



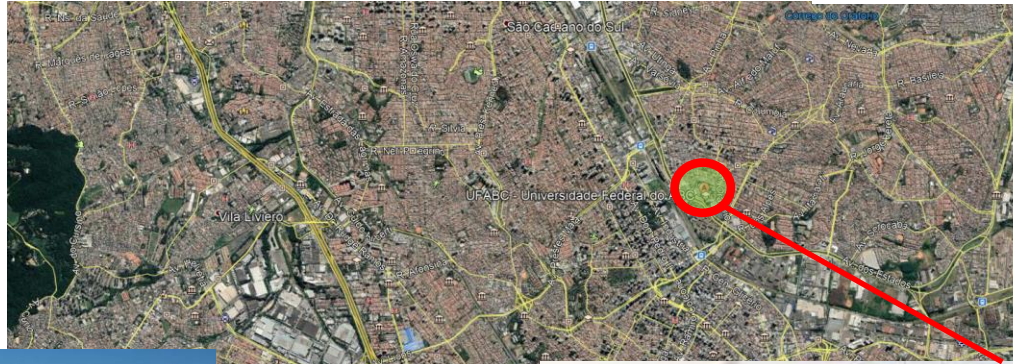
Universidade Federal do ABC

Drenagem Urbana nas Cidades Brasileiras

Prof^a Melissa Graciosa
Universidade Federal do ABC



Universidade Federal do ABC Campus Santo André Campus São Bernardo do Campo



Fundação 2006

14 mil alunos de graduação – 27 cursos de graduação, incluindo 8 engenharias
500 alunos de mestrado e doutorado – 27 programas de pós-graduação

Engenharia Ambiental e Urbana



Entre Janeiro e Agosto de 2019:
75 Engenheiros Ambientais e Urbanos formados pela UFABC

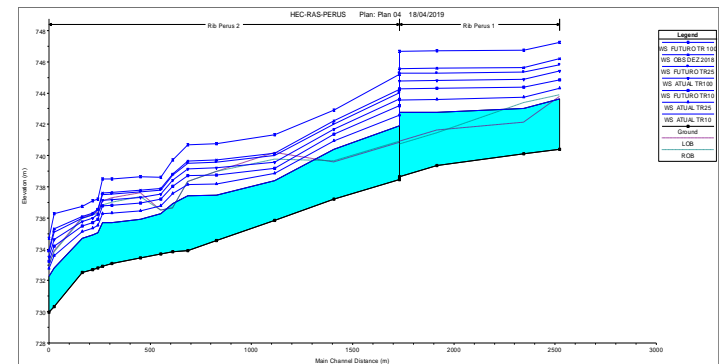
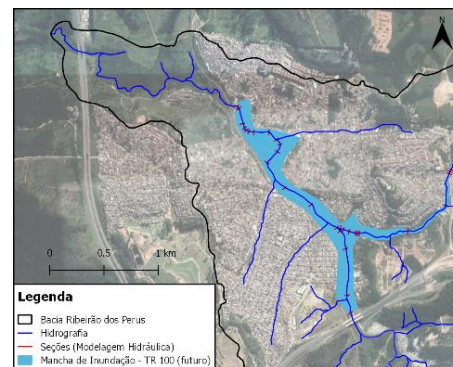
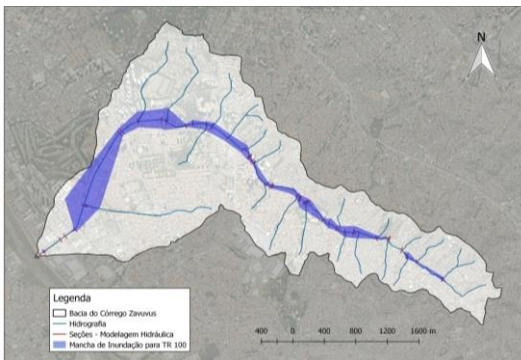
Laboratório de Águas Urbanas e Hidráulica Ambiental



Estudos hidráulicos de canais e aulas experimentais para a Engenharia Ambiental e Urbana



Ensaio experimental de tecnologias de drenagem sustentável – jardins de chuva



Modelagem hidráulico-hidrológica de inundações urbanas, desenvolvimento de manchas de inundação e mapas de risco de inundação, valoração de prejuízos por inundações

Drenagem Urbana nas Cidades Brasileiras

- A EXPANSÃO URBANA E A FORMAÇÃO DAS INUNDAÇÕES
- MUDANÇA DE PARADIGMA CANALIZAÇÕES X AMORTECIMENTO
 - Situação nas Regiões Metropolitanas e nas Cidades de Pequeno / Médio porte
- ARRANJO INSTITUCIONAL
 - Plano de Macrodrenagem – Gestão por bacia hidrográfica – Desafios para as Regiões Metropolitanas
- TECNOLOGIAS PARA SISTEMAS DE MICRO E MACRODRENAGEM E SUA INTERFACE COM A OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO



