Previsão ou Gestão de cheias? Um caso de estudo numa cidade de média dimensão Coimbra

José Alfeu Sá Marques

Rui Daniel Pina

University of Coimbra - Portugal

Previsão de inundações Urbanas como parte integrante da Gestão da Água em Meio Urbano

CONTEÚDO

- 1. Introdução
- 2. Antecedentes Históricos
- 3. Intervenções da Universidade de Coimbra
- 4. Situação Actual
- 5. Conclusões

1. INTRODUÇÃO

COIMBRA

Portugal
International boundary
District boundary
National capital
District capital
Railroad
Road
0 25 50 Kilometers
0 25 50 Miles
Districts are named after their respective capitals. The Azores districts of Angra do Heroismo, Horta, and Ponta Delgada, and the Madeira Islands district of Funchal are not shown.
NORTH ATLANTIC OCEAN
SPAIN
Golfo de Cádiz
Valença
Viana do Castelo
Braga
Guimarães
Fafe
Chaves
Verin
Bragança
Benavente
Vila Real
Porto
Aveiro
Viseu
Salamanca
Vilar Formoso
Ciudad-Rodrigo
Guarda
Bejar
Covilhã
Figueira da Foz
Plasencia
Castelo Branca
Leiria
Tomar
Abrantes
Valencia de Alcántara
Cáceres
Trujillo
Caldas da Rainha
Santarém
Portalegre
Mérida
Mora
Estremoz
Badajoz
Lisbon
Almada
Barreiro
Vendas Novas
Setúbal
Évora
Alcácer do Sal
Zafra
Fregenal de la Sierra
Moura
Grândola
Beja
Serpa
Sines
Vila Real de Santo Antonio
Huelva
Sevilla
Utrera
Portimão
Ayamonte
Tavira
Lagos
Faro
Sagres
Base 505036 (546614) 8-82

COIMBRA

- Alguns dados sobre Coimbra:
  - ÁreaTotal : 316,5 km²
  - População: 150 000
  - Atravessada pelo rio Mondego
  - Bacias hidrográfica com diversas características
    - Áreas de 0,5 km ² a 100 km ²
    - Altitude máxima: 520 m
    - Altitude mínima: 6 m
    - Áreas Rurais e urbanas
  - Sistema de drenagem de águas residuais:
    - 30% unitário & 70% separativo

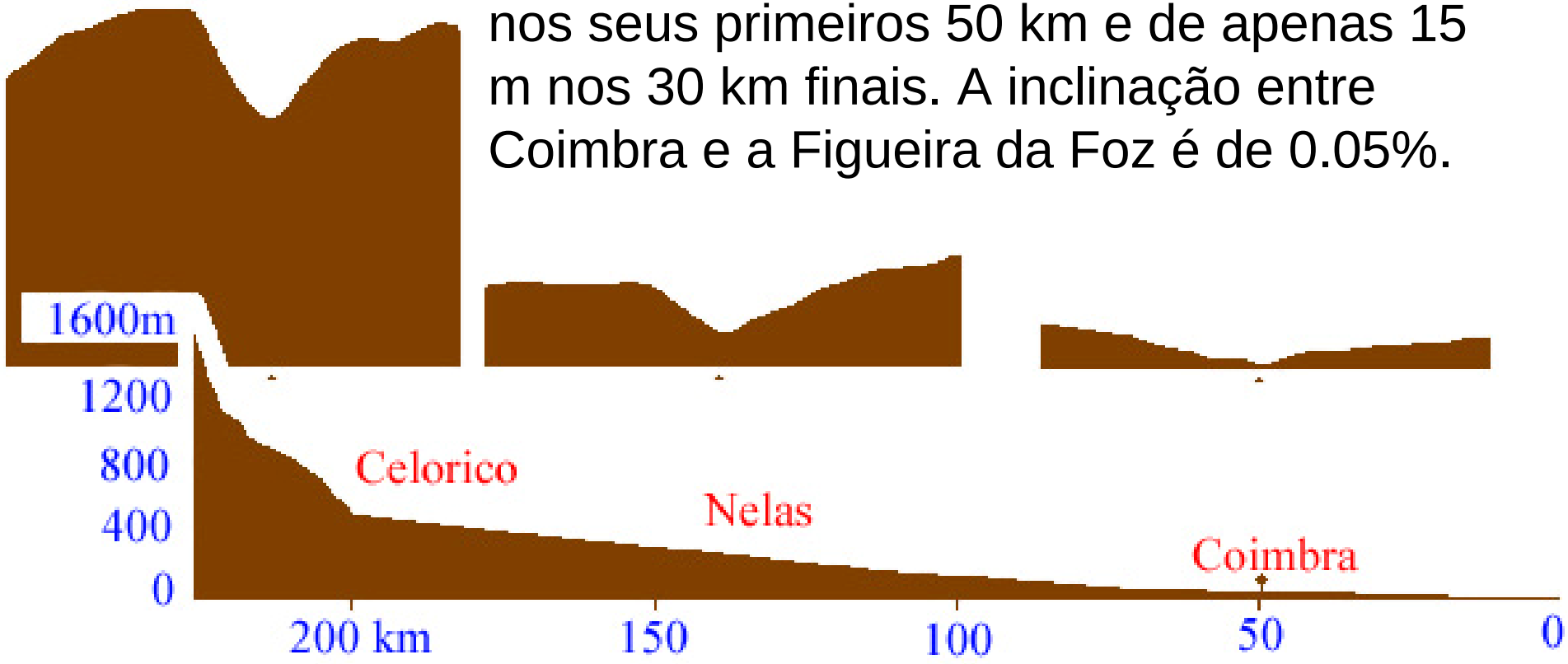
2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

- Durante séculos a Região do Baixo Mondego foi vitima de cheias e inundações cíclicas.
- A grande maioria das inundações ocorreram nos últimos 30 km do rio.
- Os 1º estudos reportam—se ao século XV sendo naturalmente não estruturais.

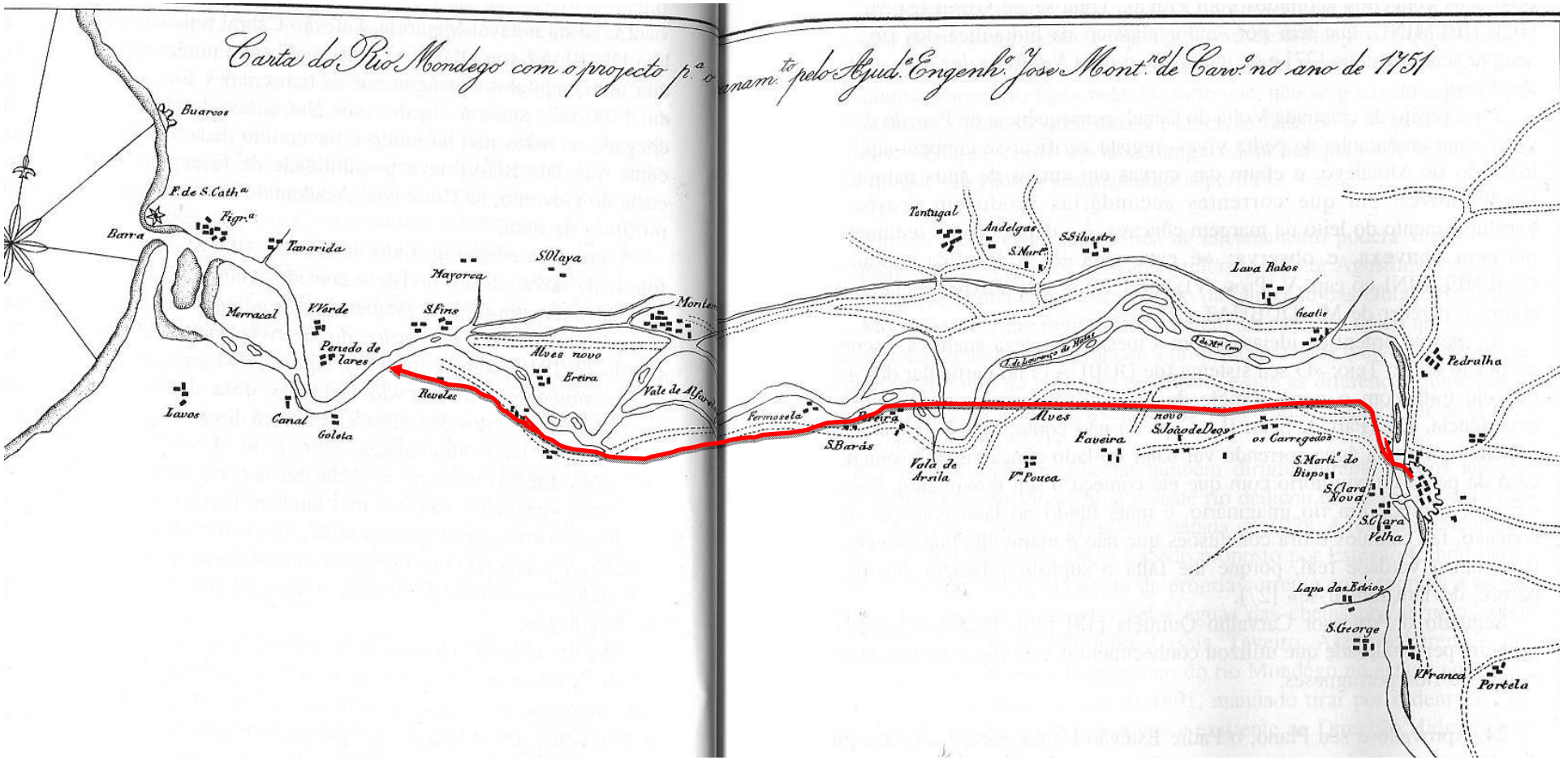
ANTECEDENTES HISTÓRICOS

De facto o rio Mondego “desce” de 750 m nos seus primeiros 50 km e de apenas 15 m nos 30 km finais. A inclinação entre Coimbra e a Figueira da Foz é de 0.05%.

