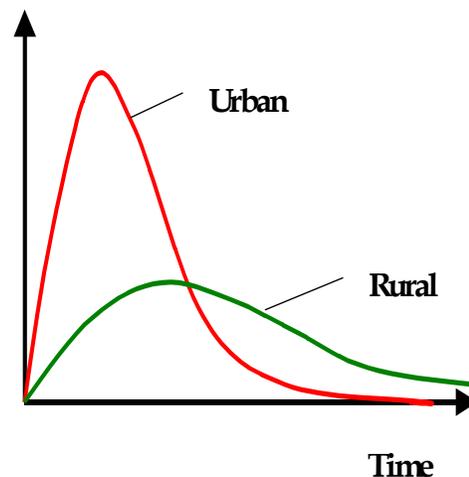
Área degradada e desestabilização dos rios



Poluição difusa de orgânicos metais e nutrientes



Rios secos nos dias sem chuva, rebaixamento do freático



---

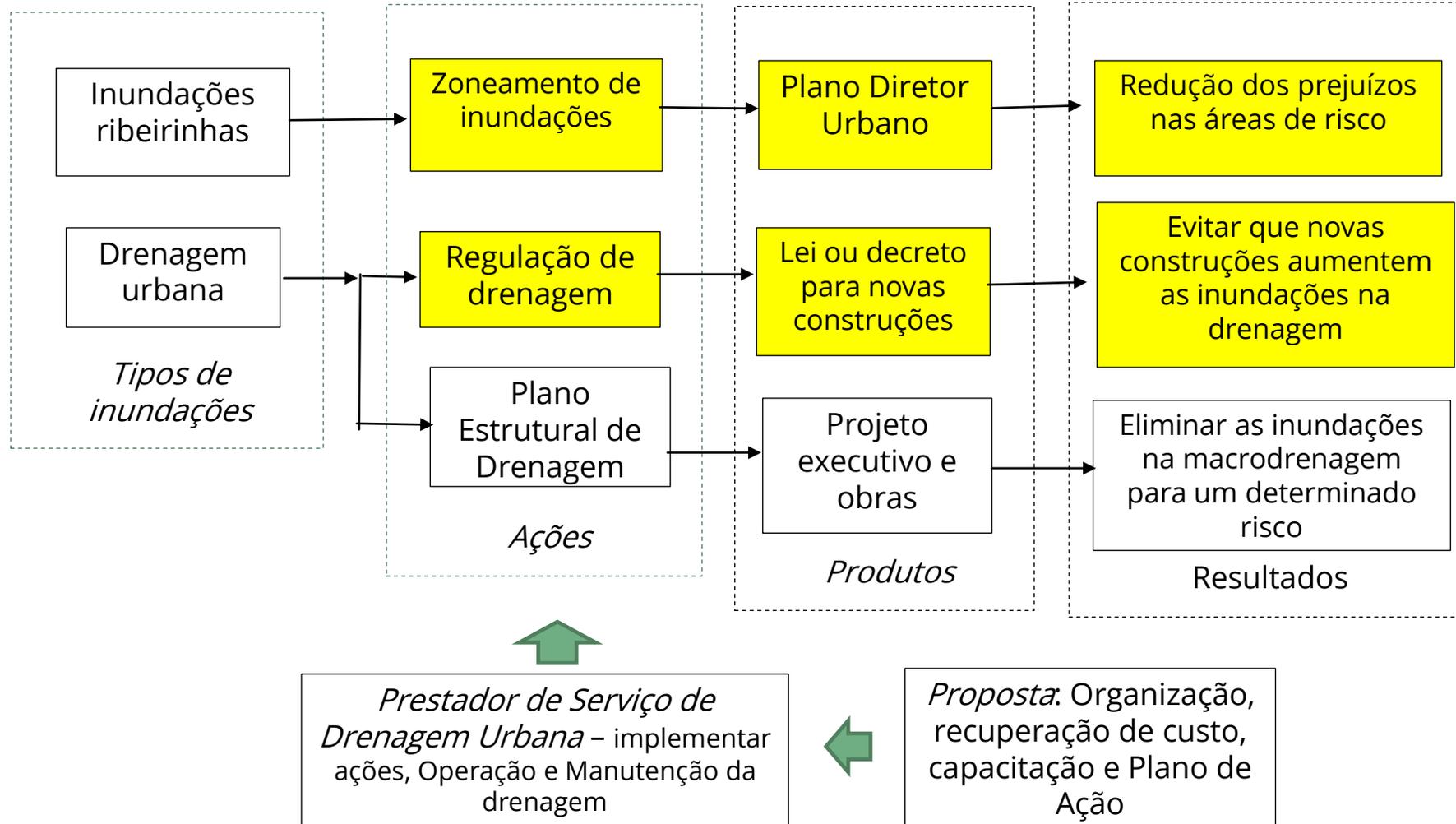
# VULNERABILIDADE NAS ÁGUAS PLUVIAIS

- ❑ Falta de controle do aumento da vazão de cheia devido a urbanização, com aumento de frequência e magnitude de enchentes e de custos de controle;
- ❑ Investimentos de alto custo e com aumento de inundação com uso de canais e condutos;
- ❑ Falta de instituição de gestão de águas pluviais urbanas em todas as cidades brasileiras e em nível estadual e federal;
- ❑ Falta de sustentabilidade econômica dos serviços de águas pluviais como previsto na Lei de saneamento (taxa de drenagem)
- ❑ *Todos pagam atualmente, pagam em prejuízos, a busca é de que paguem com serviço*

# SUSTENTABILIDADE DAS ÁGUAS PLUVIAIS

- Planejar o controle para a bacia hidrográfica urbana e considerar o futuro desenvolvimento urbano;
- Não transferir impacto de montante para jusante, com uso de condutos e canais;
- Priorizar soluções que mantenham as funções naturais dos rios. Isto não é Utopia !!
- Controle da urbanização com regulação para novas construções, incentivos e certificação, gestão com recuperação de custo;
- Zoneamento de áreas de inundação ribeirinhas e incorporação no Plano Urbano da cidade;
- O Plano por bacia para o controle dos impactos existentes;
- Participação pública é fundamental;

# ESTRUTURA DO PLANO E METAS

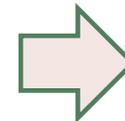


# MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

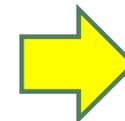
- *Regulação da drenagem* – existem poucas cidades que possuem esta regulação com resultados muito bons para quantidade ( Porto Alegre depois de 22 anos)
- *Zoneamento de Inundação* – é a medida mais eficiente, para desprezada não Brasil por total incompetência institucional
- *Prestador de Serviços de Drenagem* – necessita ter recuperação de custo e prestar serviço !!!!!



