

# UM departamento com ESTATÍSTICA

## Departamento de Matemática Universidade do Minho (UM)

Ana Paula Amorim, *apamorim@math.uminho.pt*, Emilia Athayde, *mefqa@math.uminho.pt*,  
Cecília Castro, *cecilia@math.uminho.pt*, Marta Ferreira, *msferreira@math.uminho.pt*,  
A. Manuela Gonçalves, *mneves@math.uminho.pt*, Raquel Menezes, *rmenezes@math.uminho.pt*,  
e M. Conceição Serra, *mcserra@math.uminho.pt*

*CMAT, Departamento de Matemática, Universidade do Minho*

Susana Faria, *sfaria@math.uminho.pt*, Luís Machado, *lmachado@math.uminho.pt*  
e Inês Sousa, *isousa@math.uminho.pt*

*CBMA, Departamento de Matemática, Universidade do Minho*

e

Carla Moreira, *d8434@math.uminho.pt*

*CMAT, Universidade do Minho*

## 1. Introdução

Trinta anos se passaram desde o início da formação do que viria a ser o grupo de Probabilidades e Estatística do Departamento de Matemática (DMAT) da Escola de Ciências da Universidade do Minho (ECUM). Este grupo tem hoje uma dezena de elementos. A Emilia Athayde, a Cecília Castro e a Ana Paula Amorim foram as primeiras a entrar. Seguiram-se a A. Manuela Gonçalves, o Luís Machado, a Susana Faria e a Conceição Serra. A Marta Ferreira e a Raquel Menezes fecharam o século. A Inês Sousa abriu a nova década que a Carla Moreira fechou em 2019, ao entrar para o Centro de Matemática (CMAT) da ECUM.

O DMAT, que se reparte desde longa data entre os dois polos da universidade (sitos em Gualtar, Braga e em Azurém, Guimarães), passou por uma fase de divisão em dois departamentos, um em cada polo, durante a qual foi criada uma licenciatura em Estatística Aplicada e um mestrado em Estatística, ambos em Azurém.

O Programa Doutoral em Matemática Aplicada – programa conjunto das universidades do Minho, Aveiro e Porto (MAP-PDMA), tem contado com a nossa colaboração, não só na lecionação de UC e orientação de projetos, como também na supervisão de teses. Da mesma forma, os outros cursos de doutoramento em que o DMAT é promotor ou parceiro, têm contado igualmente com a colaboração do grupo.

Além disso, a Licenciatura em Estatística Aplicada e o Mestrado em Estatística requerem o envolvimento ativo e contínuo de todos nós, e as solicitações na área de Estatística das Escolas e Institutos da UM têm crescido bastante e acabam por exceder a capacidade do nosso grupo. É claro que esperamos, e ansiamos, que este também cresça, pelo menos na mesma proporção, nesta nova década que está prestes a iniciar.

## 2. Projetos de ensino

Desde muito cedo que tem havido grande vontade em proporcionar formação em Estatística aos estudantes da UM. A Licenciatura em Matemática Aplicada (Ramo Estatística e Ramo Investigação Operacional) entrou em funcionamento no ano letivo 2003/2004. A sua criação foi sequência de uma proposta do Departamento de Matemática para a Ciência e Tecnologia com a colaboração do

Departamento de Produção e Sistemas e do Departamento de Sistemas de Informação da Universidade do Minho. O curso funcionou nas instalações da ECUM, no Campus de Azurém, em Guimarães. Esta licenciatura tinha no seu plano de estudos um estágio, com carácter profissional, ou, em opção, um projeto, fornecendo já uma orientação prática bastante vincada.

Quando, em 2007/08, se implementou o modelo de Bolonha, surgiu a oportunidade de oferecer o curso de Licenciatura em Estatística Aplicada (LEAp) na ECUM, no Campus de Azurém, em Guimarães, com um ciclo de estudos com seis semestres curriculares dos quais cinco são totalmente letivos e o último com um estágio/projeto curricular, estruturado de acordo com as diretrizes do Tratado de Bolonha, o que levou à extinção da Licenciatura em Matemática Aplicada (LMA). Um dos principais objetivos da LEAp é formar profissionais que dominem técnicas variadas da Estatística e preparados para aceder a profissões que requeiram conhecimentos e domínio de metodologias estatísticas, competências em análise de dados com elevado volume e/ou complexidade, permitindo a sua integração em equipas multidisciplinares para o apoio à tomada de decisões. O estágio, ou projeto, realizado no último semestre, confere também a esta licenciatura um carácter fortemente profissionalizante. Este ciclo de estudos conta com a participação de outros departamentos da Universidade do Minho na lecionação de várias UC por especialistas de outras áreas, nomeadamente da Economia e da Informática, promovendo, desta forma, o carácter interdisciplinar da Estatística. O curso tem sofrido várias remodelações, sempre com vista a acrescentar valor e oportunidade, com adequação ao tempo, incluindo atualmente UC com carácter fortemente marcado pela era da Ciência de Dados.

