



INSTITUTO
SUPERIOR
TÉCNICO

Programa de Doutoramento e Diploma de Estudos Avançados

3º ciclo em Probabilidades e Estatística

Criação no quadro
do Processo de Bolonha

Departamento de Matemática

1 de Junho de 2006
(versão provisória)

1. Introdução e Motivação

O presente documento trata da criação do Programa de Doutoramento em Probabilidades e Estatística (PD-PE) no contexto da criação dos Diplomas IST, em particular da articulação entre a parte curricular do PD-PE e a proposta de criação de um Diploma de Estudos Avançados em Probabilidades e Estatística (DEA-PE). Esta criação deve ser analisada no contexto da proposta de adequação do Mestrado em Estatística e Aplicações (MEA) e do Mestrado em Matemática e Aplicações (MMA) no contexto do Processo de Bolonha.

A área de Probabilidades e Estatística tem vindo a ganhar visibilidade e importância crescente tanto a nível do mercado de trabalho como a nível académico/investigação científica. Para este facto contribui, em particular:

- o relevo desta área em domínios contemporâneos como a Engenharia do Ambiente, a Bioinformática e a exploração massiva de dados (*Data Mining*), com manutenção da sua importância em áreas tradicionais de aplicação e, simultaneamente,
- o aumento dos padrões científicos de qualidade/rigor exigidos para publicação de artigos de investigação científica em ciências experimentais, mormente no tocante ao nível das análises estatísticas apropriadas para validar as conclusões desses mesmos artigos.

A oferta de um Programa de Doutoramento em Probabilidades e Estatística e de um Diploma de Estudos Avançados em Probabilidades e Estatística revela-se de importância estratégica para o Instituto Superior Técnico no sentido do seu desenvolvimento/consolidação como Escola de referência em Ciências Básicas e, sobretudo, em Engenharia e áreas afins. Em particular, esta visa:

- Formar especialistas com competências sólidas e domínio alargado de base científica na área de Probabilidades e Estatística, adequados:
 - o À liderança de equipas de trabalho que apliquem a Estatística com elevado rigor metodológico e/ou em contexto inovador ou à sua inserção em equipas/projectos multidisciplinares em que a Estatística seja relevante, contribuindo assim para o reforço do tecido empresarial;
 - o Ao desenvolvimento de investigação de qualidade na área de Probabilidades e Estatística, contribuindo para o desenvolvimento da Área e das suas aplicações.
- Visa também proporcionar condições favoráveis para que alunos de outros Programas de Doutoramento, Diplomas de Estudos Avançados e Diplomas de Formação Avançada do IST estendam e consolidem a respectiva formação em Probabilidades e Estatística, através da frequência de unidades curriculares do DEA-PE, enquadrada com os objectivos das suas área de estudos.

Esta oferta pretende ainda:

- Reforçar o papel do IST na oferta de ensino avançado na área de Probabilidades e Estatística, possibilitando a integração num mesmo programa de estudos de formação em Probabilidades e Estatística, áreas afins em Matemática e de aplicações da Estatística a outras áreas, com relevo para as áreas de Engenharia, fazendo uso efectivo da situação ímpar do IST a nível nacional para assegurar este tipo de formação;
- Reforçar o papel do Departamento de Matemática, e da Secção de Estatística e Aplicações em particular, como motor e participante activo na plena integração da

componente teórica e aplicada ao nível do ensino no IST, e contribuir para o reforço da formação de nível avançado oferecida pelo IST.

O PD-PE caracteriza-se ainda pela:

- Flexibilidade na elaboração dos planos de estudo, permitindo aos alunos de doutoramento adequá-los aos seus objectivos científicos, em linha com a filosofia do actual Programa de Doutoramento em Matemática em que a área de Probabilidades e Estatística estava integrada a nível de doutoramento. Em particular, a livre escolha de opções permite ao aluno definir um perfil de enquadramento para o seu doutoramento e integrar no seu plano de estudo disciplinas de áreas de aplicação de Probabilidades e Estatística, a par de disciplinas em áreas afins em Matemática.