- A vazão de 10 anos da propriedade deve  $\leq$  a vazão natural;
- A primeira parte do escoamento é retida para diminuir a poluição

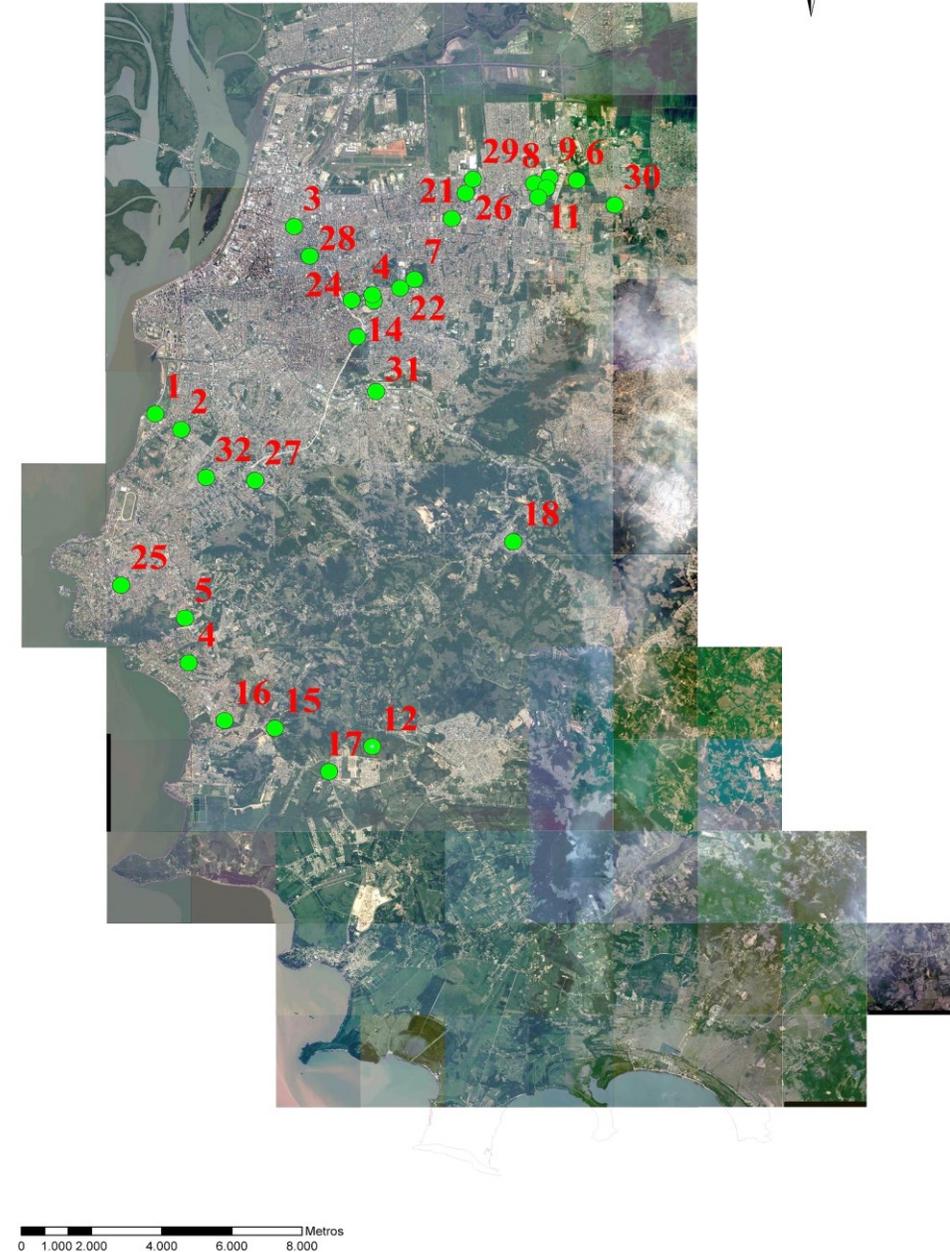


- Mapeamento do risco e definição das regras de ocupação