Universidade Federal do ABC

CAUSAS ANTRÓPICAS DAS INUNDAÇÕES

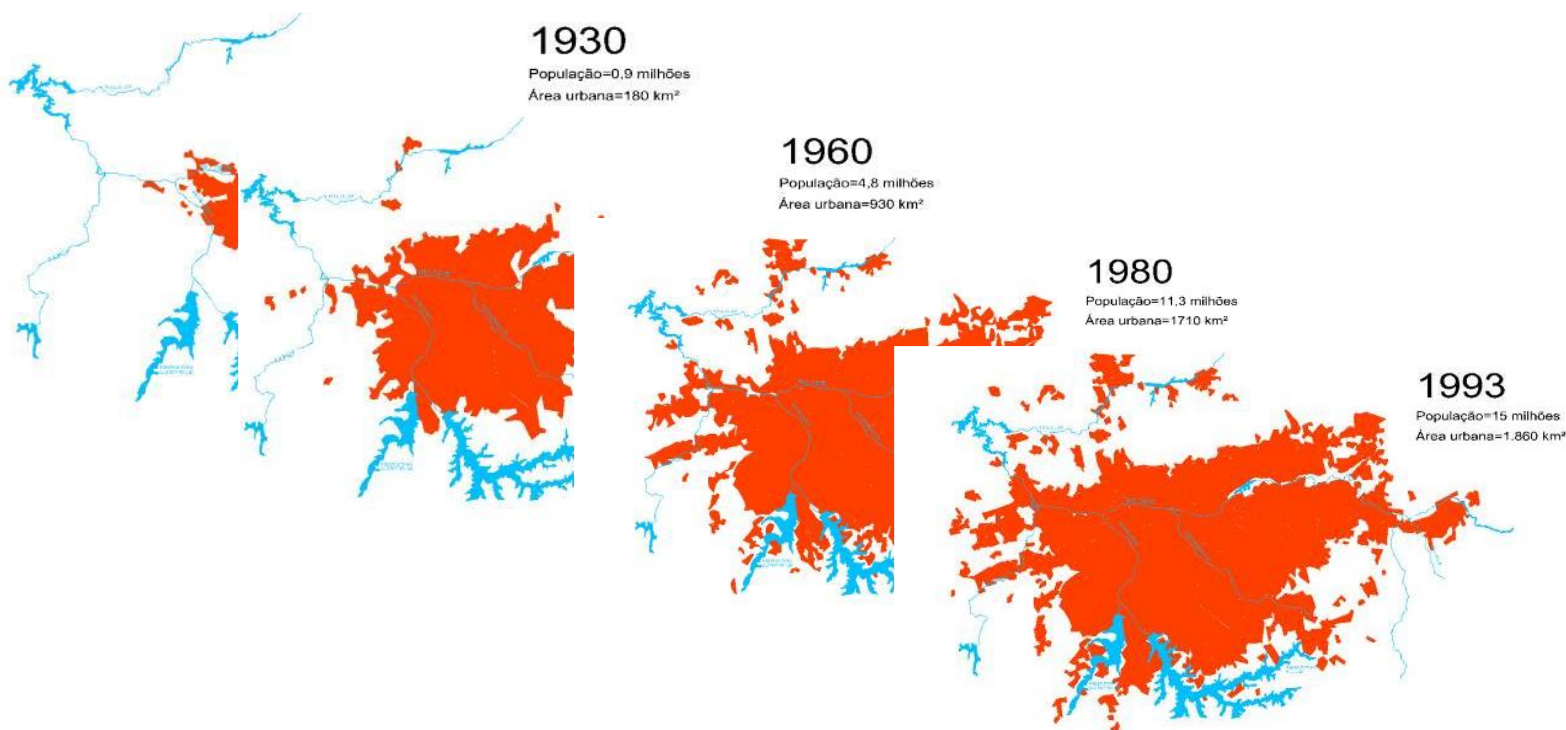
Expansão urbana/ impermeabilização

CECS
CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS
SOCIAIS APLICADAS
Universidade Federal do ABC

Engenharia
Ambiental e
Urbana



Expansão da Mancha urbana na Região Metropolitana de São Paulo / Bacia Hidrográfica do Alto Tietê





CAUSAS ANTRÓPICAS DAS INUNDAÇÕES

Aterro de Várzeas



A várzea dá espaço para o rio encher, esvaziar e se mover



Aterrado esse espaço, surgem as enchentes e alagamentos



CAUSAS ANTRÓPICAS DAS INUNDAÇÕES

Canalizações / Vias de Fundo de Vale



Rio Tietê, na foz do Rio Tamanduateí: 1930 e 2003

CONSTRUÇÃO DAS “VIAS DE FUNDO DE VALE”

EX. Av. Aricanduva, Av. do Estado, Av. Jacu Pêssego, Av. Itaquera, Av. 23 de Maio, Av. 9 de Julho, Av. Pacaembu, Av. Jornalista Roberto Marinho, Marginal Pinheiros, Marginal Tietê...

Quase todas as principais avenidas na Região Metropolitana de São Paulo são vias de fundo de vale e estão sujeitas a enchentes.



Universidade Federal do ABC

CAUSAS ANTRÓPICAS DAS INUNDAÇÕES

Entupimento por Lixo

CECS
CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS
SOCIAIS APLICADAS
Universidade Federal do ABC

Engenharia
Ambiental e
Urbana





Universidade Federal do ABC

OBJETIVOS DA MODERNA DRENAGEM URBANA

CECS
CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS
SOCIAIS APLICADAS
Universidade Federal do ABC

Engenharia
Ambiental e
Urbana



1: CONTROLE DA QUANTIDADE

Redução do risco de inundações.

2: CONTROLE DA QUALIDADE

Coleta e tratamento de esgotos, gestão dos resíduos sólidos.

3: RESTAURAÇÃO DOS RIOS URBANOS

Reinserção dos rios na paisagem urbana.

4: RECARGA DOS AQUÍFEROS / RESTABELECIMENTO DAS VAZÕES DE BASE

Vazão Ecológica, preservação da vida aquática, autodepuração

5. RESILIÊNCIA

Preparo frente a eventos extremos, mudanças climáticas

DESAFIO: COMO INTEGRAR?