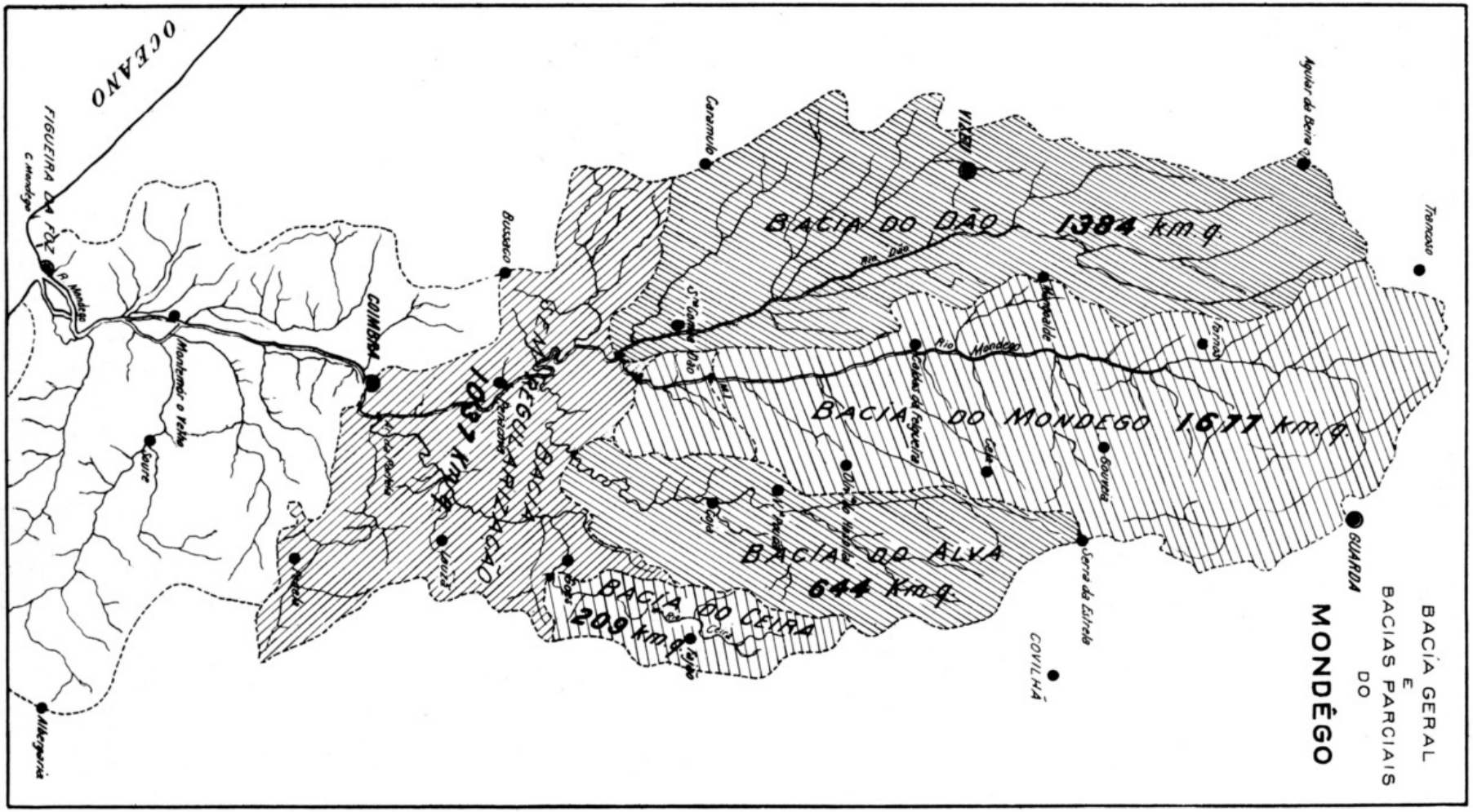


ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Plano do Padre Estevão Cabral em 1790



ANTECEDENTES HISTÓRICOS

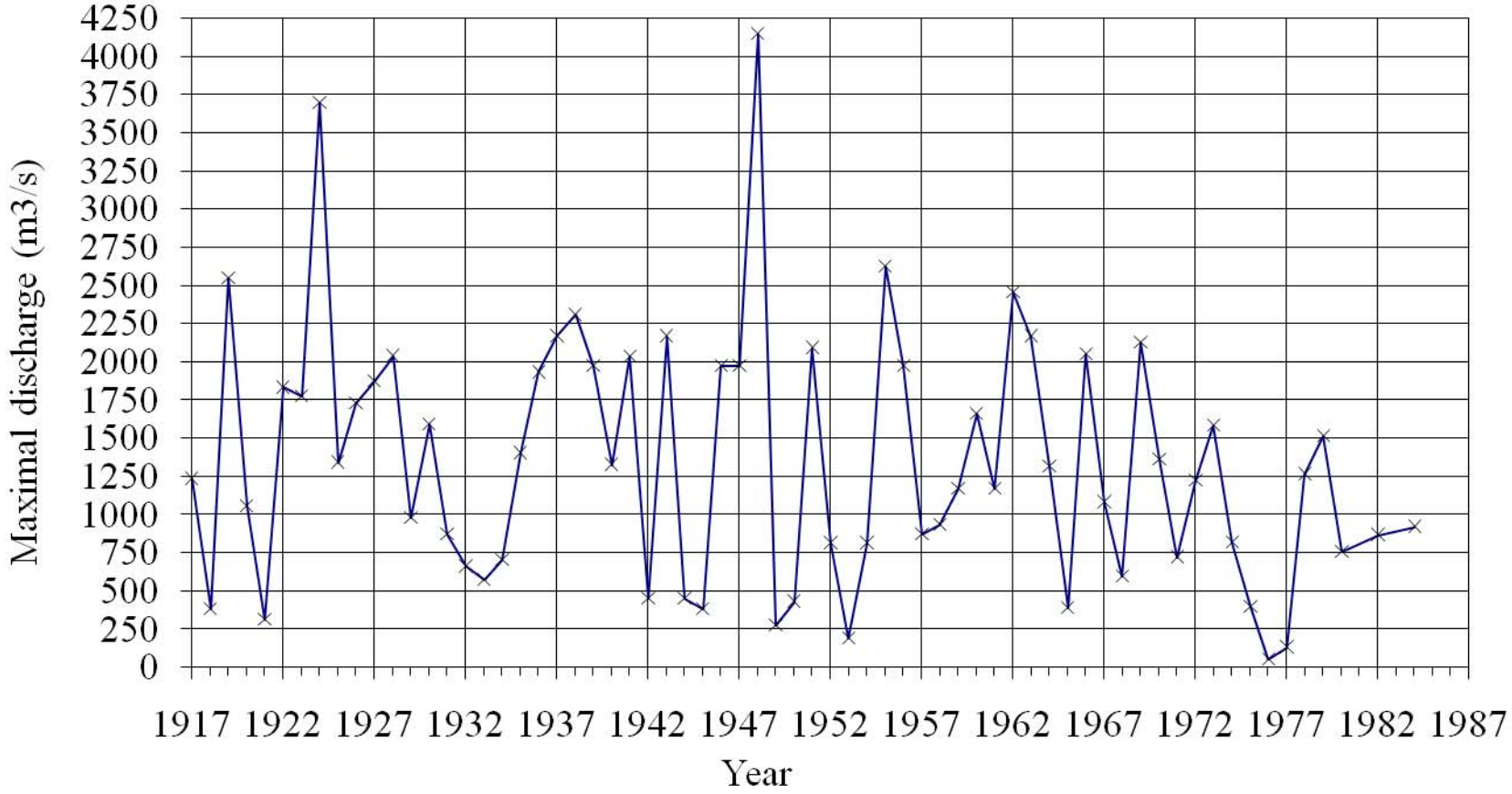


ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Cheias históricas em Coimbra

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

A maior cheia de que há registos ocorreu em 29 Janeiro de 1948, com um caudal máximo de 4200 m^3/s:



ANTECEDENTES HISTÓRICOS

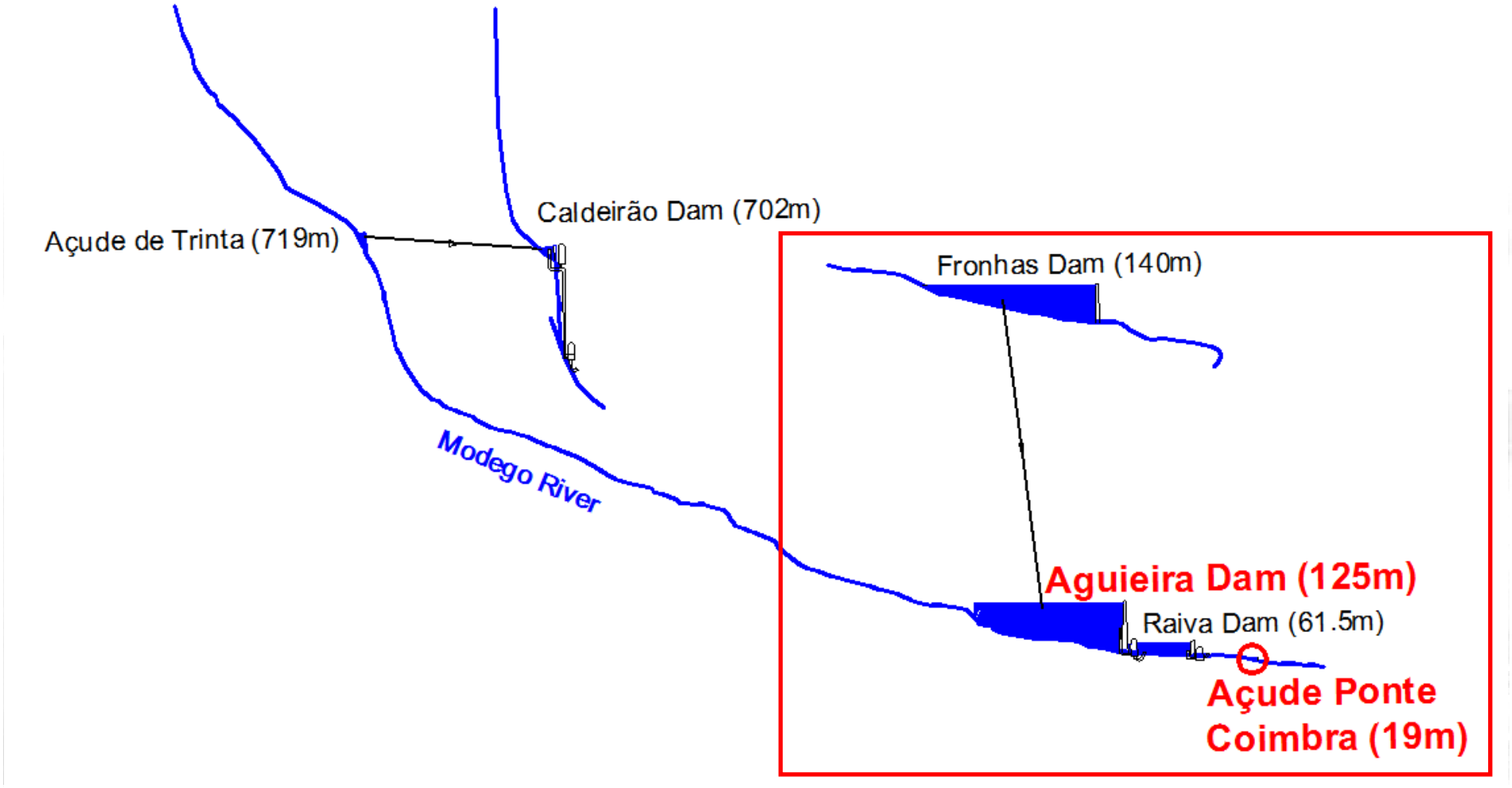
A maior cheia conhecida em Coimbra – 29 Janeiro de 1948

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Durante o século 20 foram desenvolvidos vários estudos até que um Plano Geral para o Rio Mondego foi elaborado, aprovado e entrou em execução.

Quatro barragens foram então construídas.