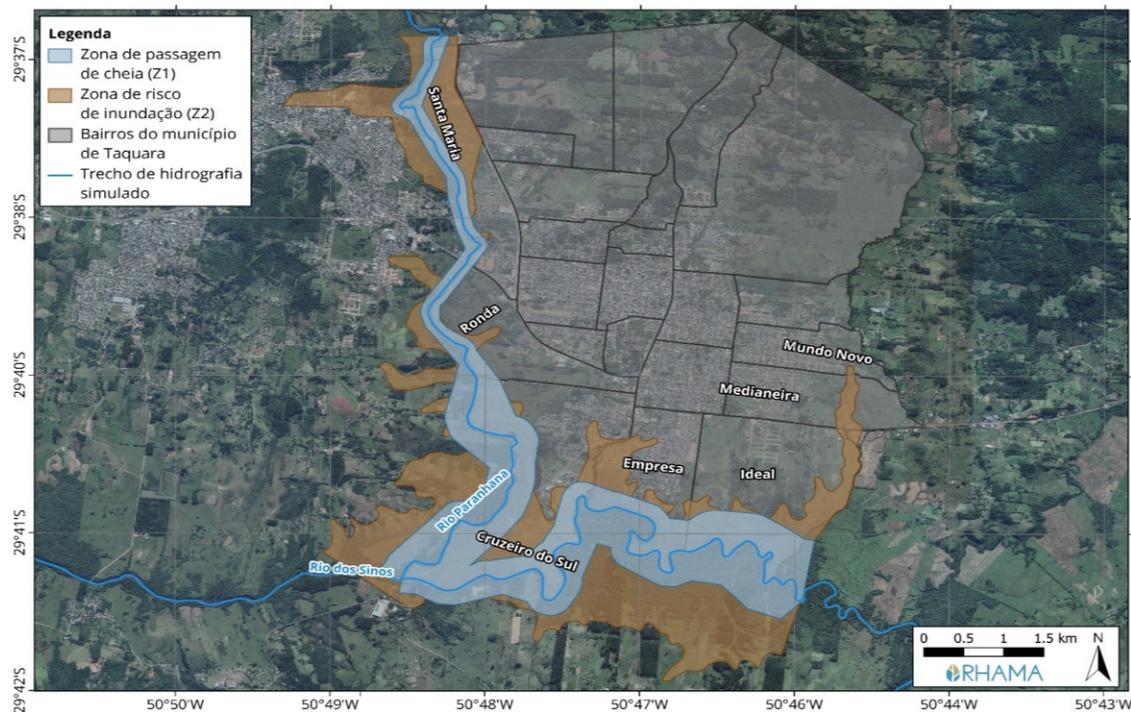


- Manutenção da rede
- Cobrar a regulação e as normas
- Implementar o Plano
- Desenvolver programa

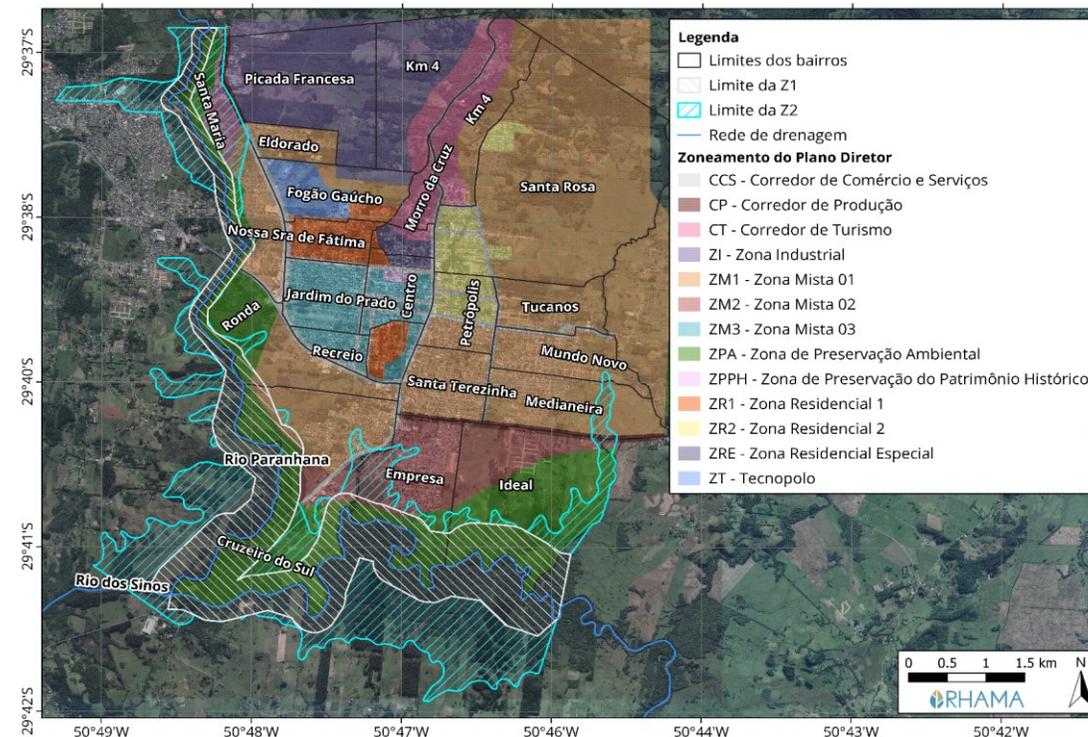
# 'Detenções construídas em Porto Alegre devido a regulação até 2015 > 300