Princípio:

Unidade de gestão → Bacia Hidrográfica

Ferramenta: Plano Diretor de Macrodrenagem:

- Estabelece Diretrizes para a Drenagem urbana sustentável;
 - Define plano de ações estruturais e não estruturais;
- Estabelece metas de imediato, curto, médio e longo prazos

Situação nas cidades brasileiras:

O controle de quantidade prevalece sobre os demais objetivos.

DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

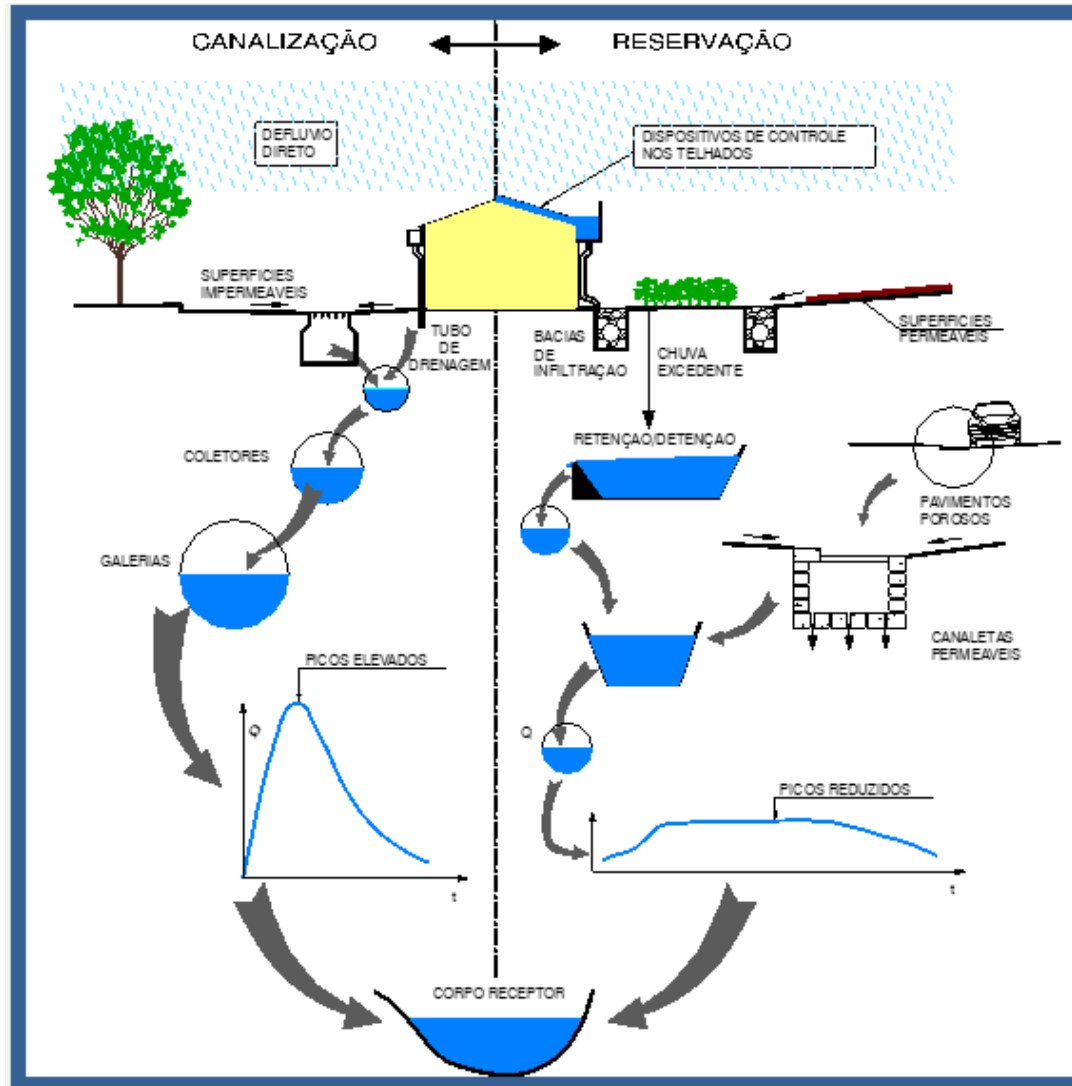
Práticas anteriores:

- Visão higienista
- Águas pluviais = esgoto sanitário
- Encaminhamento rápido das águas pluviais
- Impactos a jusante

Mudança de paradigma – anos 1990

- Sustentabilidade
- Manejo integrado das águas pluviais
- Não transferir enchentes
- Restabelecer condições de infiltração, de armazenamento e encaminhamento das águas de chuva pré-urbanização ou a níveis condizentes com a capacidade dos rios existentes
- **CONCEITO DE VAZÃO DE RESTRIÇÃO**

