

## **RISCO, INCERTEZA E DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO**

29 e 30 de Outubro de 2012

Coordenação:

Prof.<sup>a</sup> Maria Manuela Portela (IST) e Prof. António Betâmio de Almeida (IST)

### **CONTEXTO E OBJECTIVOS**

Os fenómenos hidrológicos naturais contêm incertezas que lhes são inerentes sendo que, normalmente, se distinguem duas fontes para tais incertezas: (i) a aleatoriedade natural associada às possíveis ocorrências (ou realizações) de um certo fenómeno; e (ii) e as imperfeições e/ou insuficiências do conhecimento humano sobre os processos que determinam tais ocorrências.

As incertezas do primeiro tipo – ou aleatórias – podem ser expressas em termos da maior ou menor variabilidade de uma ou mais das variáveis (ou grandezas mensuráveis) associadas ao fenómeno em estudo. As incertezas do segundo tipo – ou epistémicas – resultam da interpretação imperfeita ou imprecisa da realidade subjacente ao referido fenómeno, por parte dos modelos teóricos e/ou físicos utilizados para o caracterizar.

As incertezas aleatórias não podem ser reduzidas ou modificadas porque são intrínsecas à variabilidade dos fenómenos em observação. Em geral, essas incertezas apenas podem ser parcialmente estimadas pelo padrão da variabilidade exibido pelas amostras referentes a realizações desses fenómenos ou das variáveis que nele intervêm. Já as incertezas que decorrem das limitações do conhecimento humano acerca dos mencionados fenómenos podem ser reduzidas, seja pela obtenção de dados e de informação adicionais, seja pela especificação de novos modelos teóricos (ou físicos) mais conformes com a realidade.

Entender as consequências que as incertezas podem acarretar no projecto e no planeamento de estruturas e sistemas de engenharia, em geral, e de engenharia de recursos hídricos, com particular ênfase, é relevante. De facto, num contexto de incerteza, o projecto e o planeamento de estruturas e sistemas de aproveitamento e de controlo de recursos hídricos envolvem riscos, os quais envolvem probabilidades de ocorrência de certos acontecimentos críticos e das suas respectivas consequências, e, finalmente, a formulação de processos de tomada de decisões assentes em soluções de compromisso entre avaliações quantitativas dos riscos, custos e benefícios das diversas soluções alternativas estudadas.

Assim, num quadro completo e racional de tomada de decisões relacionadas com o projecto e o planeamento de infra-estruturas e de sistemas de recursos hídricos, a necessidade de levar em consideração as incertezas associadas aos fenómenos hidrológicos intervenientes é incontornável. A teoria de probabilidades e a estatística constituem um campo de saber e fornecem ferramentas adequadas para interpretar as características de alguns desses fenómenos e para equacionar parte das incertezas que lhes possam estar associadas, nomeadamente as de génese aleatória.

O curso que se propõe tem por objectivo apresentar ferramentas destinadas a melhor interpretar e identificar a incerteza associada a valores de projecto relacionados com

variáveis hidrológicas, como forma de capacitar para um melhor desempenho da prática profissional da Engenharia Civil. Algumas dessas ferramentas constituem alternativa às convencionalmente aplicadas na estimação daqueles valores.

Sistematizam-se, seguidamente, alguns dos tópicos objecto do Curso:

- Enquadramento conceptual da problemática das incertezas e do risco na Engenharia.
- Breve revisão de conceitos básicos dos métodos estatísticos. Sistematização dos modelos estatísticos mais amplamente utilizados, nomeadamente, relacionados com a análise de qualidade dos dados hidrológicos, incluindo a detecção de tendências e a identificação de valores espúrios ou *outliers*, com a selecção e o ajustamento de leis e com a estimação de quantis.
- Abordagem da incerteza associada à estimação de quantis por meio de intervalos de confiança. Técnicas de constituição desses intervalos.
- Apresentação de conceitos relacionados com o interesse e com os procedimentos de constituição de séries de duração parcial como forma de aumentar o conteúdo informativo das amostras hidrológicas disponíveis. Relação entre valores de projecto fornecidos pela análise estatística aplicada a séries, por um lado, de máximos anuais e, por outro lado, de duração parcial.
- Exemplificação da aplicação dos conceitos na avaliação do risco em situações de dimensionamento de infra-estruturas de engenharia.

A exposição dos anteriores temas será orientada na óptica das realizações da engenharia hidráulica e compreenderá uma componente prática muito expressiva, levada a cabo no âmbito do próprio Curso, mediante a implementação em Excel dos algoritmos aplicáveis ou o recurso, quer a *softwares* de utilização livre, quer a programas computacionais especificamente desenvolvidos para o Curso e que serão fornecidos na sua forma executável.

**No âmbito do Curso será indicada e distribuída ampla bibliografia da especialidade em formato, quer de papel, quer electrónico, incluindo as versões executáveis de alguns dos procedimentos computacionais aplicados, como mencionado.**

## DESTINATÁRIOS

Quadros técnicos de empresas e de organismos, privados ou públicos. Áreas de interesse técnico-científico: hidrologia computacional, dimensionamento de obras hidráulicas, planeamento e gestão de recursos hídricos, análise de risco, estimação de incertezas.