# ZONEAMENTO TAQUARA



Zoneamento da passagem da enchente

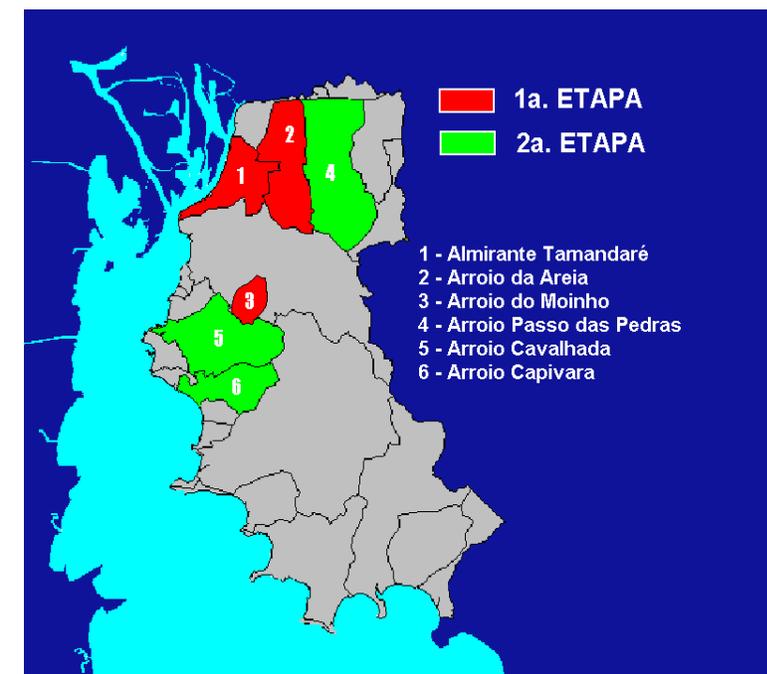


No Plano Diretor Urbano da Cidade

# MEDIDAS ESTRUTURAIS

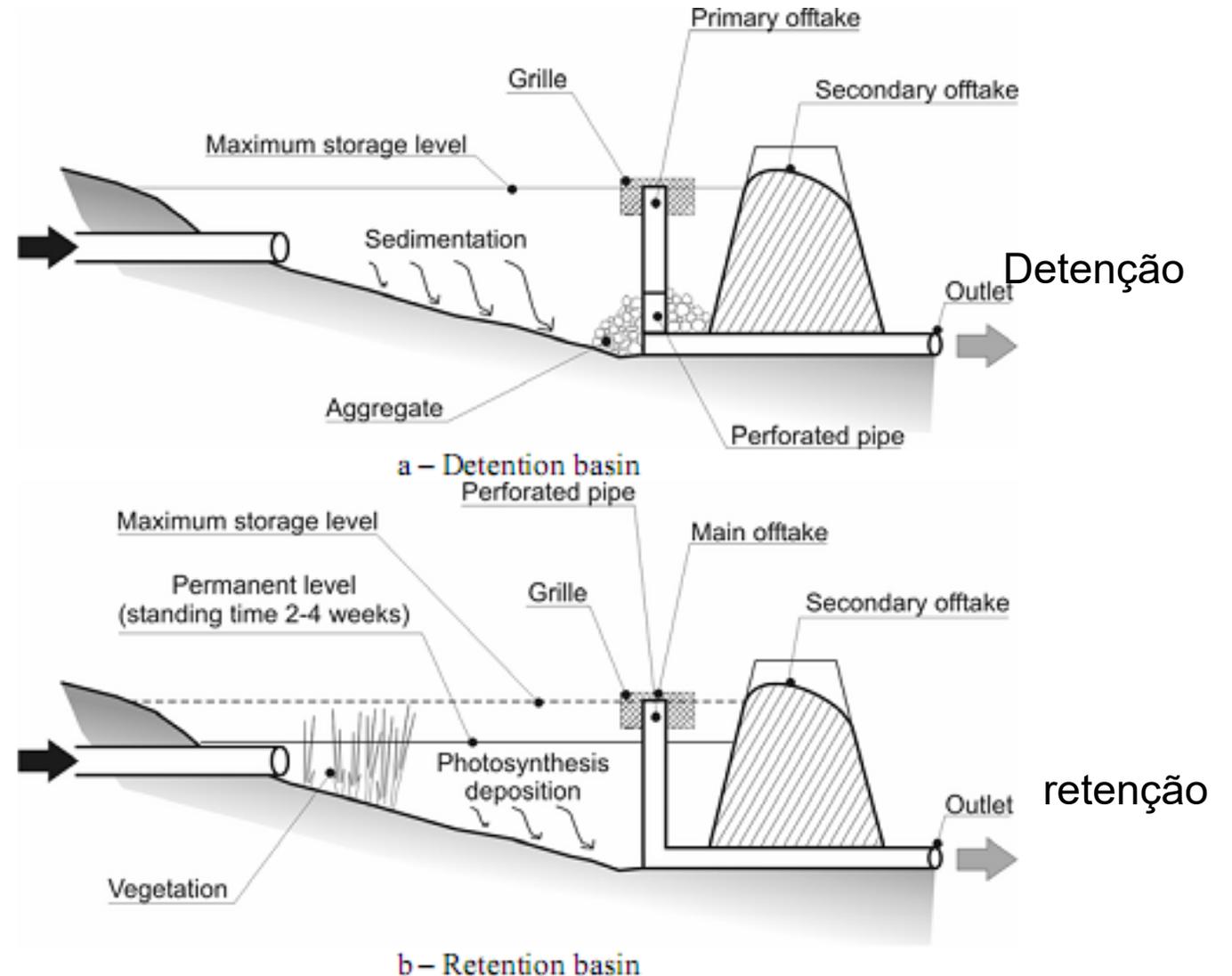
- Dividir a cidade a cidade em subbacias
- Preparar o Plano Estrutural de cada subbacia de forma que não transfira impactos;
- Usualmente as soluções são condução (condutos e canais) e/ou armazenamento. O custo de condução é de US \$ 6 a 10 milhões/km<sup>2</sup> (somente para corrigir problemas). O custo para armazenamento é de US\$ 1 a 2 milhões/km<sup>2</sup>
- Infelizmente 9 de 10 especialistas !!!! Dirá que não tem espaço, o que é falso
- Com condução não existe solução, apenas transferência de impacto. Neste tipo de solução é abandonado a solução ambiental
- O armazenamento permite **transformação a inundação de um problema numa oportunidade**

## PORTO ALEGRE



# ARMAZENAMENTO NA MACRODRENAGEM

- **Controle do Pico:** controla o pico de cheia das bacias;
- **Qualidade da água:** quando retenção ajuda a melhorar a qualidade da água
- **Controle de sólidos:** a detenção e retenção reduz a quantidade de sólidos para jusante e diminui a velocidade do escoamento