MUDANÇA DE PARADIGMA Canalizações x Amortecimento



MUDANÇA DE PARADIGMA Canalizações x Amortecimento

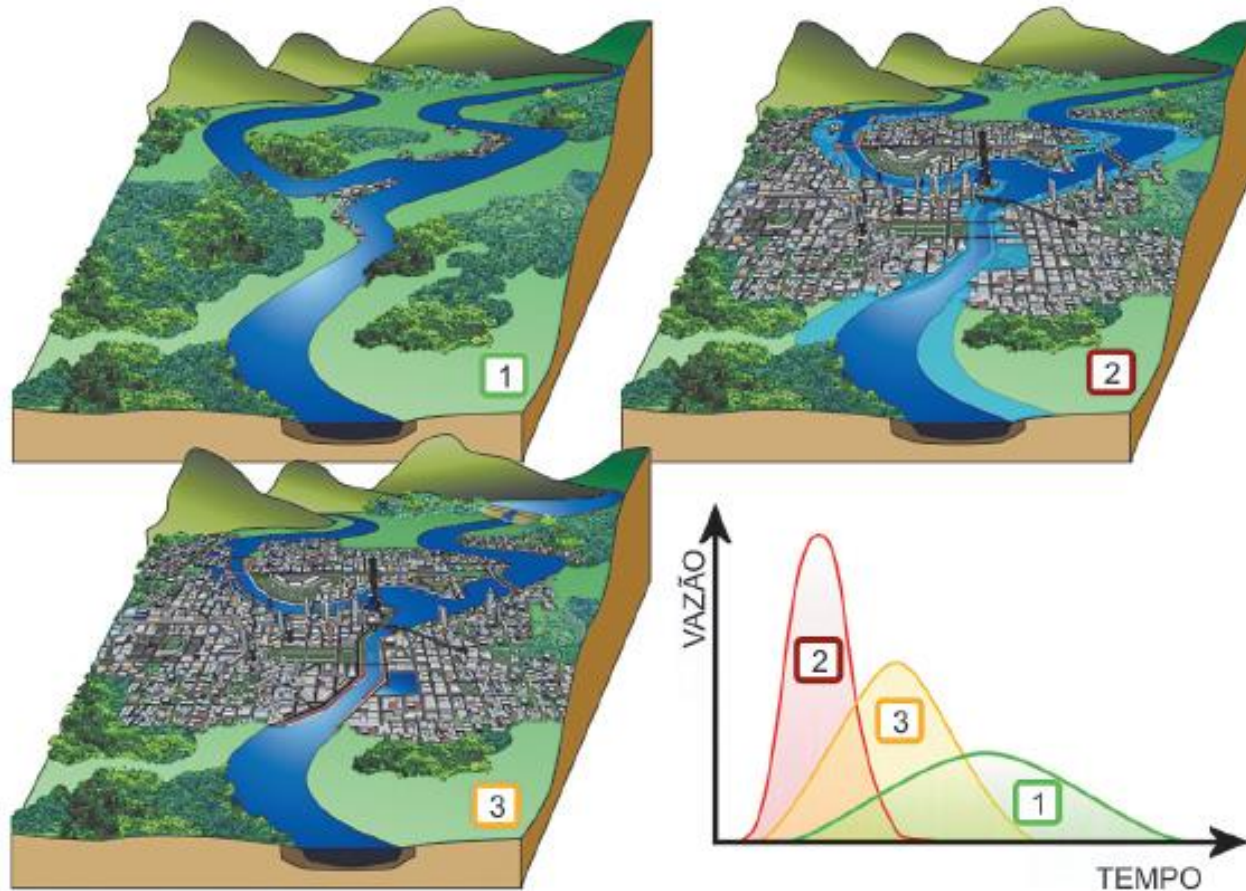


Figura 1.25 - Desenvolvimento urbano e seu impacto no sistema de drenagem



Universidade Federal do ABC

Diagnóstico da Macrodrenagem

Vazão de Restrição

Hidrogramas de cheia (Modelagem Hidrológica)

Volumes de Déficit



Engenharia
Ambiental e
Urbana

Ex. Bacia do Rio Tamanduateí (PDMAT)

- Área de drenagem: 330 km²
- Vazão de restrição na foz: 484 m³/s (PDMAT)
- Volume de déficit (TR 25): 7,7 milhões de m³ (Q_{pico} pré intervenções = 1100 m³/s)
- (TR 100) 12 milhões de m³ (Q_{pico} pré intervenções = 1400 m³/s)
- 43 bacias de detenção previstas (22 construídas, 4,8 milhões de m³)

Precipitação (P, mm)