A característica anterior é especialmente relevante porque possibilita que um aluno desenvolva trabalhos de investigação em problemas da área de Probabilidades e Estatística com aplicações a outras áreas em que o corpo docente do IST possui competências, estimulando em particular a co-orientação de teses de doutoramento em Probabilidades e Estatística por professores do Departamento em conjunto com professores de outros departamentos do IST, como aliás tem já acontecido no quadro do actual Programa de Doutoramento em Matemática.

O Instituto Superior Técnico encontra-se em posição privilegiada para atingir os objectivos atrás mencionados por possuir um corpo docente com bons índices de produção científica (ver capítulo 6), que integra o maior Departamento de Matemática do país, o qual possui o segundo maior grupo da área de Probabilidades e Estatística a nível nacional em termos de produção científica nos últimos cinco anos. Este grupo conta com 14 professores do Departamento de Matemática e, sendo embora maioritariamente jovem (metade dos seus membros doutoraram-se neste século), é constituído por vários professores com elevada experiência de:

- Ensino;
- Liderança de grupos de investigação na área da Matemática;
- Envolvimento em equipas multidisciplinares integrando, em particular, engenheiros e biólogos; bem como de
- Colaborações com outros professores ou centros de investigação ligados ao IST.

Harmonização com o 2º ciclo : MEA, MMA e restantes mestrados

A presente proposta teve como preocupação permitir que os alunos do 2º ciclo (MEA e MMA) possam orientar a sua formação no âmbito do Programa de Doutoramento. Por outro lado, o espectro base das disciplinas D permite uma inserção de alunos que possam ter efectuado outros mestrados através de um plano de transição em que se prevê apenas a frequência de disciplinas de formação básica do MEA, as quais são partilhadas com a Licenciatura em Matemática Aplicada e o MMA.

2. Objectivos Visados

De acordo com o espírito da Declaração de Bolonha, o 3º ciclo de formação em Probabilidades e Estatística deve dirigir-se simultaneamente a alunos que tenham completado o 2º ciclo em Estatística e Aplicações ou em Matemática e Aplicações - no IST ou noutra escola - e a alunos provenientes de outros mestrados nacionais e estrangeiros.

No 3º ciclo prevê-se um programa de transição para alunos com formações distintas que permitirá uma rápida inserção no final do primeiro ano lectivo e que poderá integrar a frequência simultânea de disciplinas do Diploma de Estudos Avançados.

No final do 1º ano do 3º ciclo de estudos prevê-se que o aluno conclua o Diploma de Estudos Avançados em Probabilidades e Estatística, conduzindo à:

- Obtenção do diploma, sem prosseguir para doutoramento; ou
- Obtenção do diploma, passando à fase de orientação com vista à elaboração e defesa da Tese de Doutoramento.

No segundo caso, prevê-se o processo normal de livre escolha de orientador e subsequente acompanhamento por uma comissão, conforme previsto no Regulamento de Doutoramentos do IST.

3. Fundamentação do número de créditos

O número total de créditos, a duração total do ciclo de estudos e o número de créditos de cada unidade curricular tem por base a nova legislação decorrente do Processo de Bolonha. A contabilização de créditos adoptada no Diploma de Estudos Avançados em Probabilidades e Estatística é em parte semelhante à dos restantes cursos do Instituto Superior Técnico.

3.1. Número total de créditos e duração do ciclo de estudos

O IST decide organizar os estudos avançados em Probabilidades e Estatística num modelo de 30 ECTS distribuídos por um semestre da seguinte forma:

- 3 disciplinas D da área de Probabilidades e Estatística
- 1 disciplina D de outros DEA do IST ou de escolas do CLUSTER
- 1 disciplina M do MEA ou do MMA, ou uma disciplina D de outros DEA do IST ou de escolas do CLUSTER.