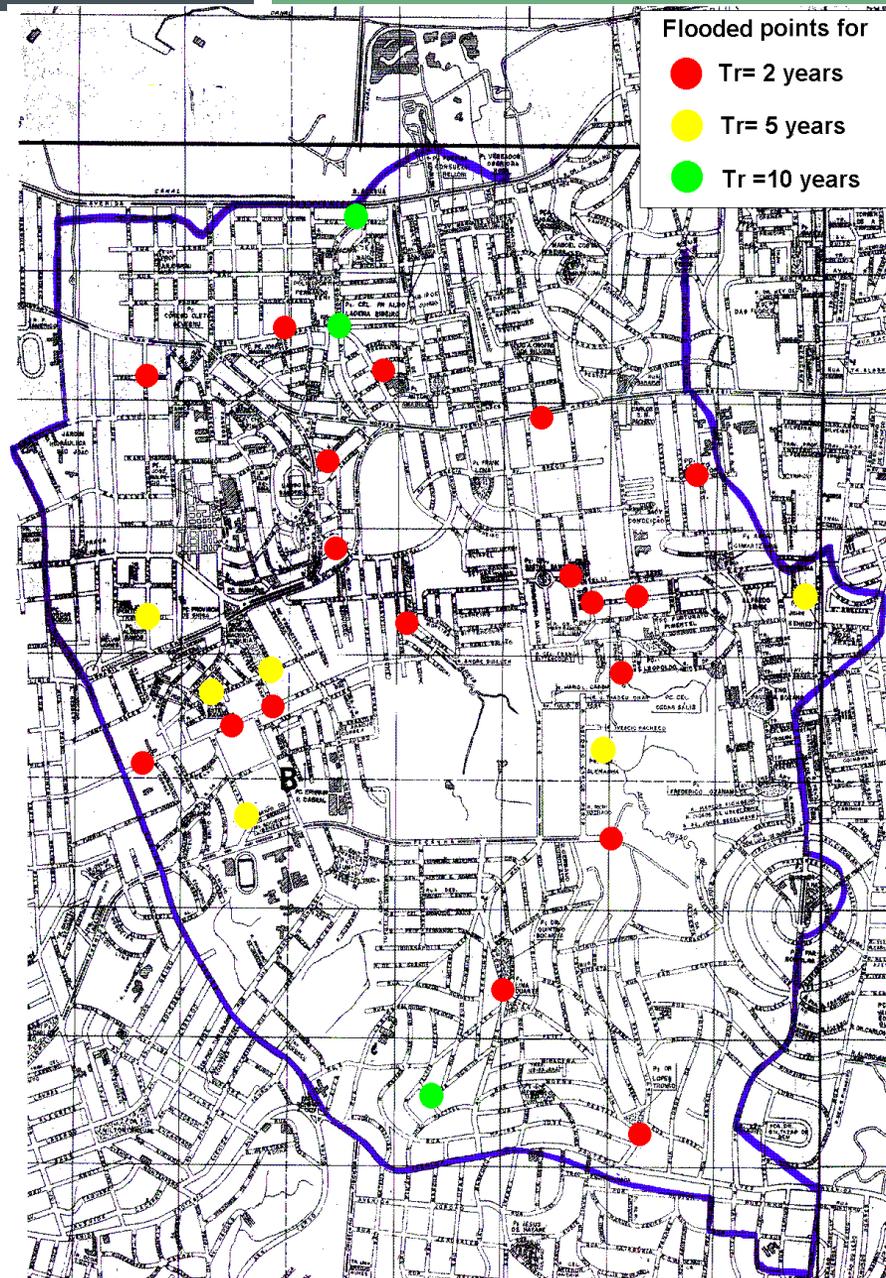
# PLANO DE UMA BACIA DE PORTO ALEGRE

- Avaliação da capacidade do Sistema existente;
- Identificação das áreas para amortecimento;
- Uso combinado de amortecimento e condução;
- Projeto para 10 anos de Tempo de recorrência e verificação para os cenários de TR maiores.
- **Areia** - (12 km<sup>2</sup>) – duas parte, superior foi planejado e possui um conduto forçado que recolhe a vazão e leva direto ao rio na cota 9 m. A parte inferior fica dentro do polder de controle do dique.
- Alta densidade de ocupação e alta renda
- Custo total : detenções 21% condução 79% (para levar o escoamento as detenções)

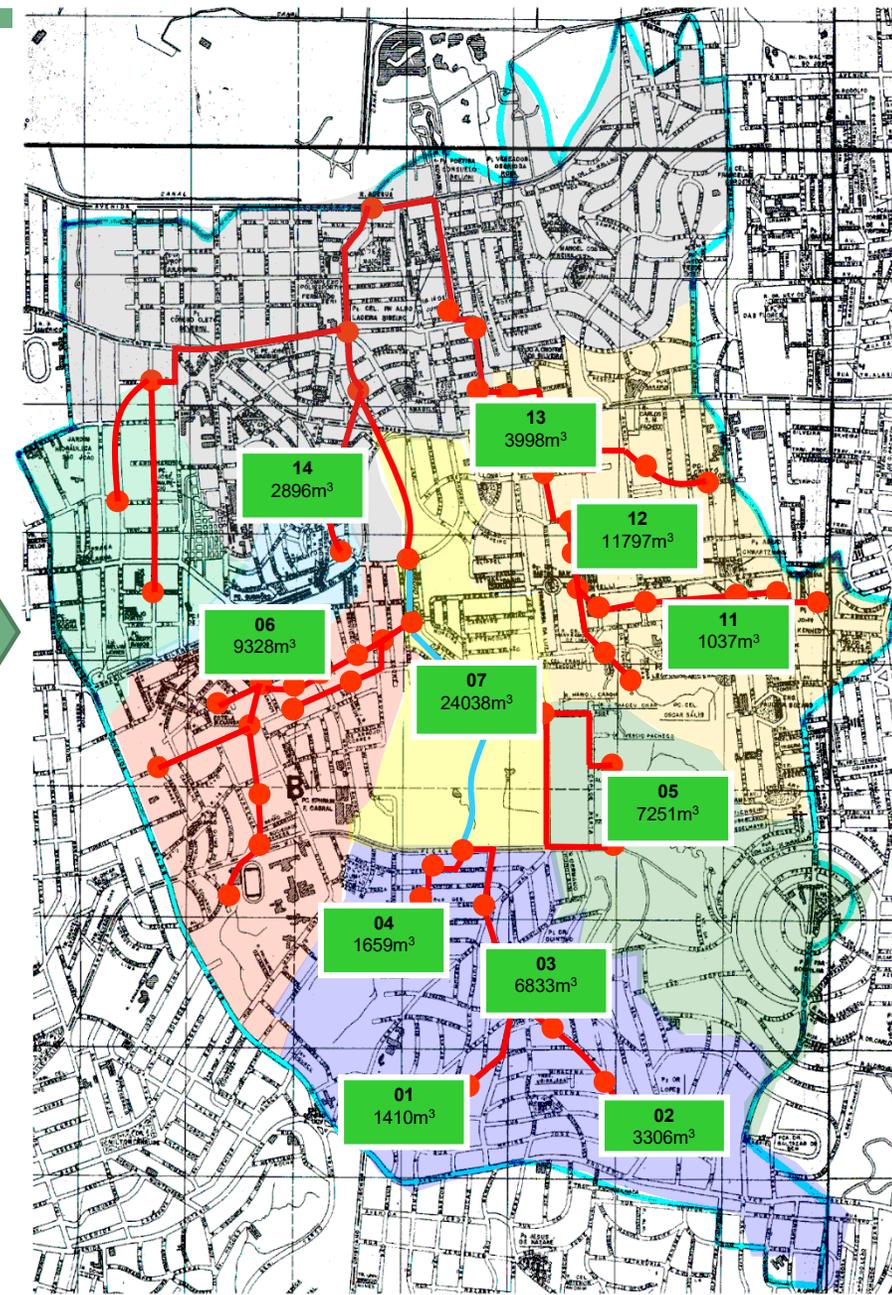


## Locais de Inundações

- As áreas de amortecimento representaram 0,7% da área da bacia
- Limitada capacidade a jusante da bacia
- Áreas em parques abertos ou subterrâneas em praças