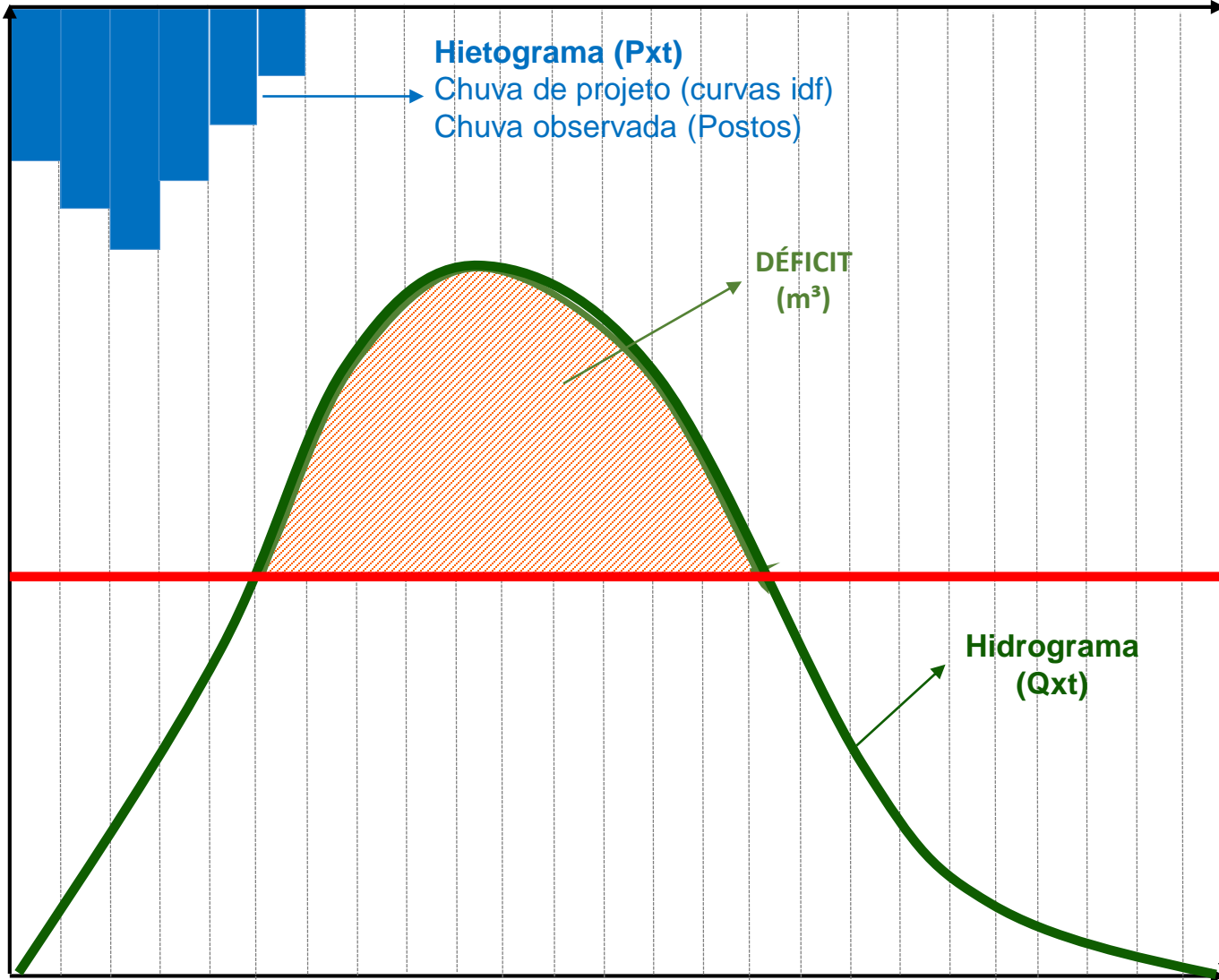
Vazão (Q, m³/s)

Hietograma (Pxt)
Chuva de projeto (curvas idf)
Chuva observada (Postos)

DÉFICIT (m³)

Hidrograma (Qxt)

Vazão de Restrição (m³/s)



RESERVATÓRIOS DE AMORTECIMENTO "PISCINÕES"