O Mestrado em Estatística teve também início no ano letivo de 2007/2008, inicialmente como um projeto em colaboração com a Universidade de Santiago de Compostela. O plano de estudos deste curso tinha UC que poderiam ser realizadas na Universidade de Santiago de Compostela, tal como a UM poderia receber alunos. O curso desde 2009/2010 abriu anualmente, tendo o número de candidatos crescido ao longo do tempo e preenchido a totalidade das vagas disponíveis nos últimos anos. Em 2012 o curso sofreu a sua primeira reestruturação do plano de estudos, tendo sido terminada a parceria curricular com a Universidade de Santiago de Compostela, uma vez que nessa altura havia já um número de alunos inscritos na UM que não tornava possível preencher mais vagas com alunos de outras instituições.

Em 2018 estabeleceu-se uma parceria com a Universidade de Palermo, Itália, com a possibilidade da obtenção de um diploma com dupla titulação (Universidade do Minho e Universidade de Palermo). Em 2020 o curso sofreu uma reestruturação no plano de estudos, passando a designar-se Mestrado em Estatística para Ciência de Dados. As dissertações dos estudantes podem resultar de estágios em empresas, sendo muitas, e muito variadas, as que têm vindo a receber os nossos alunos ao longo destes mais de 10 anos. São exemplos empresas privadas como AGEAS, NOS, SONAE, Continental Mabor, e empresas públicas como Banco de Portugal, Câmaras Municipais, Hospitais, Instituto Português de Oncologia (Porto) e Instituto Nacional de Estatística. Ainda no âmbito da dissertação, alguns estudantes têm colaborado em projetos de investigação.

O grupo esteve também envolvido na criação de um mestrado na área da estatística em parceria com o DPS, o Mestrado em Estatística de Sistemas, que decorreu durante dois anos letivos numa única edição. O grupo tem colaborado, ao longo dos anos, na lecionação de várias UC na área da estatística em diversos cursos da UM. Em particular, cursos da responsabilidade do Departamento de Matemática, como a Licenciatura em Matemática, a Licenciatura em Ciências da Computação e alguns mestrados na área da matemática.

### **3. Investigação**

Ao longo do tempo o grupo tem manifestado interesse em várias áreas da Probabilidade e Estatística. A área da Probabilidade tem vindo a ser utilizada em particular para modelar fenómenos físicos e biológicos. Na Estatística, o foco tem sido dirigido para a modelação de fenómenos ambientais e relacionados com a saúde. As áreas de investigação nas quais os membros do grupo estão ativamente envolvidos são análise de sobrevivência, estatística espacial e temporal, modelos longitudinais, teoria de valores extremos, processos de ramificação, análise multivariada, modelos de mistura, modelos mistos generalizados, modelos aditivos generalizados e inferência não paramétrica. Este trabalho de investigação tem sido maioritariamente desenvolvido no âmbito do Centro de Matemática da UM, mais recentemente também no Centro de Biologia Molecular e Ambiental da UM, sendo alguns dos membros do nosso grupo colaboradores de centros externos à UM, tais como o CEAUL e o CEMAT.