3.2 Número de créditos de cada unidade curricular

A legislação^{1,2} que regula a organização dos curricula resultantes da implementação do processo de Bolonha impõe que esta organização deva ter como base o número de horas de trabalho do estudante (HT) medidas através de créditos (ECTS). Assim, adopta-se para o DEA-PE um trabalho correspondente a 860 horas, considerando 1 ECTS = 30 HT.

¹ Decreto-Lei n.º 42/2005 de 22 de Fevereiro de 2005 – Princípios reguladores de instrumentos para a criação do espaço europeu de ensino superior.

² Despacho n.º 10 543/2005 (2ª série) de 11 de Maio de 2005 – Normas técnicas para a apresentação das estruturas curriculares e dos planos de estudos dos cursos superiores e sua publicação.

4. Parte Curricular

Tendo em vista o duplo objectivo de oferecer uma formação diversificada e garantir uma base de conhecimentos sólida, prevê-se que haja necessidade de frequentar um programa de transição, com base no 2º ciclo de formação - *Mestrado em Estatística e Aplicações*.

Programa de Transição (*Bridging Program*)

Considera-se uma possível heterogeneidade na formação dos alunos que possam frequentar o diploma, em particular:

- Alunos que completaram o MEA;
- Alunos que completaram o MMA;
- Alunos de outros mestrados em Estatística ou Matemática nacionais ou estrangeiros;
- Alunos de outros mestrados do IST; e
- Alunos de outros mestrados científicos nacionais ou estrangeiros.

Prevê-se que estes alunos possam ingressar no DEA mediante formação prévia em disciplinas fundamentais do 1º ano do Mestrado em Estatística e Aplicações. Esta necessidade de formação propedêutica será definida individualmente pela coordenação do Diploma.

Programa de Doutoramento - Exames de Qualificação:

No caso do ciclo de estudos se inserir no PD-PE é requisito obrigatório, para além da frequência eventual de disciplinas propedêuticas, a aprovação em Exames de Qualificação nas duas disciplinas fundamentais do PD-PE: Probabilidades e Estatística

Estas disciplinas não têm componente lectiva, sendo a elaboração do respectivo Exame de Qualificação da responsabilidade de um professor do Departamento de Matemática que seja membro da Comissão Científica do PD-PE, nomeado pela Comissão Coordenadora do Departamento de Matemática, sob proposta da Comissão Coordenadora do PD-PE.

Docência - Parte Curricular

Com vista à optimização de recursos docentes, prevê-se que as disciplinas D apresentadas nos quadros seguintes sejam disciplinas que permitam o ingresso de alunos com formação fundamental (chamada de *Formação Complementar* na proposta do MEA) obtida no MEA.

5. Organização do Diploma

5.1 Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau ou diploma:

QUADRO N.º 1

ÁREA CIENTÍFICA	SIGLA	CRÉDITOS	
		OBRIGATÓRIOS	OPTATIVOS
Área Científica de Probabilidades e Estatística	PE	18	
Opção Livre DEA - IST ou DEA - CLUSTER	OL1		6
Opção Livre MEA, MMA, DEA - IST ou DEA - CLUSTER	OL2		6
TOTAL		18	12

As opções necessitam de aprovação da Coordenação de Estudos em que se insere o Diploma.

5.2 Plano de estudos:

Diploma de Estudos Avançados em Probabilidades e Estatística
1º Ano, 1º Semestre

QUADRO N.º 2

Unidades curriculares	Área científica	Créditos	Observações
(1)	(2)	(6)	(7)
Tópicos Avançados de Probabilidades e Processos Estocásticos	PE	6.0	D
Tópicos Avançados de Análise Multivariada	PE	6.0	D
Tópicos Avançados de Inferência Estatística	PE	6.0	D
Opção 1		6.0	D (a)
Opção 2		6.0	M ou D (b)

Observações (Quadro N.º 2):

Escolher 30 ECTS no conjunto das unidades curriculares listadas no quadro.