ON-LINE OU OFF-LINE
ABERTOS OU TAMPONADOS
OPERAÇÃO POR GRAVIDADE OU BOMBEAMENTO



PISCINÃO DO PACAEMBU
ON-LINE, 75.000 m³

RIO ARICANDUVA – SÃO PAULO



Rincão



Aricanduva V



Aricanduva III

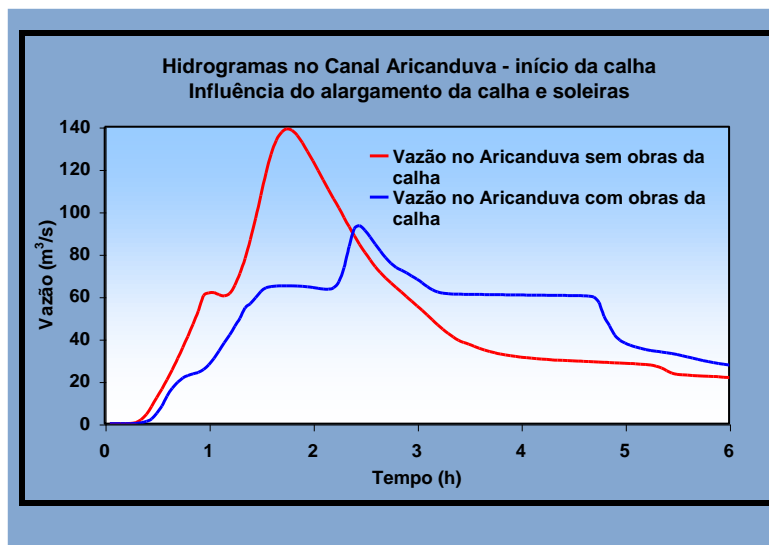


Inhumas



Universidade Federal do ABC

SOLEIRAS DE AMORTECIMENTO NO RIO ARICANDUVA



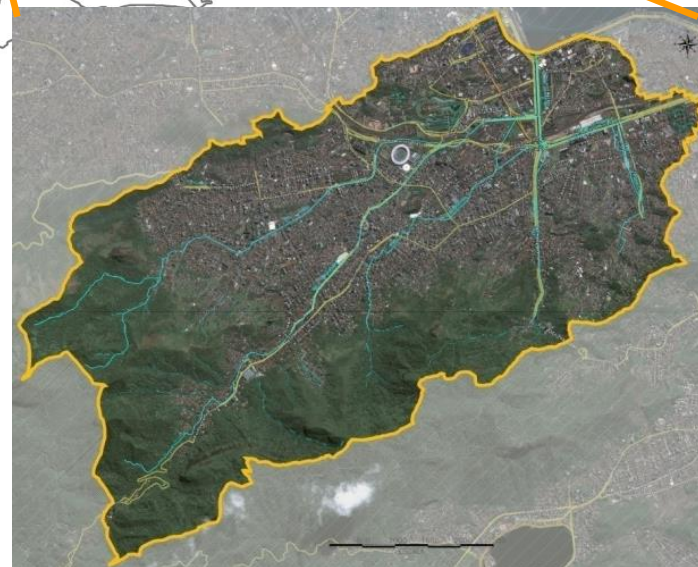
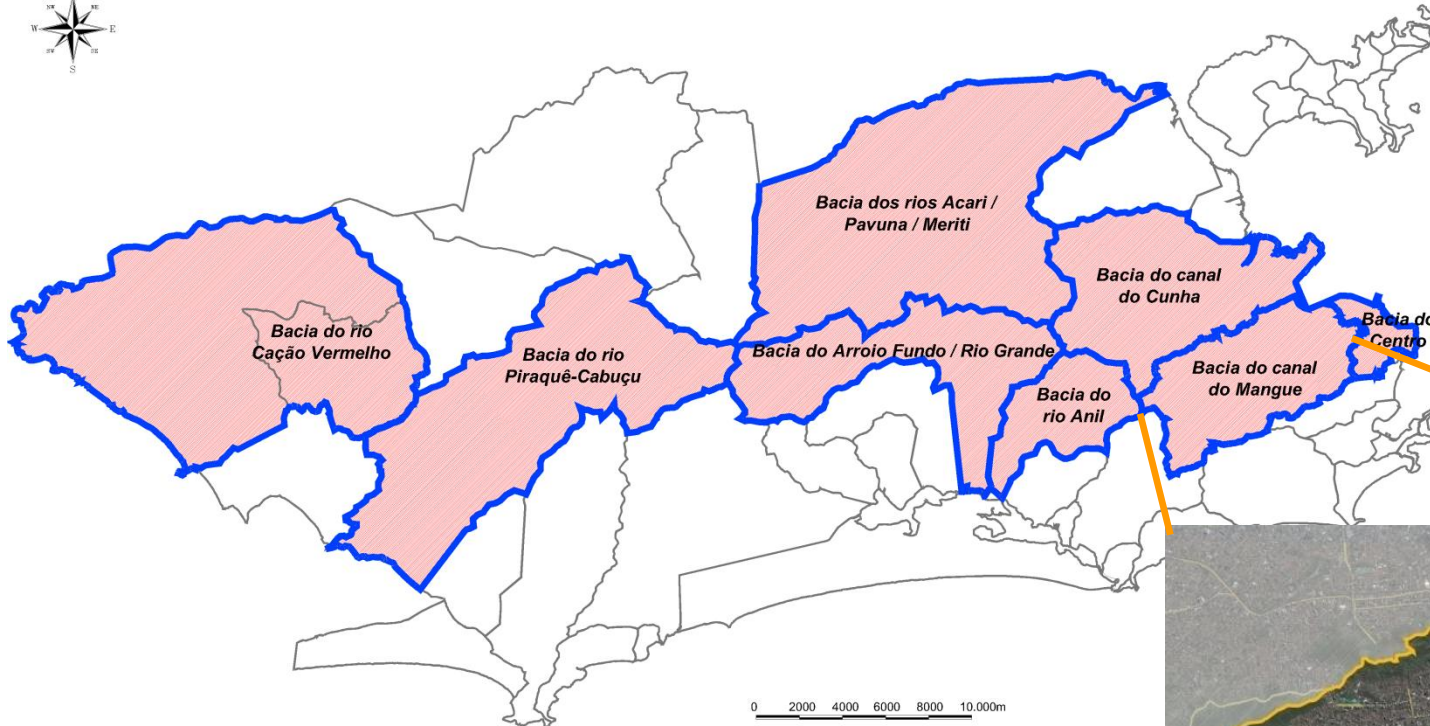


Universidade Federal do ABC

RIO DE JANEIRO

BACIA DO CANAL DO MANGUE

CECS
CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS
SOCIAIS APLICADAS
Universidade Federal do ABC





Universidade Federal do ABC

RIO DE JANEIRO BACIA DO CANAL DO MANGUE

CECS
CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS
SOCIAIS APLICADAS
Universidade Federal do ABC