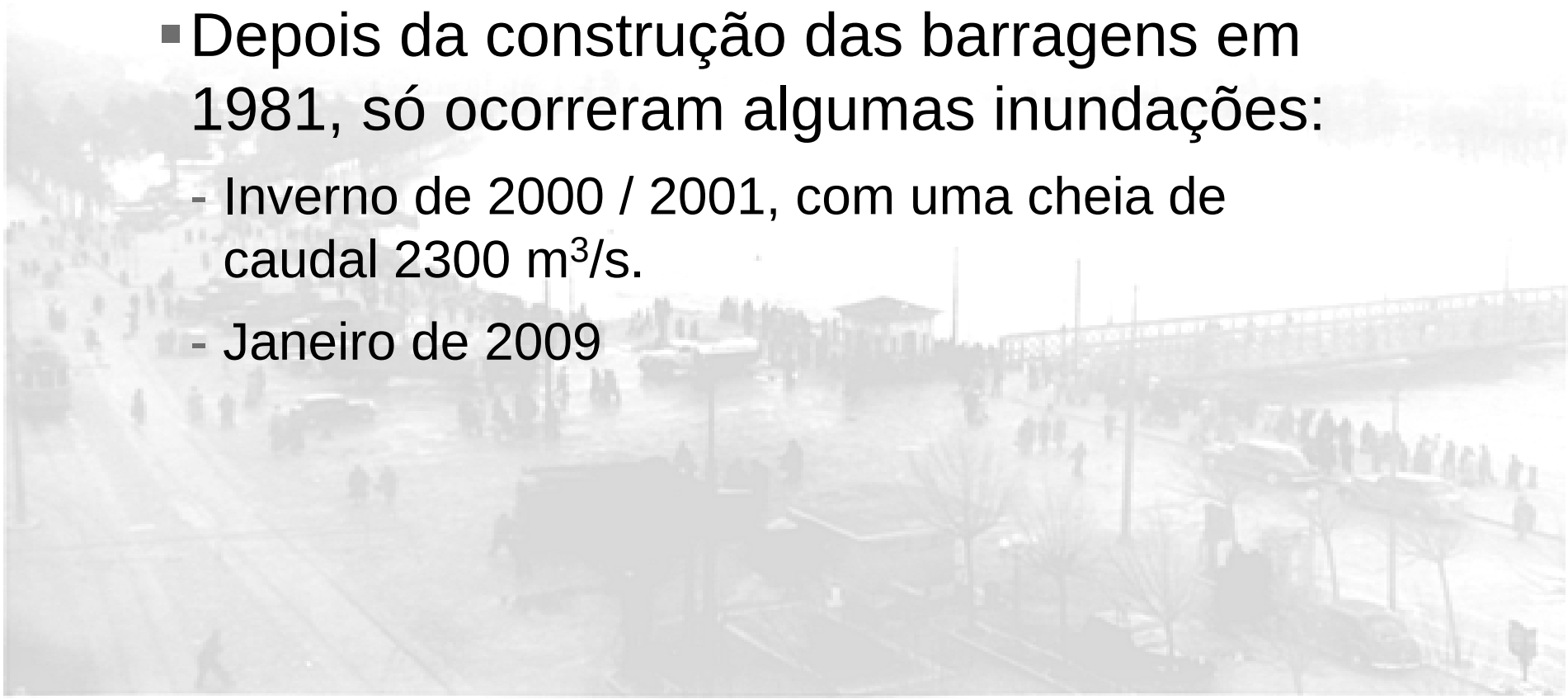
ANTECEDENTES HISTÓRICOS



3. AS INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

- Depois da construção das barragens em 1981, só ocorreram algumas inundações:
  - Inverno de 2000 / 2001, com uma cheia de caudal 2300 m^3/s.
  - Janeiro de 2009



INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Coimbra, 22 - 31 de Janeiro de 2001

INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

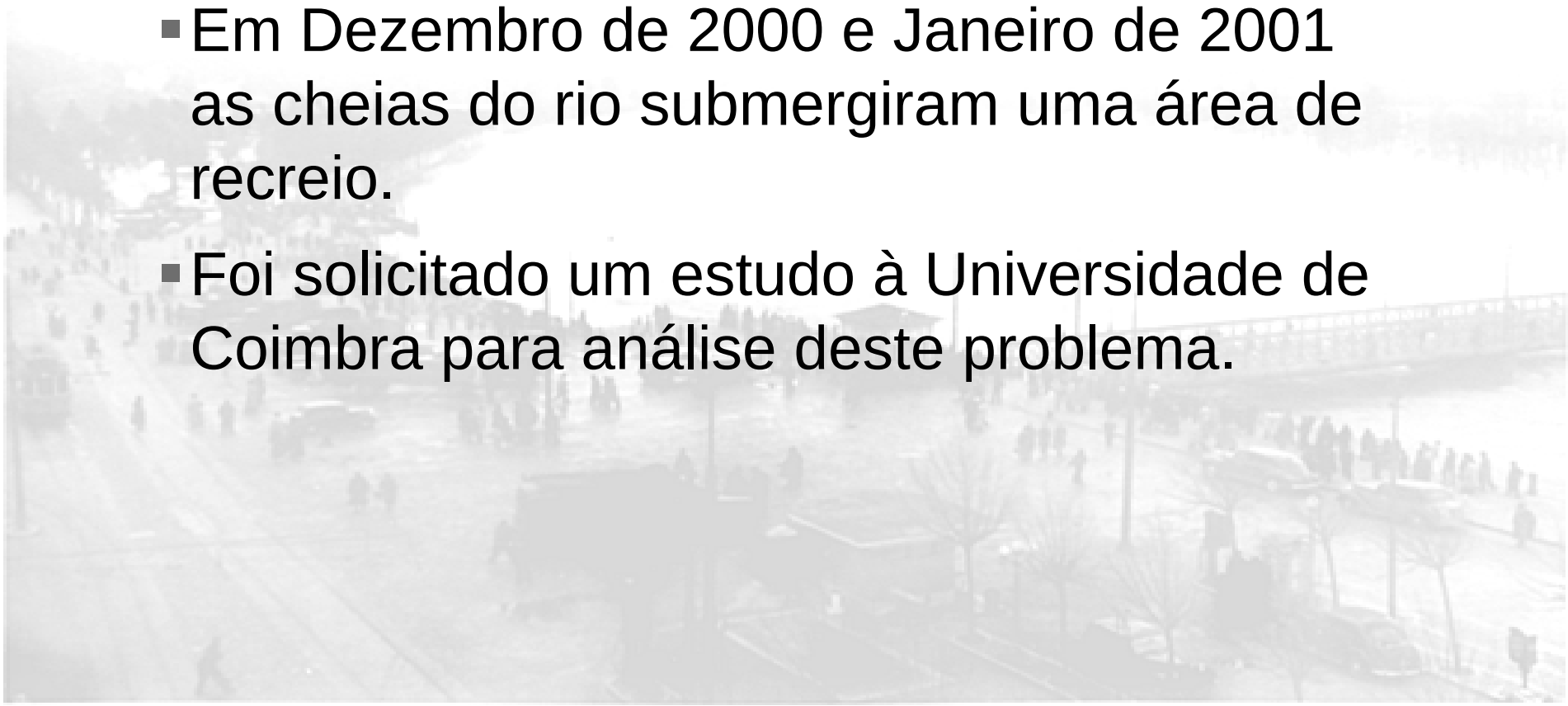
Coimbra, 22 - 31 de Janeiro de 2001

INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Coimbra, 30 de Janeiro de 2009

INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

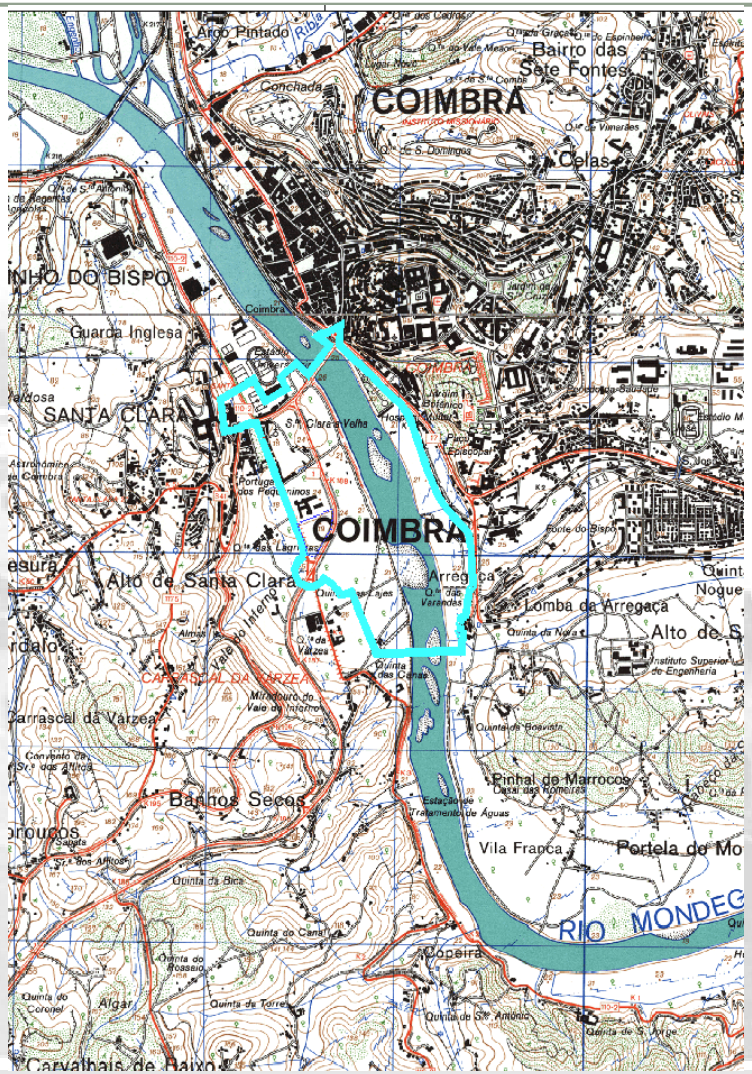
- Em Dezembro de 2000 e Janeiro de 2001 as cheias do rio submergiram uma área de recreio.
- Foi solicitado um estudo à Universidade de Coimbra para análise deste problema.