Mediante aprovação da Coordenação do Diploma:

- (a) Opção a escolher entre as disciplinas D de outros DEA do IST ou de escolas do CLUSTER.
- (b) Opção a escolher entre as disciplinas do MEA, do MMA e disciplinas D de outros DEA do IST ou de escolas do CLUSTER.

6. Inserção Nacional e na União Europeia

O presente Diploma de 3º ciclo em Probabilidades e Estatística será da responsabilidade do Departamento de Matemática do IST (DMIST). O DMIST é o maior Departamento de Matemática do país (tem mais de uma centena de professores de carreira) e desenvolve forte actividade científica de impacto internacional.

O DMIST possui o segundo maior grupo da área de Probabilidades e Estatística a nível nacional em termos de produção científica nos últimos cinco anos, a qual se está a aproximar rapidamente da do maior grupo do país (o Departamento de Estatística e Investigação Operacional da FCUL, que possui cerca de três vezes mais doutorados na Área que o DMIST). Este grupo conta com 14 professores do Departamento de Matemática e, sendo embora maioritariamente jovem (metade dos seus membros doutoraram-se neste século), é constituído por vários professores com elevada experiência de:

- Ensino;
- Liderança de grupos de investigação no domínio da Matemática;
- Envolvimento em equipas multidisciplinares integrando, em particular, engenheiros e biólogos; bem como de
- Colaborações com outros professores ou centros de investigação ligados ao IST.

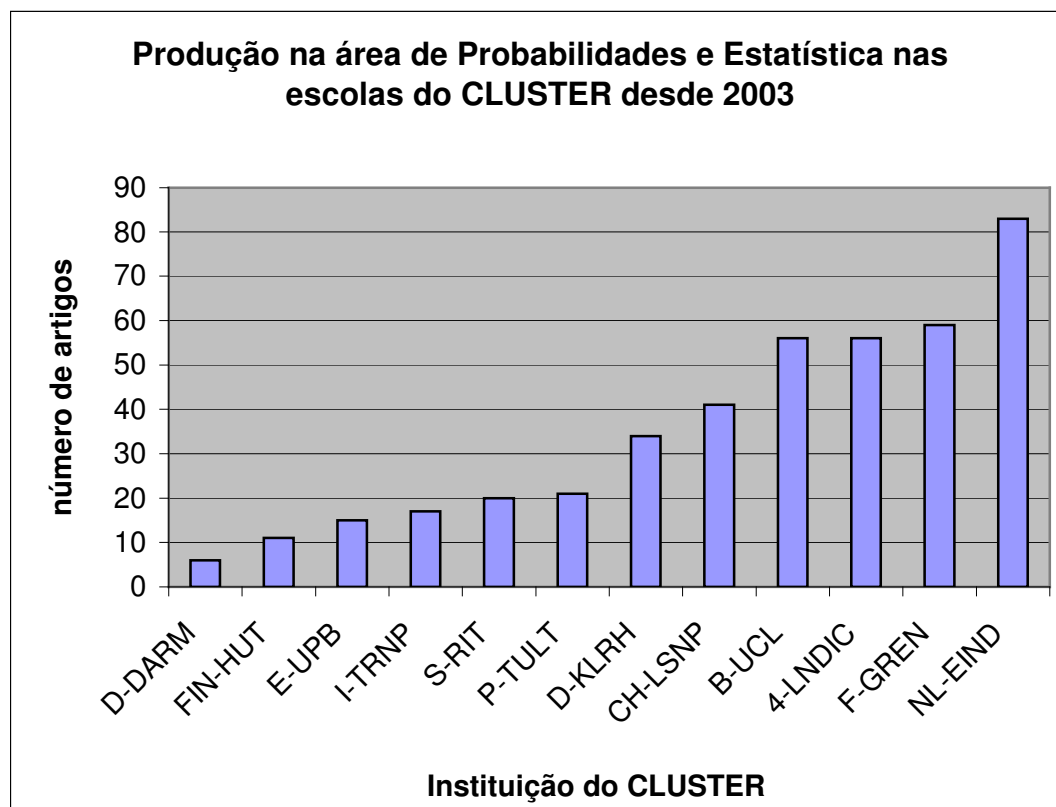
Para além desta capacidade científica, os professores do DMIST que publicam regularmente na área de Probabilidades e Estatística têm uma vasta experiência na leccionação de disciplinas correspondentes ao nível do 3º ciclo proposto, no quadro do anterior Programa de Doutoramento em Matemática e do Mestrado em Estatística. O DMIST possui assim recursos humanos altamente qualificados para corresponder às exigências científicas e pedagógicas próprias de um 3º ciclo em Probabilidades e Estatística e com uma qualidade de ensino ao mais alto nível europeu, conforme se pode constatar pelos gráficos das páginas seguintes em que se comparam as publicações na área de Probabilidades e Estatística (como área principal) e pertencentes ao domínio da Matemática nas escolas do CLUSTER e no quadro das universidades portuguesas (do início de 2003 até 31/05/2005), tendo por fonte a base de dados de publicações MathSciNet. Mais precisamente, foram consideradas apenas as publicações com área principal de investigação com códigos 60 (Probabilidades e Processos Estocásticos) ou 62 (Estatística) da base de dados de publicações MathSciNet da *American Mathematical Society*.