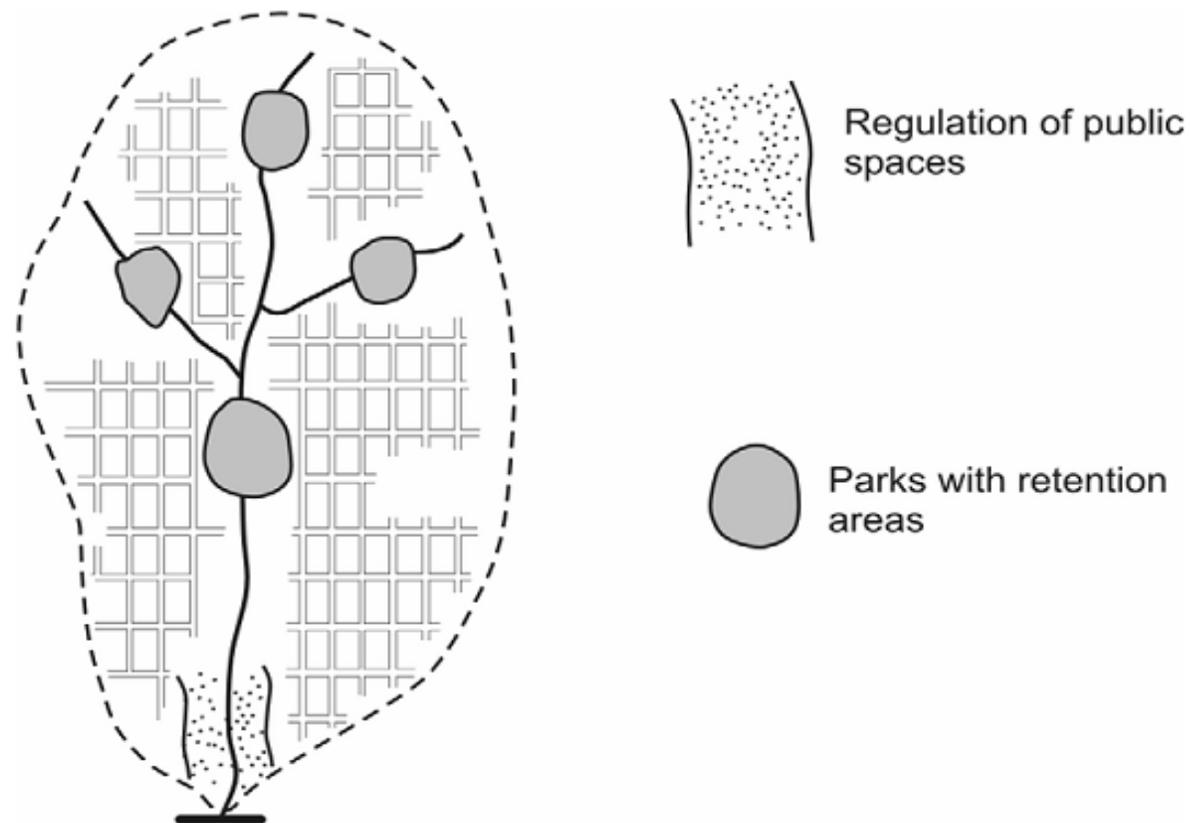


## Locais de amortecimento



# Planejamento de expansão de áreas urbanas

- Reservar espaço junto a rede de drainage;
- Usar o espaço para áreas de lazer e de uso público;
- Reservar de 1 a 2% da área da bacia para amortecimento.
- a área do parque é somada a esta área
- Os parques podem ser implementados dentro de investimentos da cidade ou como compensação de privados;
- Toda a cheia future devido ao aumento da vazão com a urbaização é amortecido no parque;
- Este processo é integrado ao desenvolvimento da cidade



# INOVAÇÕES EM ÁGUAS PLUVIAIS

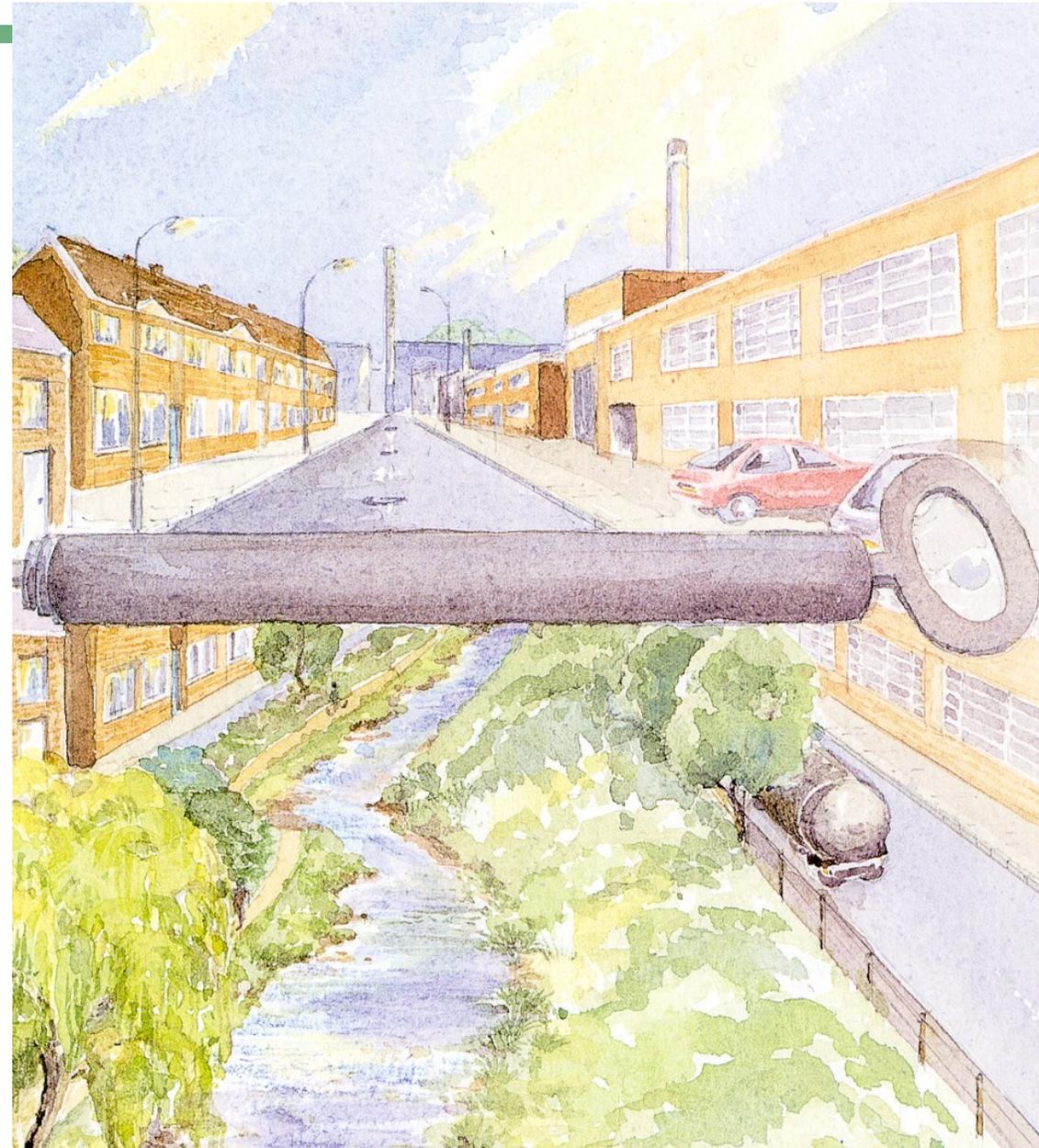
- *Mercado de Armazenamento* – na última década algumas cidades que adotaram o regulação do controle da drenagem para novas propriedades, criaram um mercado de armazenamento onde quem não tem espaço para fazer o controle compra volume de armazenamento para atender a regulação;
- *Redução de Taxa de drenagem* – para cidades que necessitam reduzir o volume de escoamento superficial, reduzem a taxa de drenagem com o aumento voluntário de áreas de infiltração das propriedades;
- *Integração de águas urbanas* – planejamento por bacia da cidade do esgoto, drenagem e resíduo sólido, integrado ao desenvolvimento urbano sustentável de amenidades e reurbanização. PLANO DE CIDADE VERDE