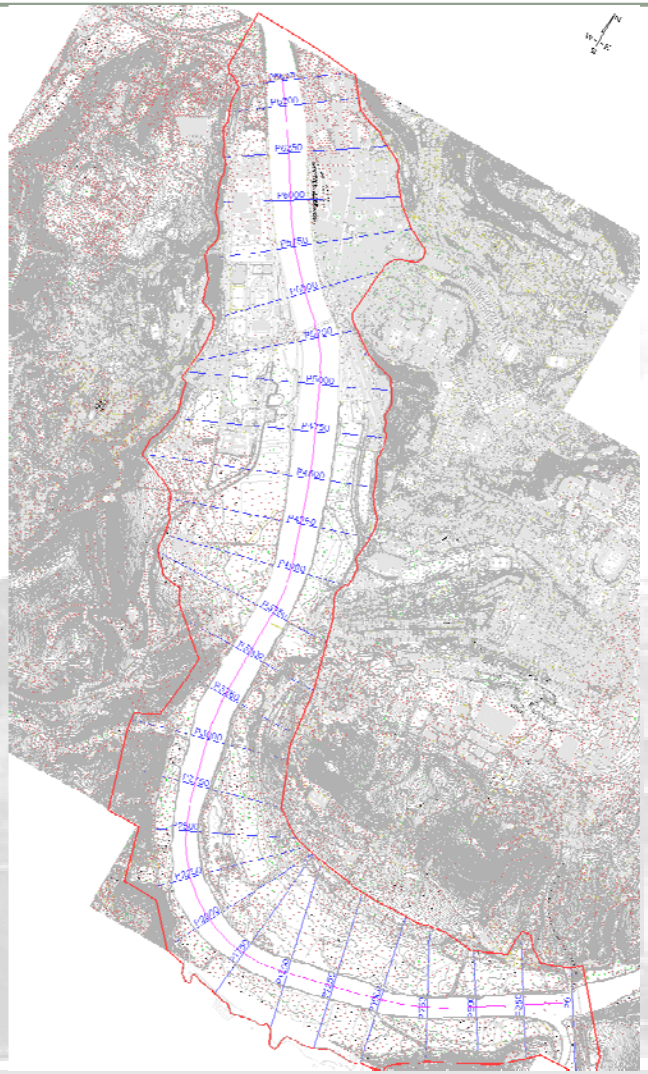


INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

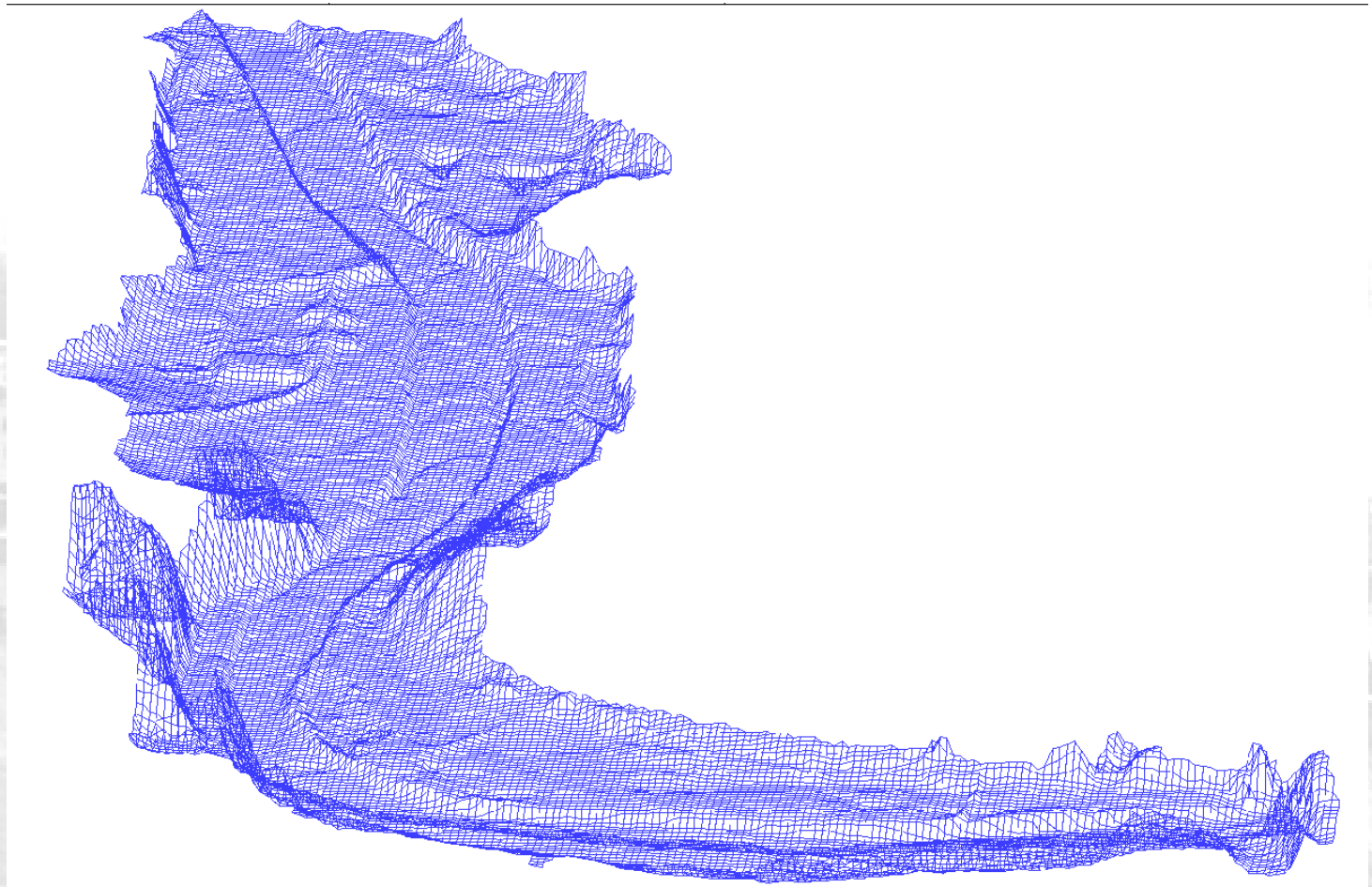
- Utilizando uma estrutura computacional, desenvolvida na Universidade de Coimbra, foram efectuadas várias simulações hidráulicas entre as Pontes da Portela e Ponte Açude.
- Com o conhecimento dos impactos reais das descargas da Barragem da Aguieira na zona baixa da Cidade de Coimbra é possível prevenir problemas futuros.

INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

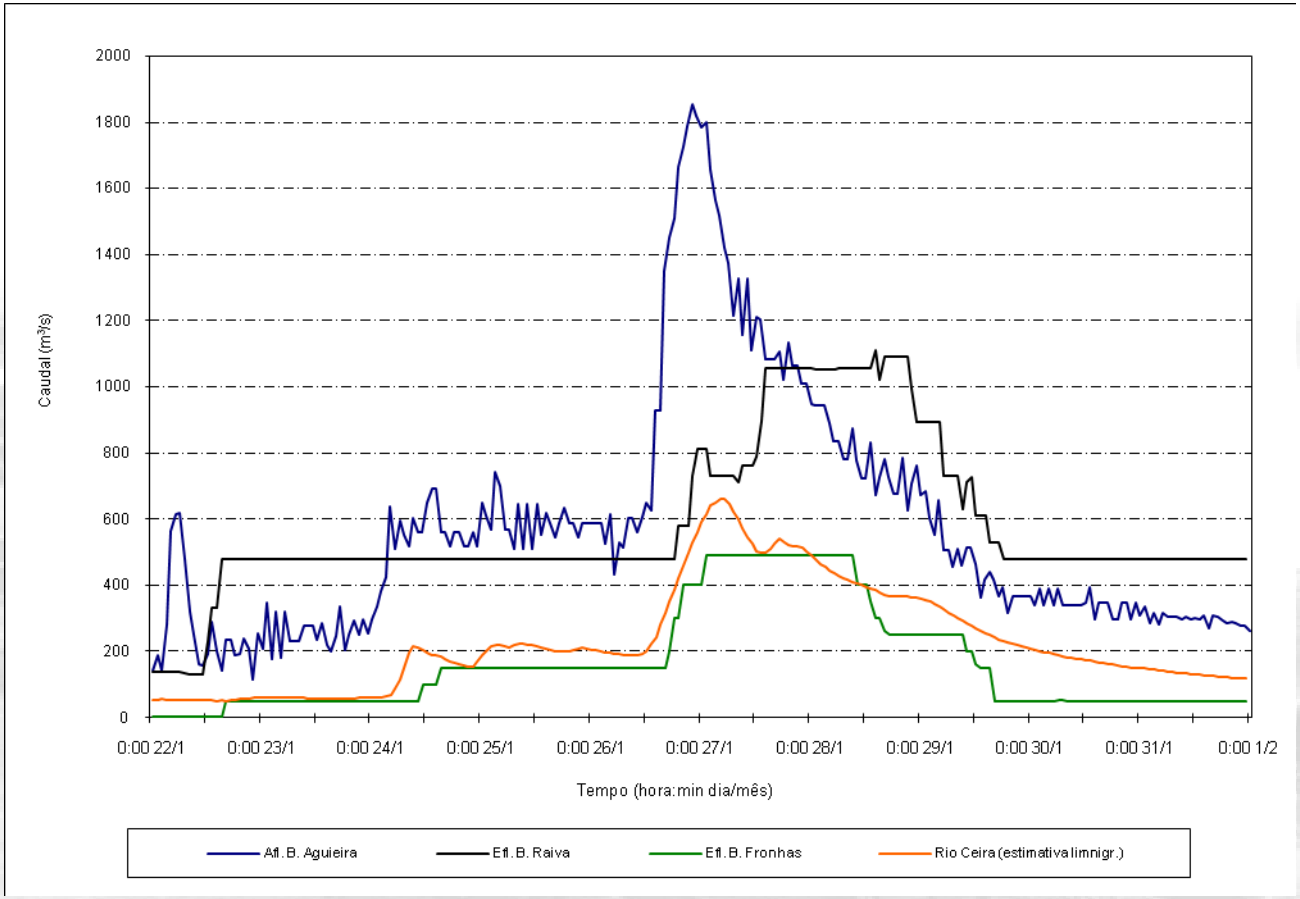




INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

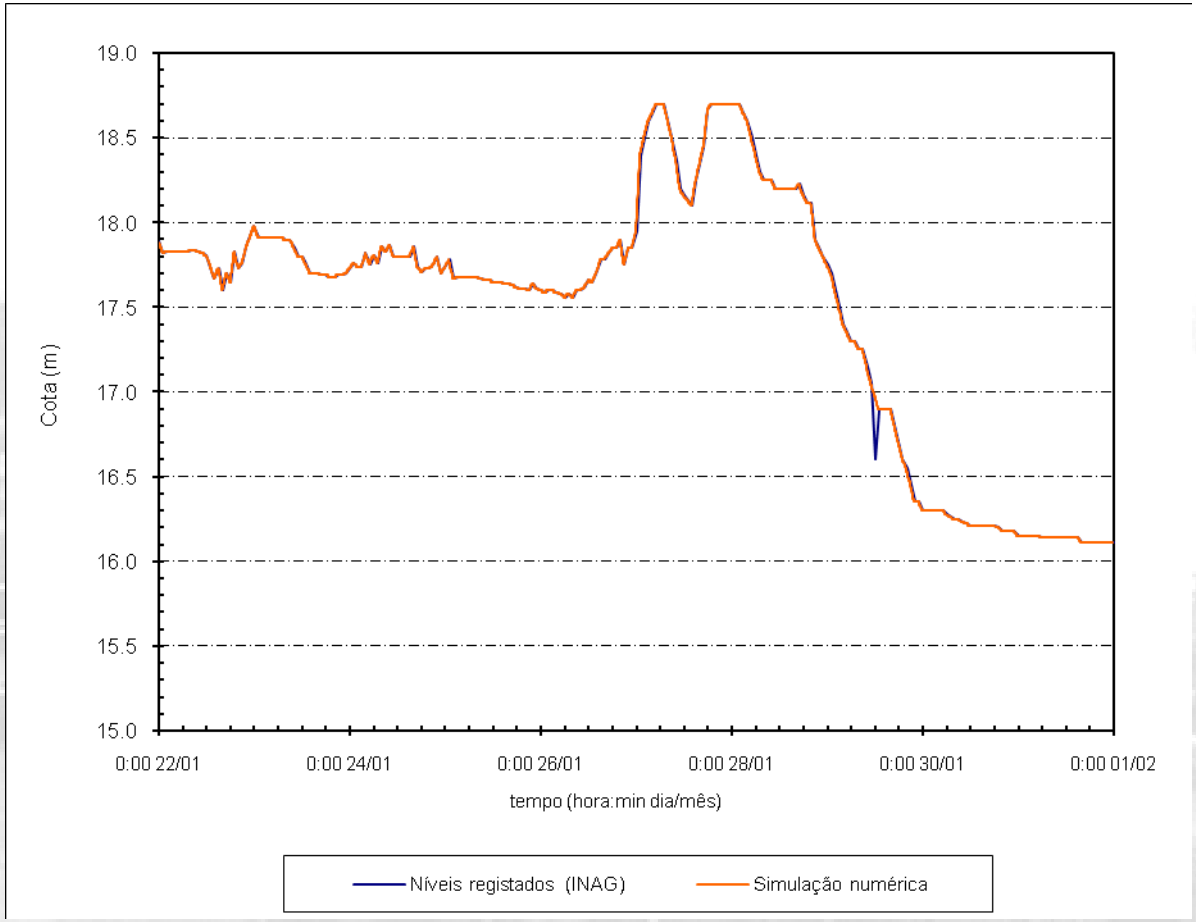


INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA



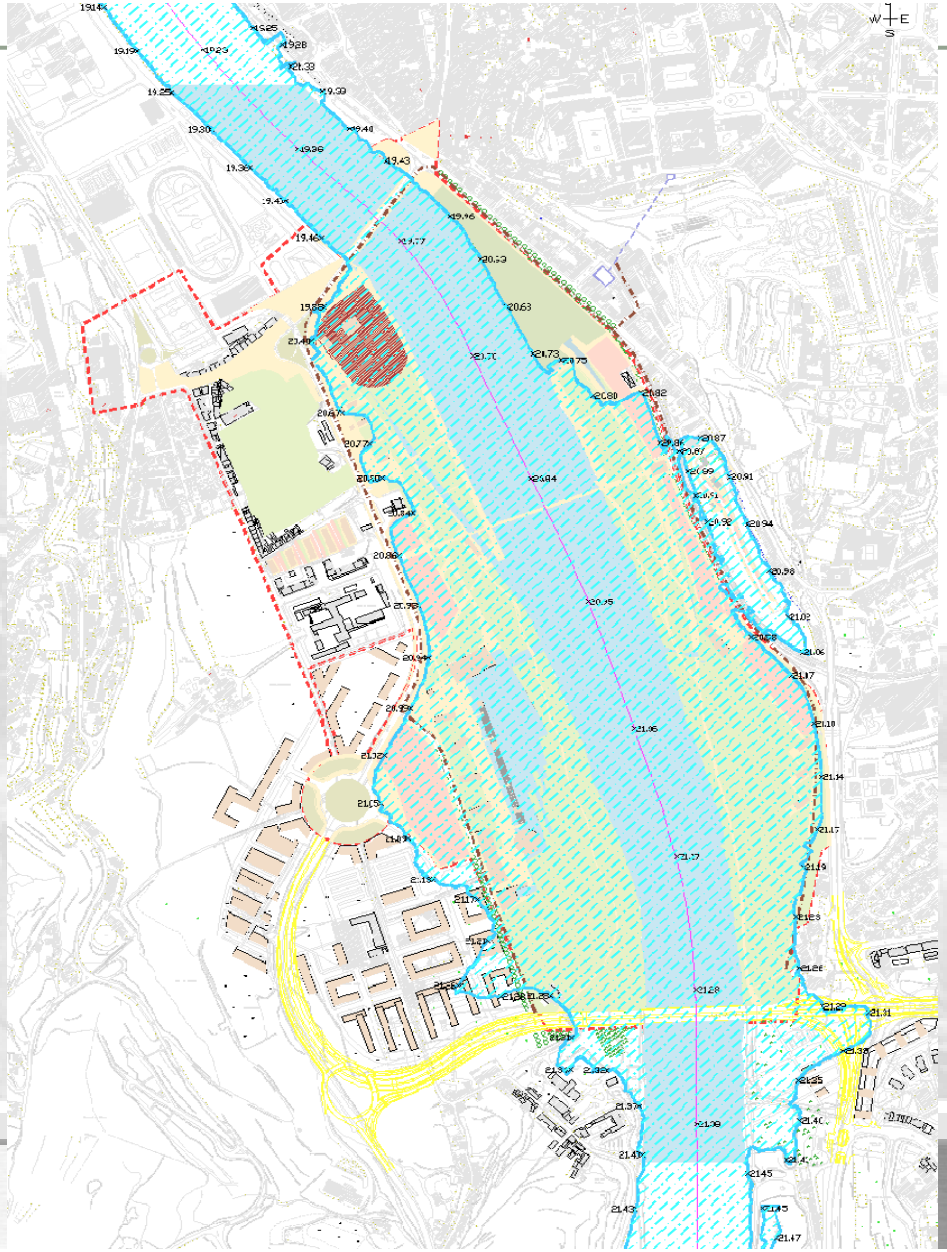
Análise comparativa entre os hidrogramas naturais e numéricos em Janeiro de 2001

INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Níveis de água na Ponte Açude (dados reais e resultados numéricos com uma condição de fronteira a jusante imposta no modelo).

INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA



INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Após a construção das Barragens no Mondego

Novos problemas

Com as cheias menos frequentes aumentou a pressão de construção nas planicies de inundação

Expansão de novas areas de construção

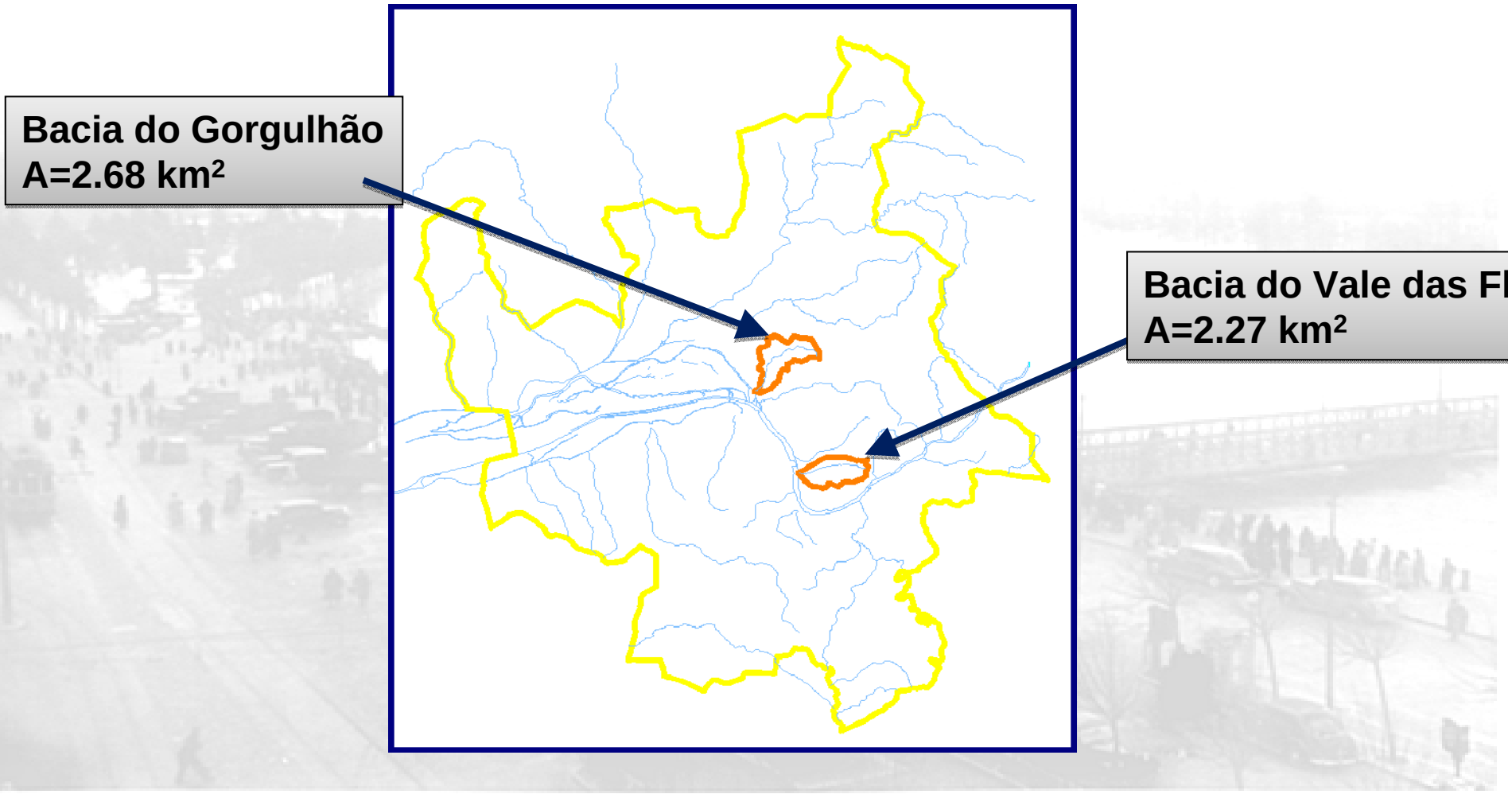
INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

- "Estudos de Hidrologia Urbana na cidade de Coimbra"
  - Cooperação entre a Câmara Municipal de Coimbra e a Universidade de Coimbra
  - Objectivos:
    - Estudo da hidrologia e drenagem de Coimbra
    - Implementação de "regras" para o Plano Director Municipal de Coimbra.
    - Plano Director de Drenagem

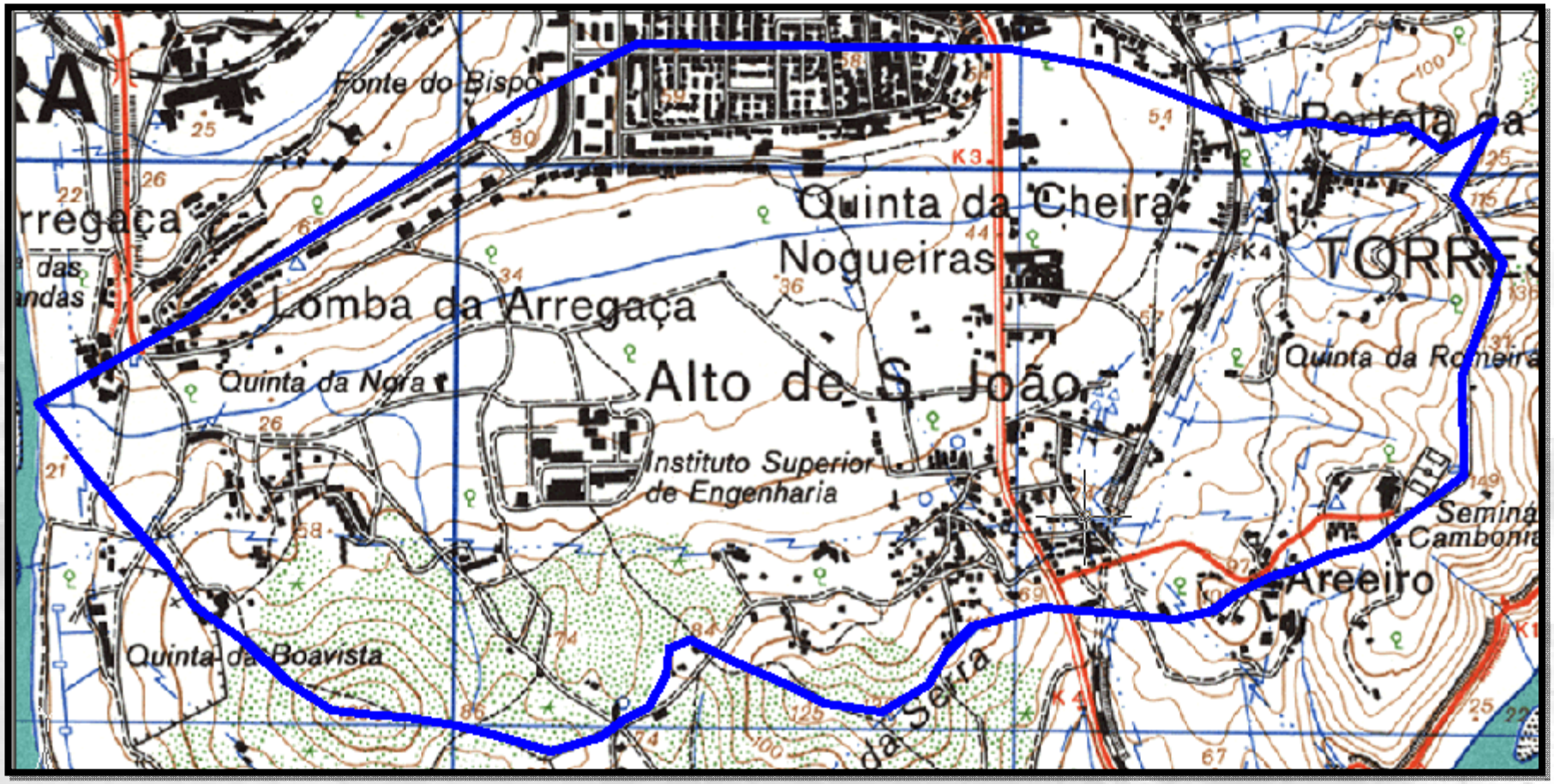
INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

- "Estudos de Hidrologia Urbana na cidade de Coimbra"
  - Principal trabalho Desenvolvido:
    - Caracterização da área
    - Estudo da precipitação
    - Identificação de áreas de risco de inundação
    - **Proposta de medidas não estruturais** para resolver/minimizar os problemas

INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

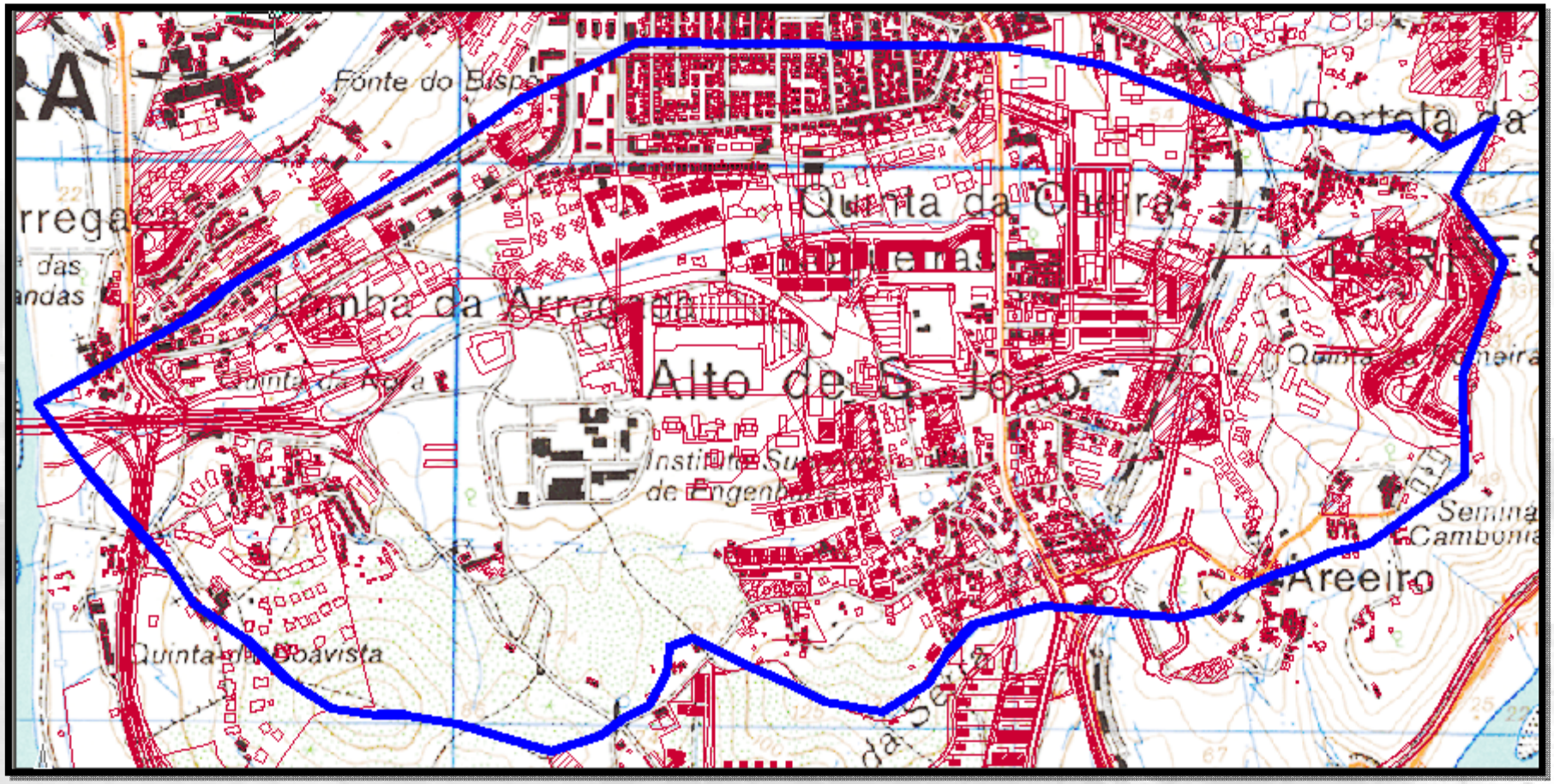


INTERVENÇÕES DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA



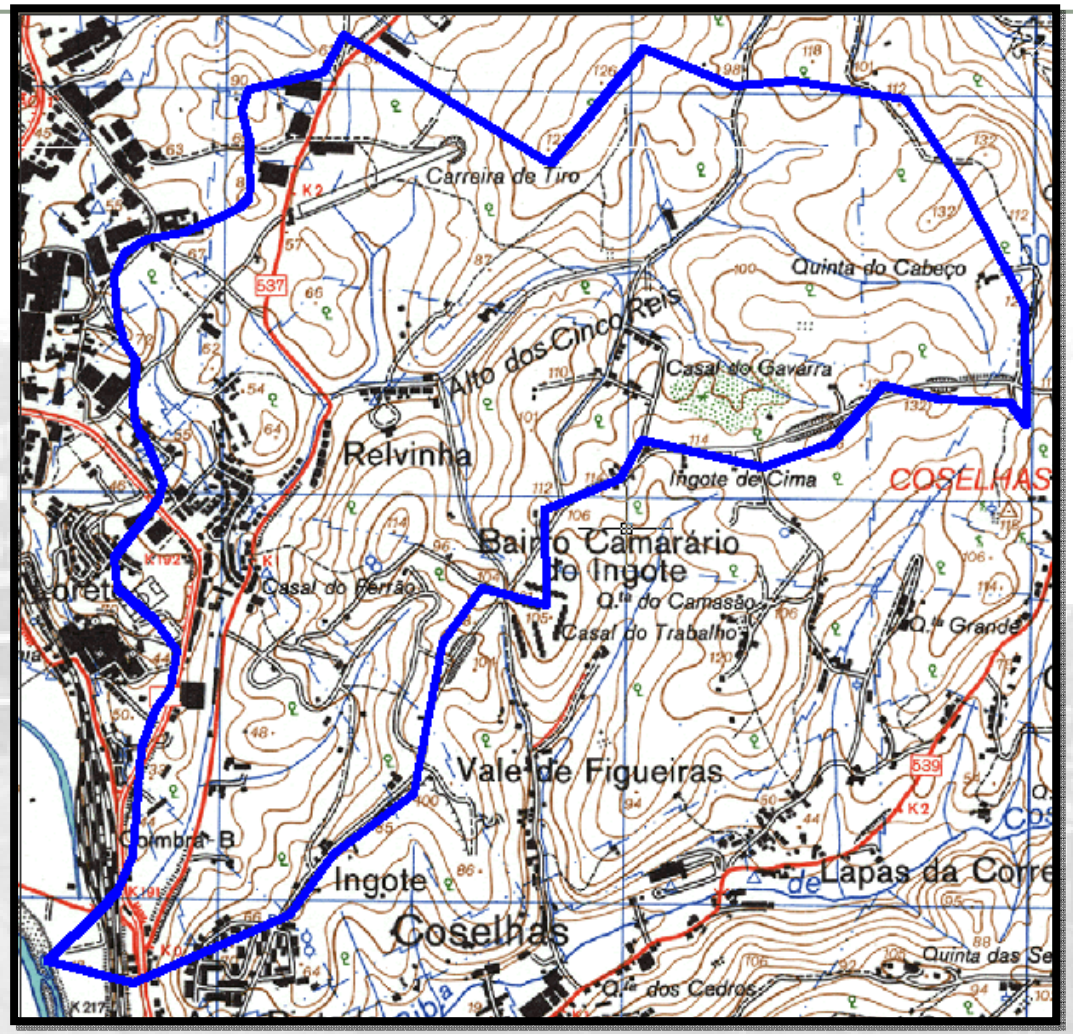
Bacia do Vale das Flores - 1970

A INFLUENCIA DE NOVAS ÁREAS URBANAS - EXEMPLOS



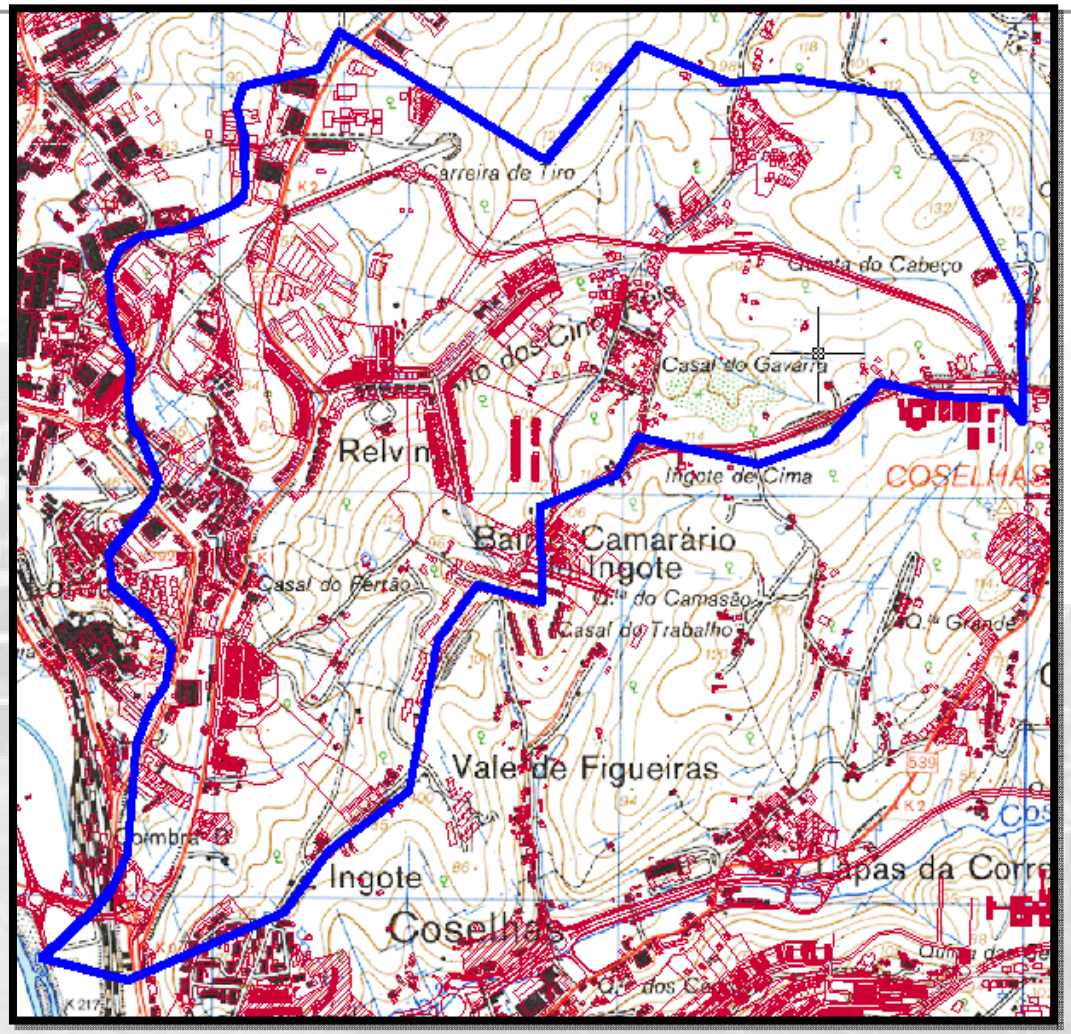
Bacia do Vale das Flores - 2005

A INFLUENCIA DE NOVAS ÁREAS URBANAS - EXEMPLOS



Bacia do Gorgulhão - 1970

A INFLUENCIA DE NOVAS ÁREAS URBANAS - EXEMPLOS



Bacia do Gorgulhão - 2005

A INFLUENCIA DE NOVAS ÁREAS URBANAS - EXEMPLOS

- Consequências da expansão urbana desorganizada:
  - Aumento do pico de cheia:
    - 75 % na bacia do Gorgulhão
    - 50 % na bacia do Vale das Flores

↓

Período de retorno diminui

↓

Mais elevada frequência de inundações

A INFLUENCIA DE NOVAS ÁREAS URBANAS - EXEMPLOS

Centro de Coimbra, 2006

A INFLUENCIA DE NOVAS ÁREAS URBANAS - EXEMPLOS

Centro de Coimbra, 2008

4. SITUAÇÃO ACTUAL

SITUAÇÃO ACTUAL

- Cooperação
  - Universidade de Coimbra
  - AC. EM, (Empresa municipal de água, esgotos águas pluviais da cidade de Coimbra)