Deve salientar-se que não são cobertas pela MathSciNet importantes contribuições de membros do DMIST em aplicações das Probabilidades e Estatística de que se salientam, para além de publicações em actas de conferências internacionais de Ciência e Engenharia, várias publicações recentes em revistas importantes nesse contexto, como sejam:

- *Tree Genetics and Genomes*;
- *Pattern Recognition Letters*;
- *Environmetrics*;
- *Telecommunication Systems*;
- *Queueing Systems*;
- *IEICE Transactions on Communications*;
- *Computer Networks*;
- *Theoretical Computer Science*;
- *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*;
- *Lecture Notes in Computer Science*; e

- *Computers and Mathematics with Applications.*

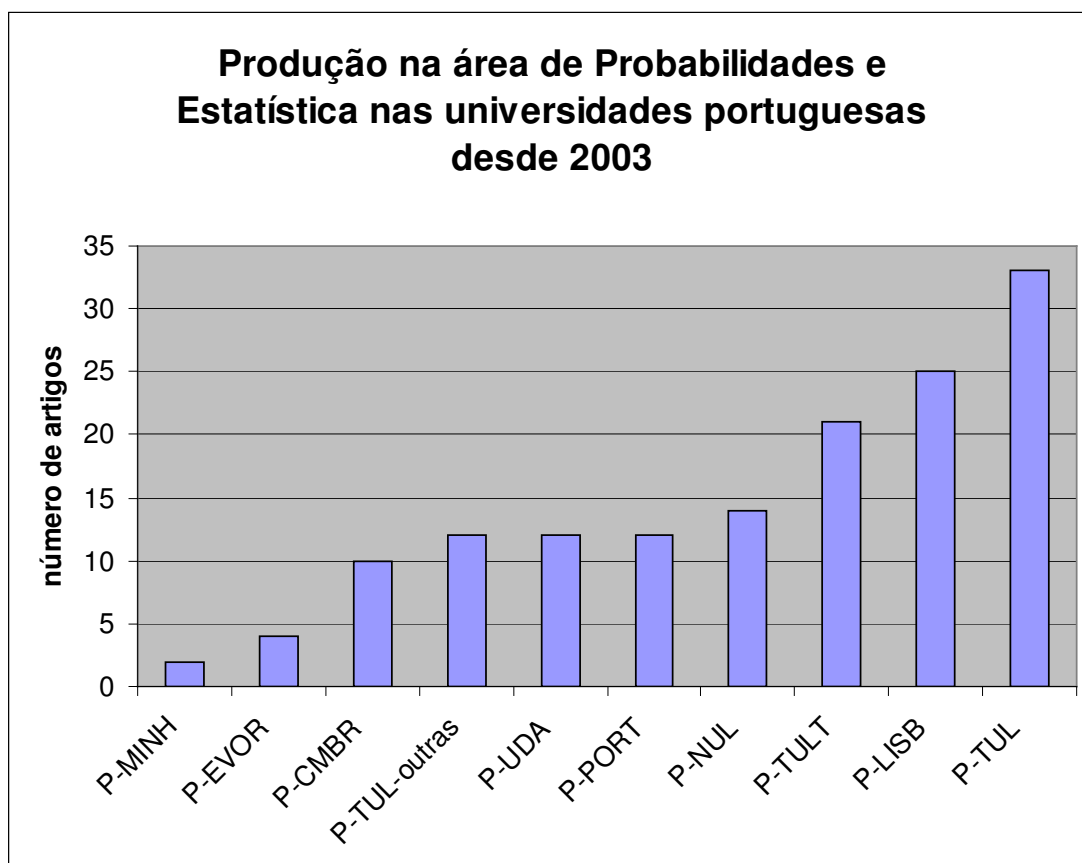
É de realçar que várias dessas publicações foram resultado do âmbito de projectos de investigação em que estiveram envolvidos outros departamentos e centros de investigação ligados ao IST.