# CENÁRIOS URBANOS

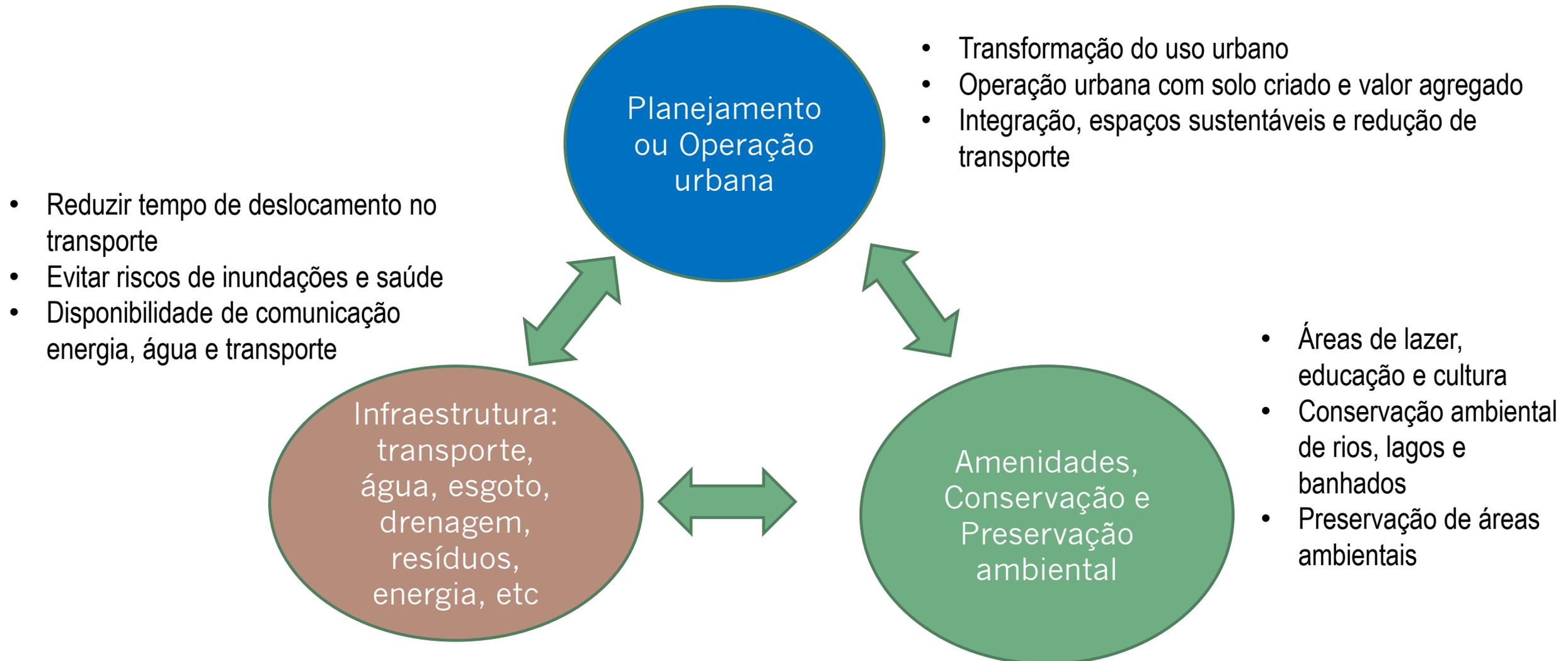
## *Cenários:*

- Desenvolvimento de uma nova área – expansão urbana ou nova área urbana
- Recuperação de uma área degradada – a área pode estar degradada por inundações, por abandono como muitos centros de cidades e outras causas
- Remodelação de uma área urbana (operação urbana)– ‘transformação de uma área residencial para uma moderna que integra, serviços, residência e comércio, tendência moderna de redução do transporte