Uma forte componente da investigação produzida pelo grupo tem vindo a ser financiada por diversos projetos nacionais através do orçamento da FCT. Em 2009, seria financiado o primeiro projeto FCT “Métodos Estatísticos em Investigação Médica: Estudos Espaciais, Longitudinais e de Sobrevivência”, que teve na sua génese o objetivo de desenvolver e aplicar modelação conjunta de dados longitudinais e de sobrevivência em dados das ciências da saúde. Este projeto agregou algumas das linhas principais de investigação do grupo, reforçando a cooperação entre os seus elementos, assim como com instituições externas à UM com as quais já havia colaborações no passado. Em 2010 obtivemos a aprovação para financiamento de novo projeto FCT, estendendo as suas áreas de aplicação da saúde às ciências do ambiente, sob o tópico “Modelos conjuntos para processos espaço-temporais e respetivo desenho amostral”. No âmbito deste projeto, destaca-se a colaboração com o Centro de Biologia Ambiental da FCUL, que viabilizou a utilização de dados de biomonitorização de poluição atmosférica em Portugal Continental recolhidos em diferentes campanhas nacionais, que vieram a ser adotados como exemplos de motivação em vários artigos de contribuições metodológicas. Em 2013 foi aprovado para financiamento um projeto de 12 meses no âmbito dos projetos exploratórios da FCT com o título “Modelação Conjunta de Dados Multivariados Longitudinais e de Sobrevivência” em parceria com o Hospital de Braga. Neste projeto foi possível fazer uma recolha exaustiva de dados regionais do cancro da mama e desenvolver uma aplicação de monitorização de marcadores tumorais.

O grupo viu dois projetos aprovados no processo de candidaturas promovido pela FCT em 2017, maioritariamente financiado por fundos europeus. Um desses projetos é subordinado ao tema “Melhorar a estimação espacial e o delineamento amostral recorrendo a amostragem preferencial em pescas e aplicações biológicas”, tendo como instituições parceiras a NOVA.id.FCT, o IPMA, a Faculdade de Economia da UP e a FCIências.ID. É amplamente reconhecida a importância da modelação da distribuição de espécies de peixes comerciais e a sua representação através da construção de mapas, pois estes permitem uma avaliação simples de diferentes áreas marinhas, proporcionando também medidas apropriadas de incerteza associadas às estimativas. Devido à quantidade limitada de dados e às dificuldades inerentes à modelação dos dados das pescas, ainda existem muitos problemas em aberto na modelação espacial e espaço-temporal destes recursos marinhos. Este projeto, agora a decorrer e com término expectável em 2022, tem na sua génese o objetivo de contribuir para o estudo da biodiversidade e sustentabilidade de espécies marinhas.

O segundo projeto aprovado, com o título “Long Time Health: Modelos Conjuntos para Dados Longitudinais e Tempo-até-Evento para as Ciências da Saúde”, é um projeto em colaboração com o Instituto de Saúde Pública da Universidade do Porto e foi apresentado como uma continuação do trabalho desenvolvido no projeto exploratório terminado em 2015. Neste projeto, que se deverá prolongar até 2022, dá-se continuação ao desenvolvimento de modelos estatísticos para dados longitudinais motivados por dados clínicos e das ciências biológicas.

Para além dos projetos FCT mencionados, coordenados por elementos do grupo, tem-se mantido desde sempre a nossa participação em inúmeros projetos nacionais e internacionais, coordenados por investigadores externos ao grupo, que abordam temas de investigação atuais e alinhados com os nossos interesses. Estas e outras colaborações têm envolvido entidades de renome tais como as Universidades de Valencia, Santiago de Compostela e Vigo, Lancaster University, University College Dublin, Chalmers University Technology, Leiden University e Université de Lille. Adicionalmente, temos assinado contratos de colaborações com instituições públicas e privadas, tais como o Departamento do Mar e Recursos Marinhos do IPMA, os Hospitais de Braga e de Guimarães e empresas como a Congelagos – Transformação e Comércio de Produtos Alimentares AS, que têm demonstrado ser importantes para motivação das contribuições metodológicas da autoria ou co-autoria dos elementos do grupo.

É importante realçar que a dinâmica imposta pelos diversos projetos de investigação tem permitido viabilizar financiamento para a contratação de bolseiros com diferentes tipologias, nomeadamente investigadores doutorados, assistentes de investigação ou mesmo bolseiros de iniciação científica. O grupo, consciente da importância da formação avançada de novos investigadores, conta até ao momento com um total de 7 projetos de doutoramento terminados, 5 em desenvolvimento, 5 post-docs e cerca de duas dezenas de bolseiros BI, BIC e BM. No que respeita à divulgação do trabalho desenvolvido, podemos indicar mais de uma centena de publicações em revistas ISI ou Scopus, assim como a organização e a participação em diversas conferências nacionais e internacionais.