Legenda das Intituições do CLUSTER:

- FIN-HUT: Helsinki Tech. Univ. - Finland
- D-DARM: Darmstadt Tech. Univ. - Germany
- P-TULT: Inst. Superior Técnico - Portugal
- D-KLRH: Karlsruhe Tech. Univ. - Germany
- B-UCL: Univ. Cath. Louvain - Belgium
- S-RIT: Royal Inst. Tech. (KTH) Sweden
- F-GREN: Univ. Grenoble – France
- I-TRNP: Politecnico di Torino – Italy
- NL-EIND: Tech. Univ. Eindhoven – Netherlands
- CH-LSNP: E. Polyt. Fed. Lausanne- Switzerland
- E-UPB: Polyt. Univ. Cataluña – Spain
- 4-LNDIC: Imperial College London - UK

Para além das duas componentes anteriores, o grupo do DMIST da área de Probabilidades e Estatística colabora activamente na divulgação da Área, nomeadamente através de uma forte adesão às iniciativas de promoção da Área que a Sociedade Portuguesa de Estatística tem vindo a fazer no passado recente, tendo durante vários anos a presidência dessa sociedade sido exercida por um membro do Grupo, o Prof. João Branco. Nos congressos anuais da Sociedade Portuguesa de Estatística, com rescensão de artigos efectuada pós-congresso, o Grupo tem vindo a apresentar regularmente na ordem de uma dezena de comunicações e a publicar nas respectivas Actas um grande número de artigos.



Legenda das Intituições Universitárias Nacionais:

P-LISB: Universidade de Lisboa
 P-CMBR: Universidade de Coimbra
 P-EVOR: Universidade de Évora
 P-PORT: Universidade do Porto
 P-UDA: Universidade de Aveiro
 P-MINH: Universidade do Minho
 P-NUL: Universidade Nova de Lisboa
 P-TUL: Universidade Técnica de Lisboa
 P-TUL-outras: Outras escolas da UTL
 P-TULT: Instituto Superior Técnico

Como se pode constatar dos gráficos apresentados, a produção científica do IST na área de Probabilidades e Estatística ocupa uma posição regular no que diz respeito à comparação com outras escolas do CLUSTER, ocupando o 7º lugar entre as escolas do CLUSTER em termos de produção global desde 2003 no domínio da Matemática, e ocupa um lugar de destaque no panorama nacional, com cerca de 1/5 da produção global nacional.

A criação do PD-PE e do DEA-PE deverá servir para estimular o progresso rápido que a investigação na área de Probabilidades e Estatística tem conhecido nos últimos anos no IST e reforçar as colaborações inter-departamentais no IST e/ou centros de investigação ligados ao IST no âmbito das suas aplicações à Ciência e à Tecnologia.