**O espaço de integração é  
bacia urbana**



# COMPONENTES PARA SUSTENTABILIDADE

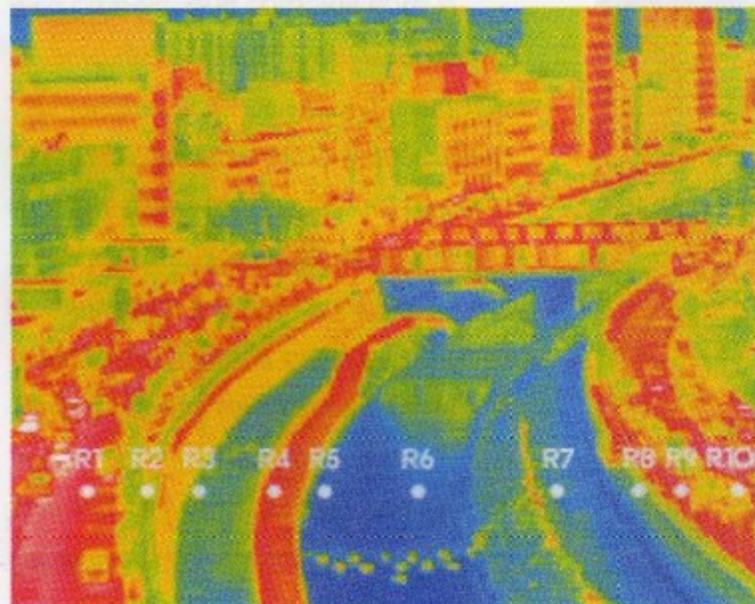
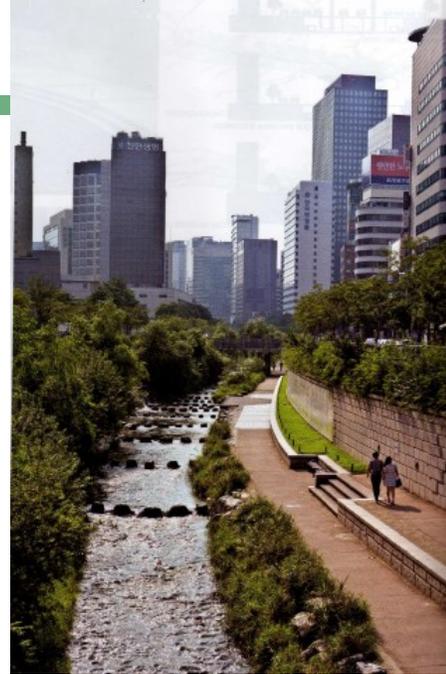


# Seul

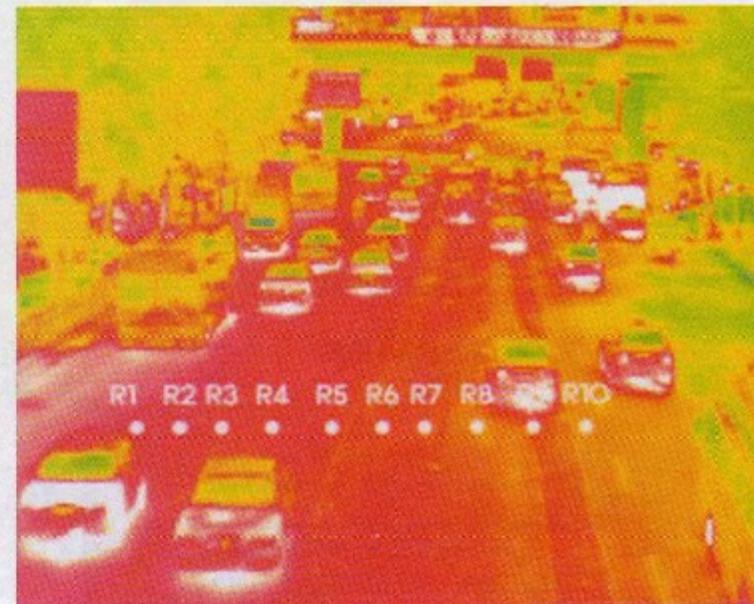
- Recuperação do rio Cheonggecheon tributário do rio Han (62 km<sup>2</sup>)
- Desde o século 14 a cidade Hanyang na Dinastia Joeson o rio fazia parte do que é hoje Seul. Principalmente no século 20 o rio foi fechado e construído um viaduto com uma autopista
- En 2001 o candidato a Prefeitura de Seul Myung Bak Lee prometeu recuperar o rio.
- Quando foi eleito em 2002 desenvolveu os projetos e as obras em 3 anos por 360 milhões de dólares.
- O prefeito foi eleito presidente !!







(50,6)  
45,0  
42,5  
40,0  
37,5  
35,0  
32,5  
30,0  
27,5  
25,0  
(25,8)



(70,2)  
45,0  
42,5  
40,0  
37,5  
35,0  
32,5  
30,0  
27,5  
25,0  
(26,8)

ÁREA DO PROJETO MÉDIA 32.3 °C

-5.9 °C RUA NOS ARREDORES MÉDIA 38.2 °C

**REDUÇÃO DE TEMPERATURA**

# PROPOSTA DE REGULAÇÃO DE DRENAGEM PARA O BRASIL

- Em janeiro de 2023 a Rhama – Analyis concluiu a *proposta de Regulação de Águas Pluviais e um Plano de Ação para o Brasil em contrato com ANA e BID*
- *Os titulares dos serviços de Saneamento são as cidades e o DF;*
- *As cidades devem atender o externo a cidade relacionado a Lei de Recursos Hídricos e do Meio ambiente;*



# GESTÃO LOCAL DAS CIDADES

- *A gestão local é apoiada pelas ações em nível federal e estadual para atender as metas controle do aumento da vazão e da poluição difusa;*
- *Atende as condições externas na cidade na bacia hidrográfica*
- *Reduz os impactos da drenagem local e o zoneamento das inundações ribeirinhas*



# COMENTÁRIOS



. Temos que nos reinventar ao longo do tempo para adquirir flexibilidade para se adaptar a novas realidades



Existe uma grande oportunidade de inovar e mudar, principal no Brasil um país que tem muito o que fazer no ambiente urbano



As cidades que começarem a mudar serão a vitrines para o futuro da sustentabilidade, isto atrai serviços e negócios de alta renda, com empregos e produtos. o poder público será ser o facilitador.



Operações urbanas consorciadas podem ser uma caminho para criar espaço e seu resultado econômico financiar as transformações e investimentos.



O manejo das águas pluviais é um componente abandonado, mas que tem um apelo de sustentabilidade dentro do ciclo urbano da água que pode ser explorado.