#### 4. Outras atividades

O dinamismo do grupo está bem patente na organização de eventos científicos nacionais e internacionais na área da Estatística nos últimos anos.

A nível internacional, em outubro de 2005, organizou o "I Congresso de Estatística e Investigação Operacional da Galiza e Norte de Portugal / VII Congresso Galego de Estatística e Investigación de Operacións - CEIO'05" em Guimarães, em colaboração com a Sociedade Galega para a Promoción da Estatística e da Investigación de Operacións. Realça-se ainda, em setembro de 2012, a organização da "VI International Workshop on Spatio-Temporal Modelling (METMAVI)" em Guimarães e, em julho de 2013, do "I Encontro Português de Biometria e o I Encontro Luso-Galaico de Biometria" em Braga. Mais recentemente, em julho de 2019, destaca-se a organização do congresso "International Workshop on Statistical Modelling – IWSM2019", em Guimarães, em parceria com a Statistical Modelling Society. Já a nível nacional, sobressaem as participações dos membros do grupo na organização do "III Congresso Anual da SPE" em junho de 1995, em Guimarães, na organização do "VII Congresso Anual da SPE" em outubro de 1999, em Ofir, e na organização das "XX Jornadas de Classificação e Análise de Dados – JOCLAD 2013" em abril de 2013, em Guimarães. Foram também organizados desde 2012 vários *workshops* e encontros de curta duração.

No âmbito de orientações conjuntas de dissertações de mestrado ou de estágios de licenciatura, os membros do grupo têm estabelecido protocolos com várias Empresas/Instituições dos mais variados sectores, nomeadamente, Instituto Nacional de Estatística, Hospital de Braga, Hospital de Guimarães, Instituto Português de Oncologia, Administração Regional de Saúde Norte e Centro, SONAE, NOS, Farfetch, Continental Mabor, Banco de Portugal, Millenium BCP e AGEAS, entre outros.

Todos os anos, com o objetivo de divulgar e promover a Estatística, os membros deste grupo participam na organização de atividades dirigidas ao público em geral ou destinadas a estudantes e/ou professores dos ensinos básico e secundário. Dessas atividades realçam-se as "II Jornadas UM Futuro com Ciência", o "UPA – Universidade Portas Aberta", o "Verão no Campus", a "Noite Europeia dos Investigadores" e o Programa de Visitas da ECUM ao longo de todo o ano letivo. Durante vários anos, colaboraram na atividade "iSci - Interface Ciência" promovida pela ECUM, que permitia a interação dos alunos dos vários ciclos de estudo com o ambiente empresarial. A exposição itinerante "Explorística" esteve patente na Biblioteca Lúcio Craveiro da Silva em Braga, em 2013.

Destaca-se ainda, no âmbito da comemoração do Dia Mundial da Estatística, em 20 de outubro de 2015, a contribuição do grupo na organização de uma exposição sobre a vida e obra de estatísticos incontornáveis no desenvolvimento da Estatística, apresentada na Biblioteca Lúcio Craveiro da Silva, réplica da comemorativa do Ano Internacional da Estatística (2013) que decorreu na Galeria do Paço da UMinho, em Braga.

Por fim, a nível de divulgação científica, salienta-se o empenho do grupo na organização de seminários, com uma periodicidade mensal, e de *workshops*, com uma periodicidade anual, que contaram com a participação regular de investigadores nacionais e estrangeiros.

#### 5. E o futuro?

Queremos continuar a assumir o compromisso com as necessidades de formação na região e dar resposta às expectativas dos atuais e futuros estudantes apostando na formação nesta área incontornável e em constante mudança. Como investigadores pretendemos contribuir para o desenvolvimento de novos modelos e métodos para dar resposta a problemas em aberto. O tratamento matemático destes modelos e métodos, o estudo das suas propriedades teóricas e a análise do seu comportamento através de estudos de simulação e em aplicações, ocupam uma parte importante da nossa atividade de investigação. A implementação computacional dos novos métodos e a sua difusão na comunidade científica também fazem parte da nossa missão como investigadores em Estatística. Com o fim de proporcionar partilha de conhecimento, continuaremos a colaborar com investigadores de outras áreas científicas, a estabelecer parcerias com empresas e organizações e a promover atividades de divulgação e interação com a sociedade.