Universidade Federal do ABC

RIO DE JANEIRO BACIA DO CANAL DO MANGUE

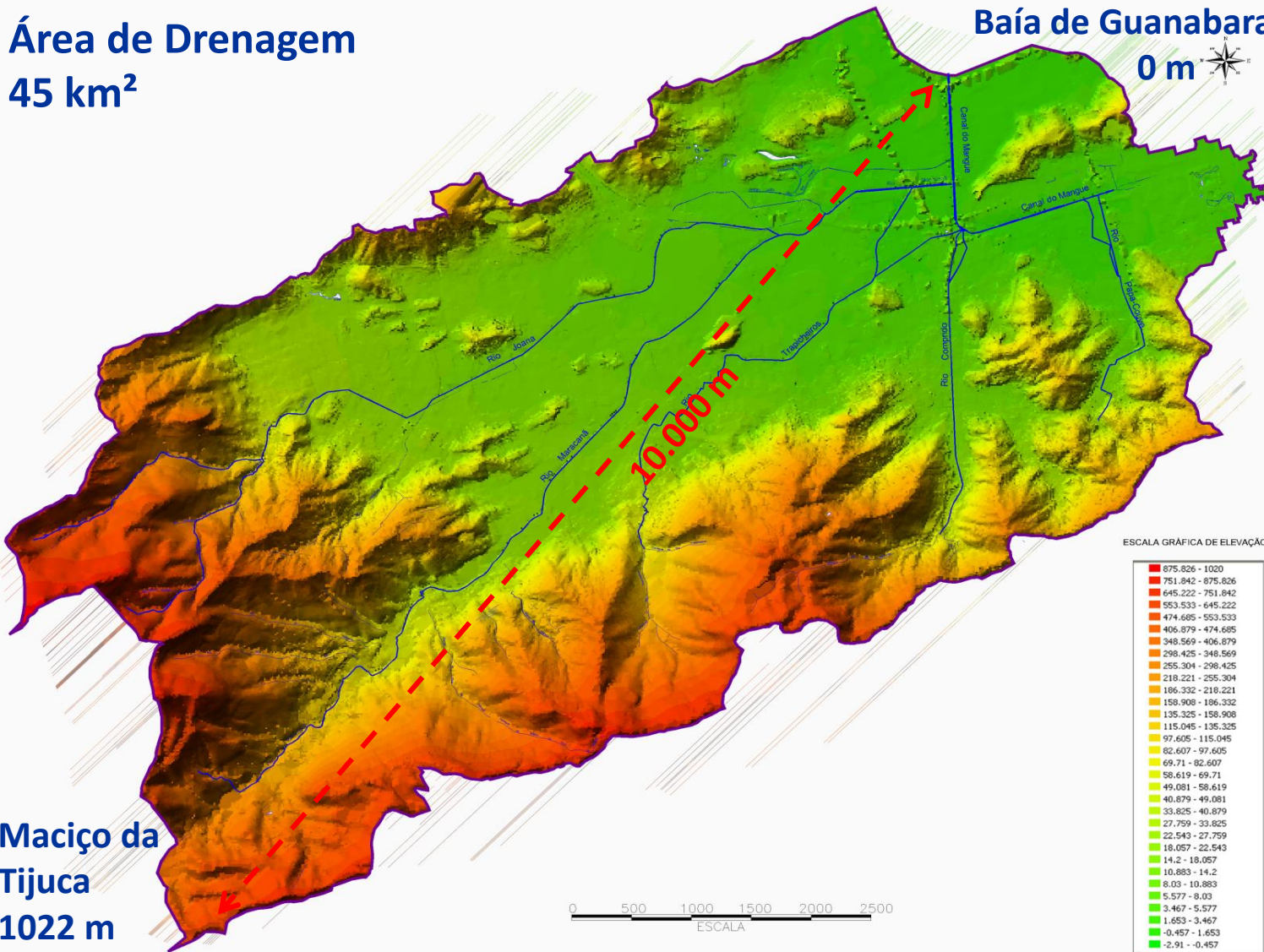
CECS
CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS
SOCIAIS APLICADAS
Universidade Federal do ABC