Projectos de manutenção e análise de risco de inundação

Desenvolvimento dos Planos Directores de Drenagem

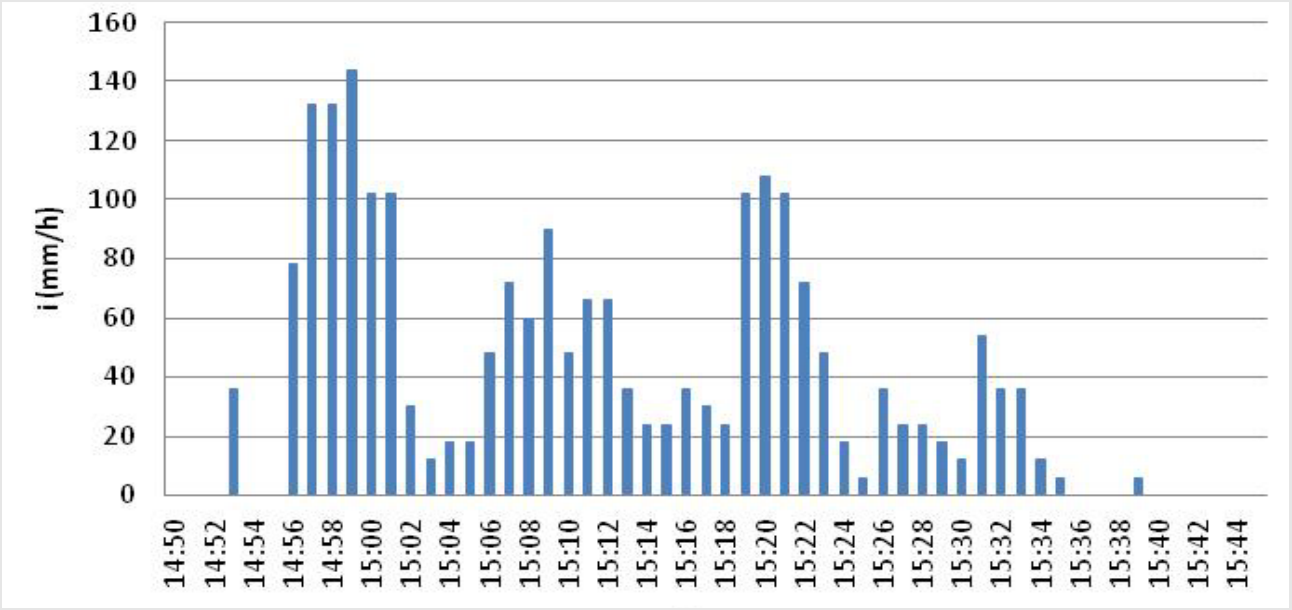
SITUAÇÃO ACTUAL

- Trabalhos em curso:
  - Bases de dados e georeferenciação (GIS)
  - Modelação Hidráulica e Hidrologica
  - Calibração dos modelos
  - Sistemas de monitorização

5. Modelação - Exemplo

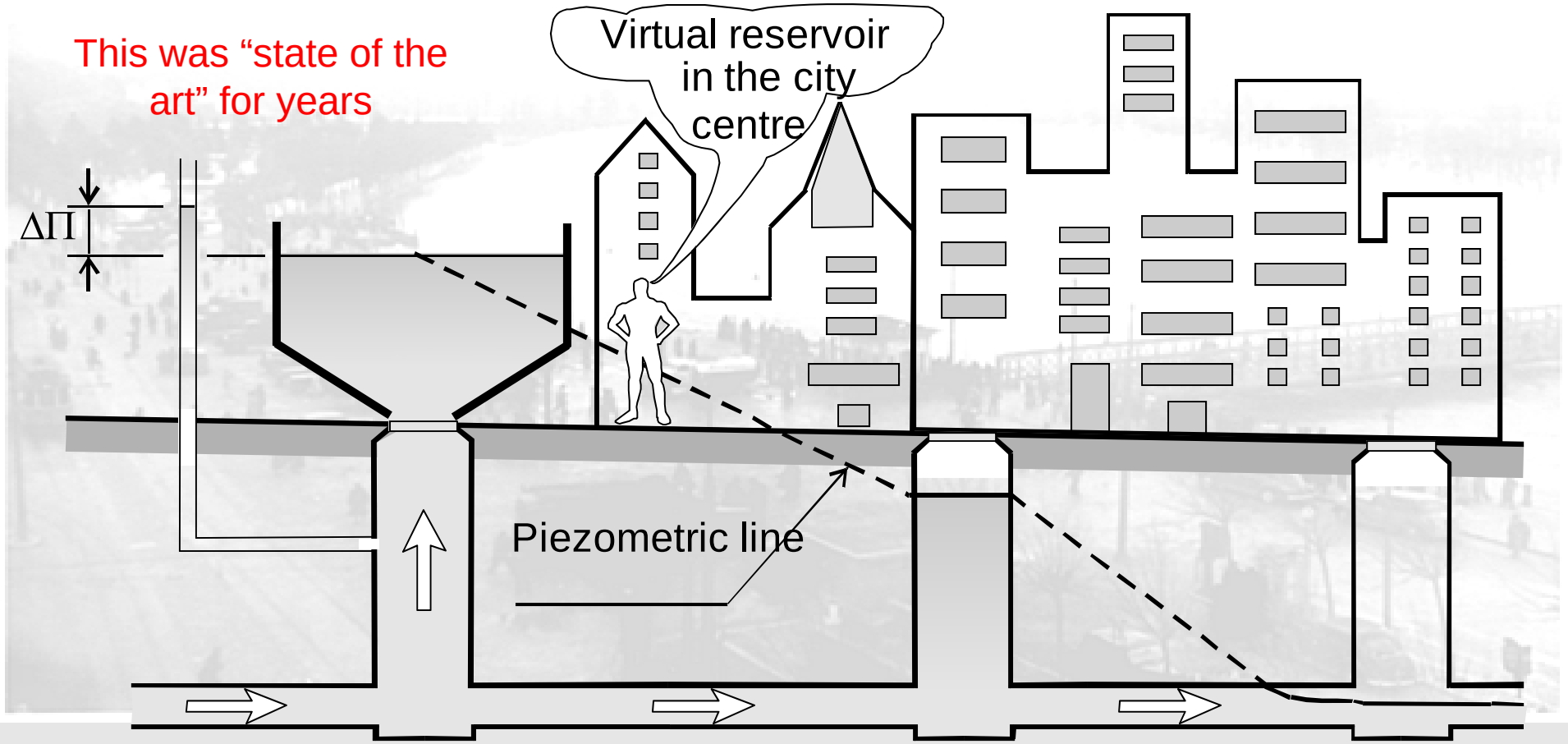
Caso de estudo

O evento de 9 de Junho de 2006



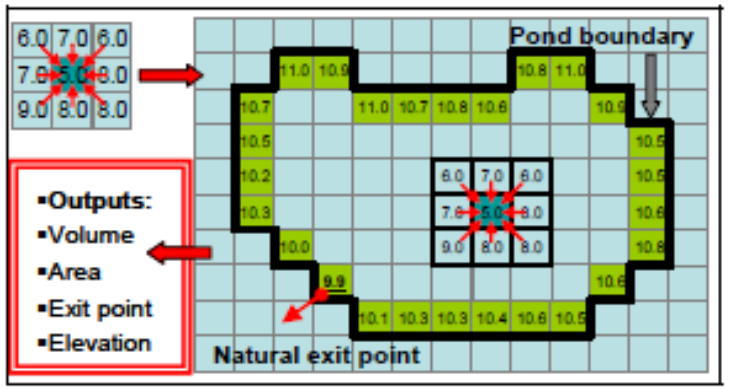
	Duração				
	5 (min)	10 (min)	15 (min)	30 (min)	45 (min)
Intensidade maxima de precipitação (mm/h)	122.4	76.8	72.4	61.6	47.6
Periodo de retorno[1] (anos)	10	8	20	>50	50

Virtual Reality in Modelling

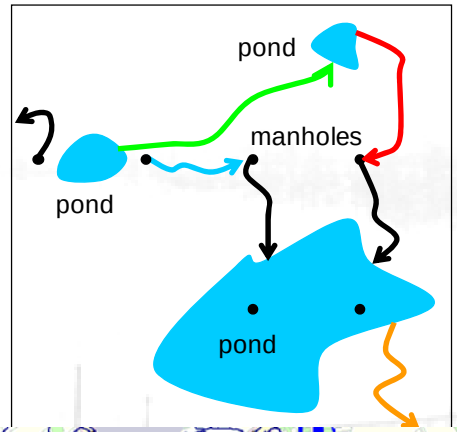


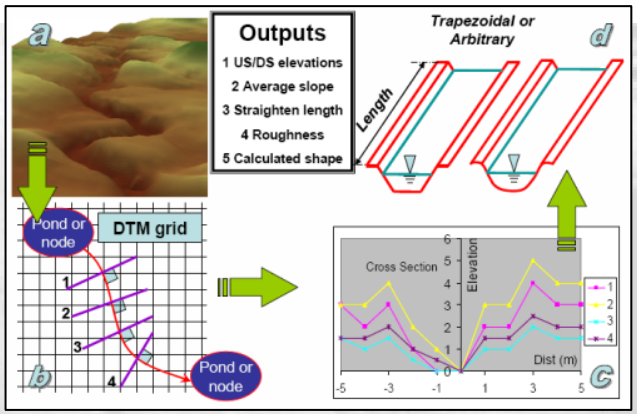
Automatic Overland Flow Delineation (AOFD)

1. Pond delineation

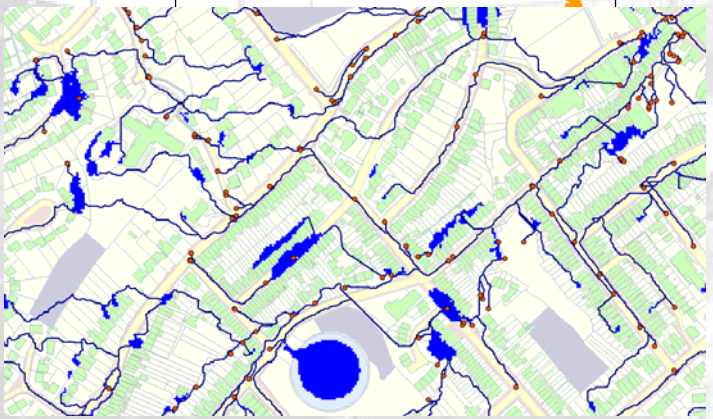


2. Pathway delineation





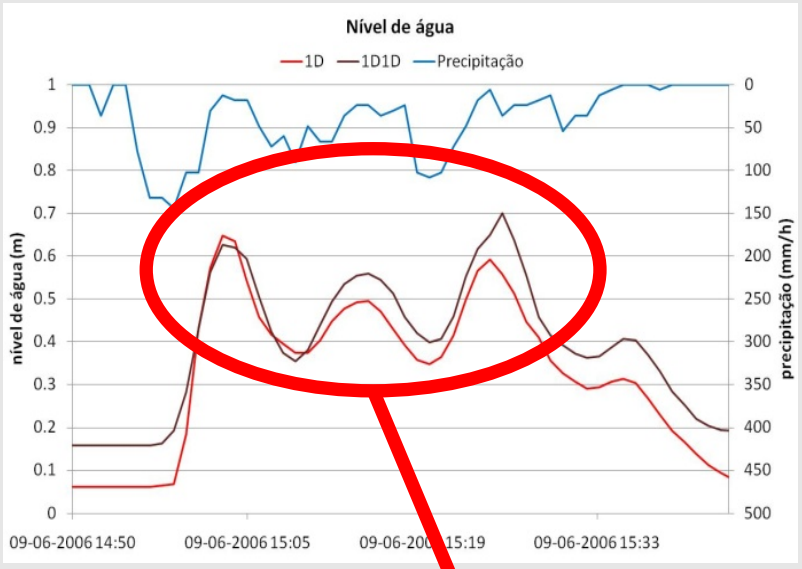
3. pathways' geometry

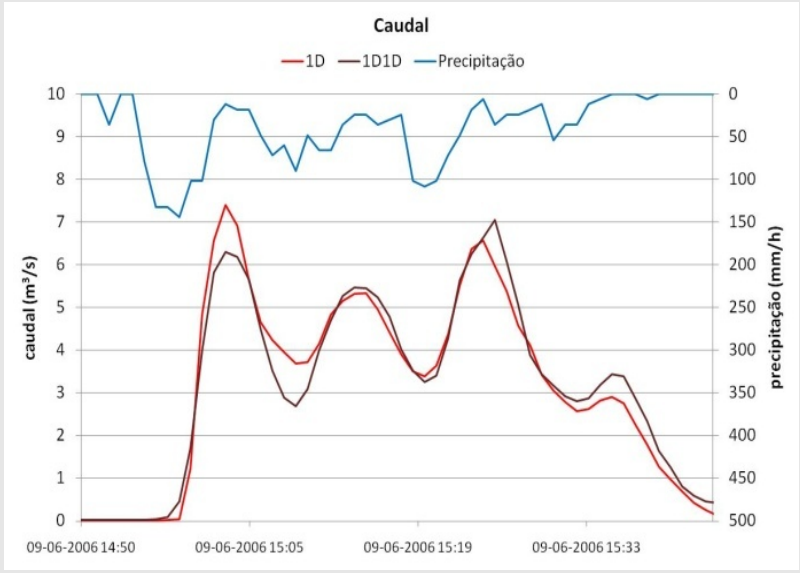


4. 1D overland network

Resultados

Caudal e Altura de Água no Colector





O colector não está em pressão!
Mas temos fotografias da inundação!