## PROGRAMA

### Segunda-feira, dia 29 de Outubro de 2012

09h00 – 9h15 Recepção dos participantes. Apresentação dos objectivos do curso.  
Relevância do tema do curso.

*Prof.ª Manuela Portela/Prof. A. Betâmio de Almeida.*

9h15 – 10h30 **Parte 1:** Dimensionamento hidrológico fazendo intervir métodos estatísticos: dos dados aos modelos – uma síntese. Análise estatística de variáveis hidrológicas: conceitos e modelos fundamentais. Ajuste de

leis. Pressuposto de estacionaridade. Detecção de tendências. Análise de qualidade das séries. Valores espúrios ou atípicos (*outliers*).  
*Prof.ª Manuela Portela*

*10h30 – 11h00 Intervalo para café*

11h00 – 12h00 **Parte 2:** Avaliação das incertezas na estimação de quantis. Técnica de Monte Carlo para a construção de intervalos de confiança.  
*Prof.ª Manuela Portela*

**Parte 3:** Séries de duração parcial. Constituição e tratamento  
*Prof.ª Manuela Portela*

12h00 – 13h00 **Parte 4:** Incertezas na engenharia de recursos hídricos.  
*Prof. A. Betâmio de Almeida*

*13h00 – 14h30 Intervalo para almoço*

14h30 – 16h30 **Partes 1 e 2:** exercícios de aplicação. Algoritmos e *software* para a análise estatística e ajuste de leis, para a detecção de tendências e para a análise de qualidade e detecção de *outliers*.  
*Prof.ª Manuela Portela. Mestre Artur Tiago Silva*

*16h30 – 17h00 Intervalo para café*

17h00 – 18h30 **Parte 2:** exercícios de aplicação. Algoritmo para a construção de intervalos de confiança.  
*Prof.ª Manuela Portela; Mestre Artur Silva*

### **Terça-feira, dia 30 de Outubro de 2012**

09h00 – 10h30 **Partes 2 e 3:** exercícios de aplicação. Algoritmo para a construção de intervalos de confiança. Algoritmo e *software* e para a construção e análise de séries de duração parcial.  
*Prof.ª Manuela Portela; Mestre Artur Silva;*

*10h30 – 11h00 Intervalo para café*

11h00 – 13h00 **Parte 3:** exercícios de aplicação. Algoritmo e *software* para a construção e análise de séries de duração parcial. Comparação entre valores de projecto fornecidos pela análise estatística de séries de máximos anuais e de séries de duração parcial

*13h00 – 14h30 Intervalo para almoço*

14h00 – 16h30 **Parte 4:** Aplicação a uma avaliação de risco e incerteza  
*Prof.ª A. Betâmio de Almeida; Mestre Artur Tiago Silva*

*16h30 – 17h00 Intervalo para café*

17h00 – 18h30 **Parte 4:** Aplicação a uma avaliação de risco e incerteza  
*Prof.ª A. Betâmio de Almeida; Mestre Artur Tiago Silva*  
**COMPARAÇÃO DE VALORES DE PROJECTOS FORNECIDOS PELA MAS E PDSS**

### **FORMADORES**

**Maria Manuela Portela:** Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos do Instituto Superior Técnico.

**António Betâmio de Almeida:** Professor Emérito do Instituto Superior Técnico.

**Artur Tiago Silva:** Aluno de Doutoramento em Engenharia Civil, Mestre em Engenharia Civil.

## INFORMAÇÕES ADICIONAIS

**Local de realização:** Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos, sito na Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa.

**Horário:** 9h00 às 18h30

**Custo: até 12 de Outubro, inclusive – 400€ + IVA à taxa 23% (492,00€).**

**após 12 de Outubro, exclusive – 525€ + IVA à taxa 23% (645,75€)**

*Inclui a distribuição de ampla bibliografia da especialidade em formato, quer de papel, quer electrónico (compreendendo, neste caso, programas especificamente desenvolvidos para o curso), coffee-break e almoço (dias 29 e 30 de Outubro). Estacionamento de viaturas no Hotel Holiday Inn Lisboa.*

O pagamento da inscrição de acordo com os valores antes indicados deverá ser efectuado por transferência bancária, NIB 0035 0373 0001 0891 53017 (agradece-se o envio de comprovativo de pagamento), ou por cheque emitido à ordem de FUNDEC e enviado para: FUNDEC, IST, DECivil, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa.

O participante que pretenda cancelar a inscrição no curso, deverá comunicar a sua pretensão à FUNDEC (por fax ou e-mail), com a antecedência mínima de 24 horas, sob pena de pagamento de 50% do valor da inscrição.

A FUNDEC reserva-se no direito de adiar o curso, caso não se atinja o número mínimo de formandos.

## CERTIFICADO

Os participantes que frequentem o curso receberão um Certificado de Frequência de Formação Profissional.

## CERTIFICADO

FUNDEC – Fernanda Correia / Vanessa Silva

Tel.: 21 841 80 42

Fax: 21 841 81 93

E-mail: fundec@civil.ist.utl.pt

Internet: <http://www.civil.ist.utl.pt/fundec>