Área de Drenagem
45 km²

Baía de Guanabara

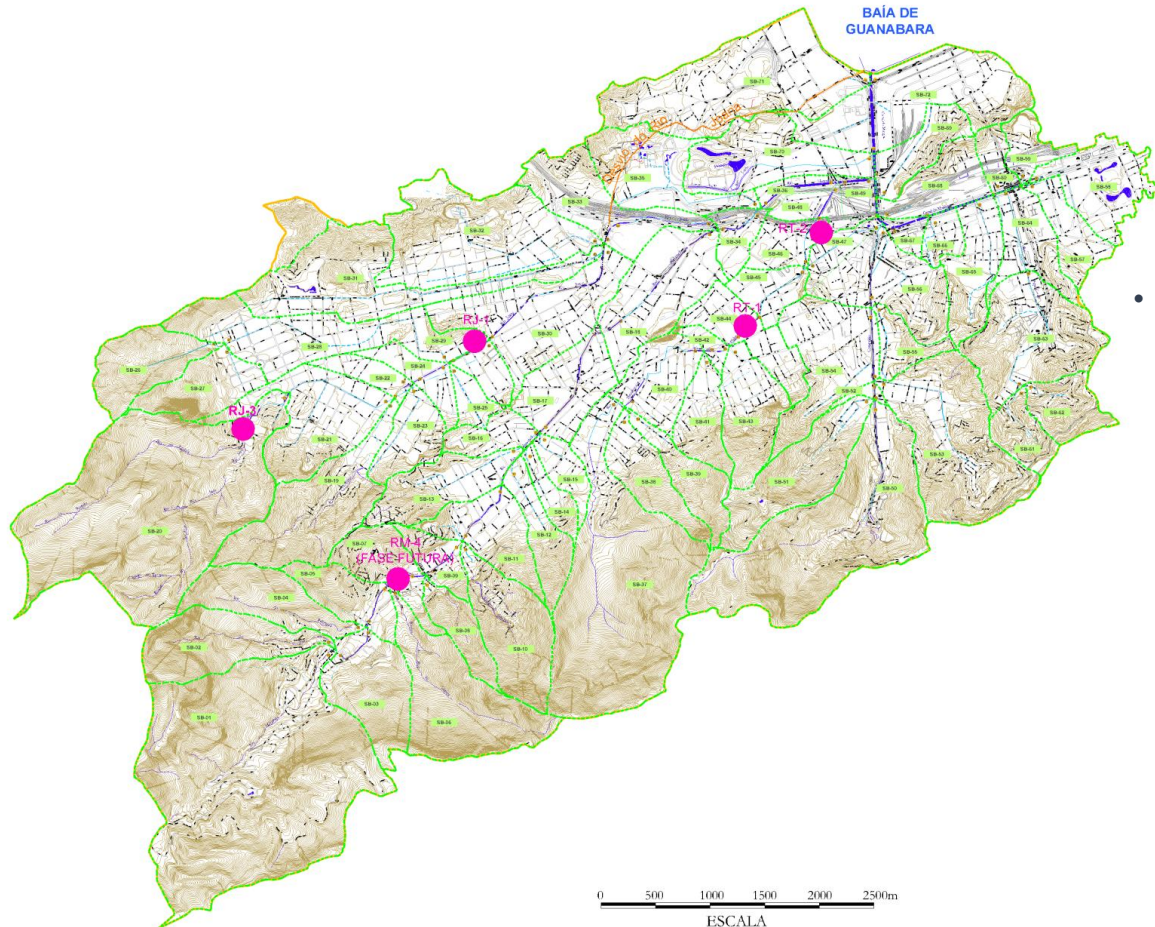
0 m



Macço da
Tijuca
1022 m



RIO DE JANEIRO BACIA DO CANAL DO MANGUE



- Estudo de alternativas
 - TR = 25 anos
 - Simulações hidráulico-hidrologicas de diversos cenários
 - Análise de disponibilidade de áreas, custo-benefício
- Alternativas propostas:
 - Desconcentração de vazões → Derivação/Desvio de curso d'água: redução do risco de inundações a jusante
 - Controle de vazões a montante por meio de reservação
 - Reservatórios de pés de morros, para controle de qualidade e quantidade
 - Intervenções pontuais em seções restritivas: pontes, trechos de galeria



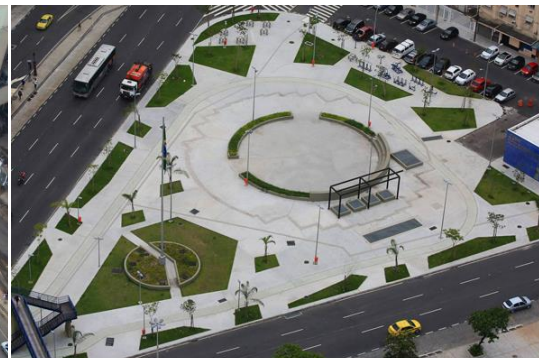
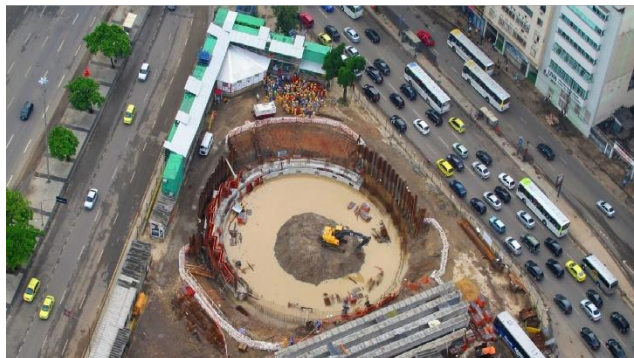
Universidade Federal do ABC

RIO DE JANEIRO BACIA DO CANAL DO MANGUE

CECS
CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS
SOCIAIS APLICADAS
Universidade Federal do ABC



Praça Varnhagen



Praça da Bandeira



Praça Niterói

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- IMPORTÂNCIA DO CONTROLE NA BACIA HIDROGRÁFICA
- INTEGRAÇÃO NECESSÁRIA EM REGIÕES METROPOLITANAS
 - ADEQUAÇÕES DE ARRANJO INSTITUCIONAL PARA A GESTÃO POR BACIAS
 - ELABORAÇÃO DE PLANOS REGIONAIS DE DRENAGEM AOS QUAIS OS PLANOS MUNICIPAIS SE INTEGREM
 - EXEMPLO DO DAEE (RMSP / BAT) E CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DO GRANDE ABC (BACIA DO RIO TAMANDUATEÍ)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

TECNOLOGIAS PARA O CONTROLE DA DRENAGEM URBANA SÃO MUITO MAIS CUSTOSAS NA FASE DE REMEDIAÇÃO DO QUE DE PLANEJAMENTO

- FASE DE PLANEJAMENTO / PREVENÇÃO:
 - DELIMITAÇÃO DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO
 - MEDIDAS DE ZONEAMENTO, FISCALIZAÇÃO
 - CONTROLE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS, COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO
 - PLANOS DE CONTINGÊNCIA, MONITORAMENTO, SISTEMAS DE ALERTA
 - PRESERVAÇÃO DE VÁRZEAS, ÁREAS DE AMORTECIMENTO NATURAL
 - OPERAÇÃO ONLINE, INTEGRAÇÃO DOS RIOS NA PAISAGEM URBANA
- FASE DE REMEDIAÇÃO / CONTENÇÃO
 - IDENTIFICAÇÃO DOS DÉFICITS
 - LIMITAÇÕES DE ESPAÇO E DISPUTA COM OUTROS SISTEMAS URBANOS
 - SOLUÇÕES MAIS CARAS – IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- CIDADES DE GRANDE PORTE E REGIÕES METROPOLITANAS DEVEM PRIORIZAR AÇÕES DE REMEDIAÇÃO E INTENSIFICAR MEDIDAS GESTÃO DO TERRITÓRIO – NOTADAMENTE FISCALIZAÇÃO, CONTROLE DO DÉFICIT HABITACIONAL E URBANIZAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS.
- CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DEVEM “APRENDER” COM ERROS E NÃO REPRODUZI-LOS. EVITAR CANALIZAÇÕES E RETIFICAÇÕES – NÃO IMPLANTAR VIAS DE FUNDO DE VALE, NÃO ATERRAR VÁRZEAS.





Universidade Federal do ABC

Muito Obrigada!

melissa.graciosa@ufabc.edu.br