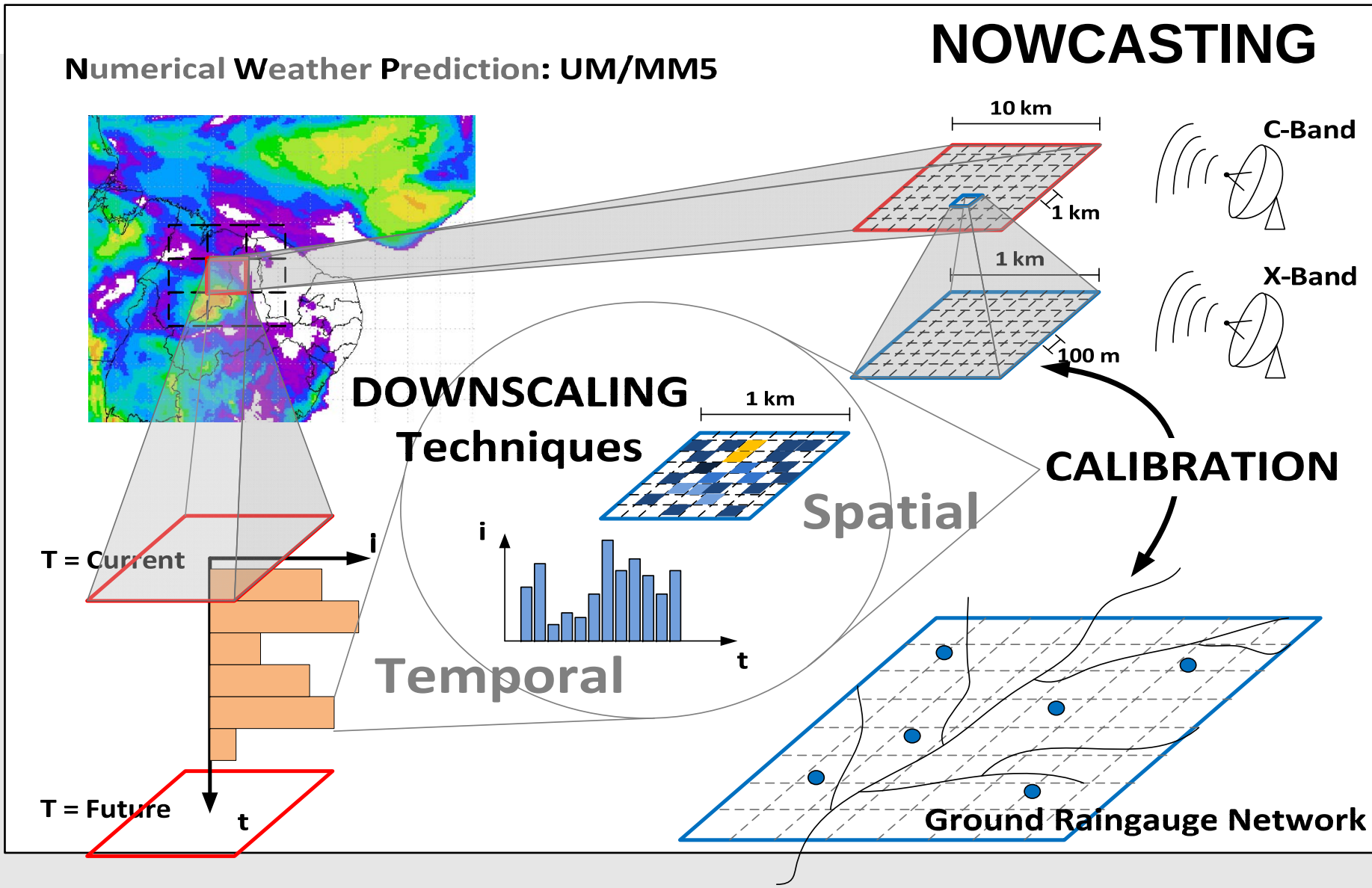
José Alfeu Almeida de Sá Marques

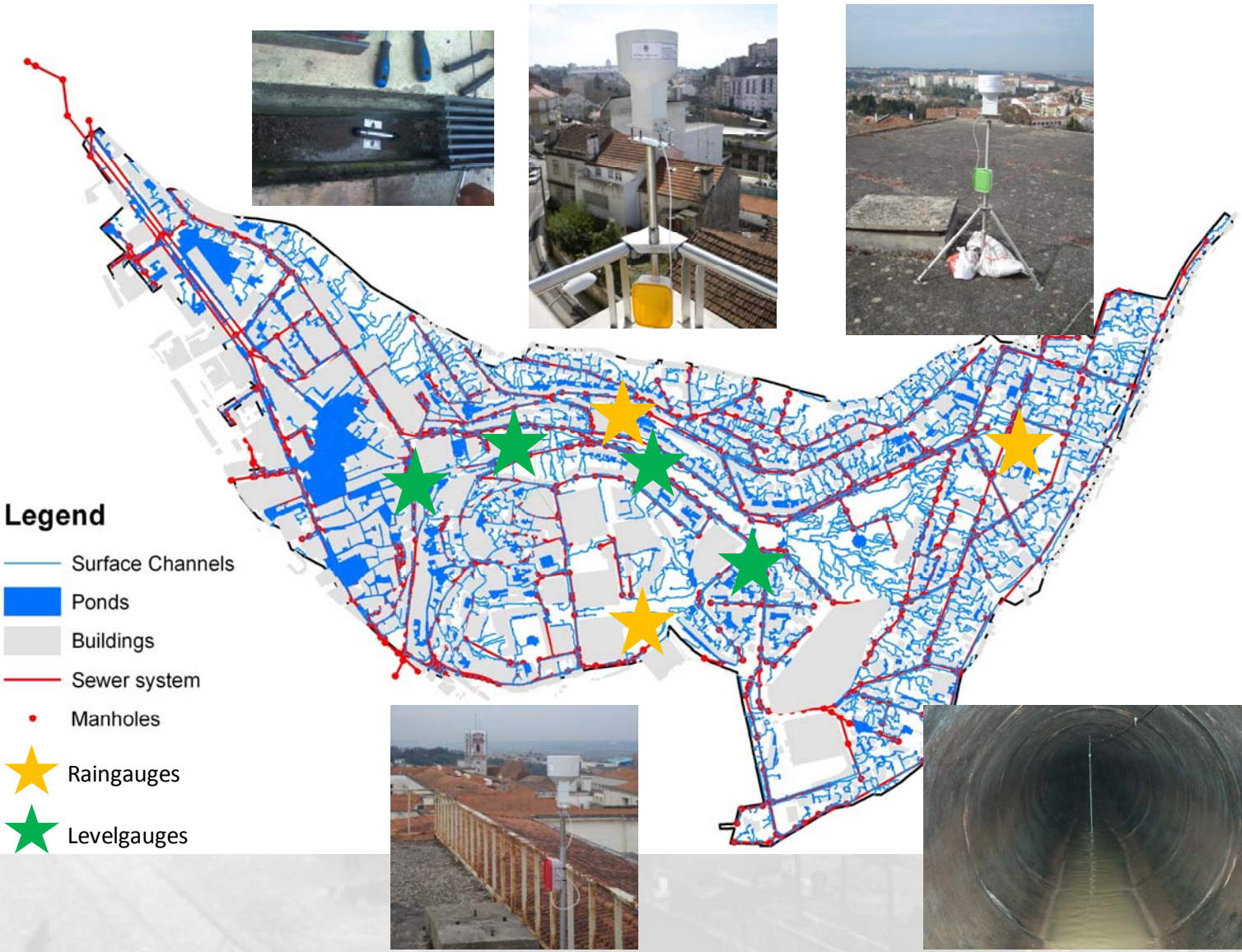
José Alfeu Almeida de Sá Marques

José Alfeu Almeida de Sá Marques

2908

NOWCASTING


Numerical Weather Prediction: UM/MM5
10 km
1 km
1 km
100 m
C-Band
X-Band
DOWNSCALING
Techniques
1 km
Spatial
CALIBRATION
i
T = Current
i
t
Temporal
T = Future
t
Ground Raingauge Network


Legend
Surface Channels
Ponds
Buildings
Sewer system
Manholes
Raingauges
Levelgauges

6. CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

- A Câmara de Coimbra adoptou medidas de controlo na origem e de drenagem sustentável. O novo PDM e o RMUE exige que as novas construções tenham impacto zero no sistema de drenagem.

- A responsabilidade da gestão da rede de drenagem pluvial foi transferida da Câmara para as Águas de Coimbra com vista a uma gestão integrada da Água em Meio Urbano (Planeamento, Gestão, Operação e Manutenção).

- Esta abordagem corresponde a uma nova visão do ciclo urbano da água e integra-se na Directiva Comunitária sobre a Água.

CONCLUSÕES

- A cooperação entre a Câmara de Coimbra, as Águas de Coimbra e a Universidade de Coimbra é um bom exemplo da colaboração entre a Academia e a Industria. Acredita-se que Coimbra é um bom Estudo de Caso de desenvolvimento e implementação de novas estratégias.

- Previsão de Cheias ou Gestão de Cheias?

  No estádio actual a maioria dos problemas são resultado de falta de planeamento e gestão.

No futuro, se alguns problemas persistirem a previsão de cheias conjuntamente com a gestão em tempo real serão as soluções para alguns problemas locais.

Gestão é fundamental

Previsão ajuda/minimiza, quando já não é possível modificar

CONCLUSÕES

12 ICUD

12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN DRAINAGE
September 11-16, 2011
Porto Alegre - Brazil

ORGANISATION
ABRH · IAHR/AIRH · IWA International Water Association
CEDEX

THE POUL HARREMOËS AWARD
FOR THE BEST URBAN DRAINAGE PAPER BY A YOUNG AUTHOR

is given to

Nuno Eduardo da Cruz Simões

for the paper

Urban drainage models for flood forecasting: 1D/1D, 1D/2D and hybrid models

Vision and innovation were the hallmarks of Prof. Poul Harremoës (1934 - 2003) career at the Technical University of Denmark.

In recognition of his outstanding and unique contributions, the Joint Committee on Urban Drainage, in cooperation with the International Water Association, has established a triennial competition for the best paper written by a young author to be held in conjuction with the Committee's triennial conferences on urban drainage. The first award in this series was made at the 10th International Conference on Urban Drainage (ICUD) held in Copenhagen, August 21-26, 2005.

The Award is given for presentation of novel and ideally provocative ideias relating to developments in urban drainage in an entertaining and convincing way in both writing and oral delivery.

Porto Alegre, September 15th, 2011

Maria Viklander
Luleå University of Technology
Sweden

Mohamed Nor Bin Mohamed Desa
Universiti Tenaga Nasional
Malaysia

Jiri Marsalek
National Water Research Institute
Canada

Nilo de Oliveira Nascimento
Federal University of Minas Gerais
Brazil

David Butler (Chair)
University of Exeter
United Kingdom