

## EDITAL PARA ATRIBUIÇÃO DE SEIS BOLSAS DE INICIAÇÃO À INVESTIGAÇÃO

Encontra-se aberto concurso para a atribuição de seis Bolsas de Iniciação à Investigação, na área da Matemática, adiante designadas por Bolsas, no âmbito do financiamento plurianual (UIDB/00013/2020) do Centro de Matemática da Universidade do Minho, adiante designado por CMAT, com o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT/MCTES) através de fundos nacionais (PIDDAC), nas seguintes condições:

**Área Científica:** Matemática

**Destinatários:** Estudantes inscritos em cursos de 1.º ciclo em áreas da Matemática, das Ciências da Computação ou da Estatística.

**Requisito para concessão da bolsa:**

- Os candidatos poderão concorrer sem inscrição prévia no curso para o qual é aberta a bolsa. O requisito de inscrição em curso conferente ou não conferente de grau será verificado à data da contratualização da bolsa.
- Apenas serão contratualizadas as bolsas cujos candidatos selecionados apresentem comprovativo válido de inscrição no curso conferente ou não conferente de grau, conforme tipologia de bolsa a concurso, emitido pelos serviços académicos da Instituição de Ensino Superior, respetivamente com a indicação do ano letivo em curso ou da sua duração (início e termo).

**Elegibilidade dos candidatos:** Os candidatos deverão reunir as condições de elegibilidade previstas no artigo 9.º do Regulamento de Bolsas de Investigação da FCT I.P (2019).

**Plano de trabalhos:**

**Proposta BII2022-A** Análise de padrões e correlações entre variáveis nos desembarques de peixes pelágicos em Portugal continental

**Orientadores:** Raquel Menezes (rmenezes@math.uminho.pt)

**Público-alvo:** alunos de licenciatura (área da Estatística).

**Descrição:** Com este trabalho pretende-se analisar os padrões regionais e temporais nos desembarques de peixes pelágicos em Portugal Continental, a fim de compreender a evolução ao longo do tempo, recorrendo-se a dados de desembarques oficiais da frota da pesca do cerco. De forma a atingir este objetivo, será necessário desenvolver uma aplicação gráfica em ambiente R, para visualizar rapidamente as principais características espaciais e temporais dos dados referentes aos desembarques do peixe capturado.

**Proposta BII2022-B** Coloração de grafos planares sem lacetes nem triângulos

**Orientadores:** Assis Azevedo (assis@math.uminho.pt)

**Público-alvo:** alunos do 2.º ou 3.º ano de licenciatura (áreas da Matemática e das Ciências da Computação).

**Descrição:** Sabendo-se que o problema de decidir se um grafo admite uma coloração (dos seus vértices) com 3 cores é NP-difícil, é natural tentar encontrar classes formadas apenas por grafos nessas condições. Uma resposta

a esta questão é dada pelo conhecido teorema de Grötzsch que diz que um grafo planar (ou mergulhado numa esfera) livre de triângulos pode ser colorido com 3 cores. De facto, o resultado é válido em condições mais gerais: por exemplo, para grafos planares admitindo até 3 triângulos.

Uma outra questão é a de saber qual a complexidade do algoritmo para colorir com 3 cores um grafo livre de triângulos. Sucessivas demonstrações do teorema de Grötzsch apresentaram complexidades cada vez menores até que Dvorak, Kawarabayashi e Thomas forneceram um algoritmo em tempo linear para a coloração desses grafos.

A condição de planaridade não pode ser retirada, como mostra o chamado grafo de Grötzsch, que não tem triângulos, mas necessita de 4 cores para ser colorido. Em 1955, Mycielski definiu uma construção que lhe permitiu mostrar que existem grafos livres de triângulos com número cromático arbitrariamente grande.

Questões sobre coloração de grafos são também colocadas em grafos mergulhados em  $n$ -toros sendo até que, em alguns casos a situação pode ser mais simples. Por exemplo, a prova de que todo o grafo planar (ou mergulhado numa esfera), sem mais restrições, pode ser colorido com 4 cores é um resultado muito complicado (tendo até sido muito polémico) mas o seu correspondente em  $n$ -toros, é (comparativamente) muito simples.

#### **Proposta BII2022-C** Extremos condicionados e aplicações

**Orientadores:** Catarina Avelino (cavelino@utad.pt) e Altino Santos (afolgado@utad.pt)

**Público-alvo:** alunos de licenciatura (áreas da Matemática, da Matemática Aplicada e Ciência de Dados, das Ciências da Computação ou da Estatística)

**Descrição:** A otimização surge como um dos temas centrais em algumas unidades curriculares de matemática, uma vez que problemas de obtenção de máximos e de mínimos suscitam grande interesse devido às suas vastas aplicações. Tendo como base a fundamentação teórica de suporte, pretende-se estudar diferentes abordagens para este tipo de problemas e proporcionar o relacionamento de conceitos. Serão ainda analisadas aplicações através da modelação e resolução de problemas da vida real.

#### **Proposta BII2022-D** *Flashes* matemáticos

**Orientadores:** Fernando Miranda (fmiranda@math.uminho.pt) e M. Irene Falcão (mif@math.uminho.pt)

**Público-alvo:** alunos do 2.º ou 3.º ano de licenciatura (áreas da Matemática e das Ciências da Computação).

**Descrição:** Alguns conceitos matemáticos essenciais na formação de estudantes de matemática são complexos ou envolvem subtilidades que dificultam a sua compreensão. O objetivo deste projeto é usar computação dinâmica para "iluminar" alguns desses conceitos. Usando o sistema Mathematica, pretende-se construir objetos interativos que permitam, através da sua manipulação, clarificar noções e resultados matemáticos fundamentais. Os objetos construídos ficarão disponíveis num portal acessível a toda a comunidade académica. Pretende-se ainda que alguns dos recursos desenvolvidos venham a constar da página Wolfram demonstration project.

#### **Proposta BII2022-E** LCA – Logaritmos, Congruências e Aplicações

**Orientadores:** Eurica Henriques (eurica@utad.pt) e Luís Roçadas (roçadas@utad.pt)

**Público-alvo:** alunos de licenciatura (áreas da Matemática, da Matemática Aplicada e Ciência de Dados, das Ciências da Computação ou da Estatística)

**Descrição:** Euler, matemático do século XVIII, é considerado por muitos como um dos grandes matemáticos de todos os tempos não só pelas inúmeras temáticas que estudou como também pelo vasto legado que deixou. A proximidade de Euler à família Bernoulli e a Goldbach estarão certamente relacionadas com o seu interesse pelo cálculo infinitesimal e pela teoria de números.

Neste projeto de investigação propomos aprofundar algumas das temáticas por ele estudadas, nomeadamente logaritmo de números negativos; pequeno teorema de Fermat, generalização de Euler e aplicações ao código RSA.

**Proposta BII2022-F** Modelos de regressão linear com erros correlacionados

**Orientadores:** Arminda Manuela Gonçalves (mneves@math.uminho.pt)

**Público-alvo:** alunos do 2.º ano de licenciatura (área da Estatística).

**Descrição:** O principal objetivo deste estudo é analisar e avaliar modelos estatísticos, no contexto de modelos de decomposição clássica associados a modelos de regressão linear múltipla, de séries temporais com aplicação a dados reais: dados ambientais. Em particular, será estudado o impacto da autocorrelação temporal (tipicamente presente em séries de dados ambientais) nos modelos de forma a incorporar uma estrutura autorregressiva.

**Proposta BII2022-G** O grupo fundamental da circunferência

**Orientador:** Lucile Vandembroucq (lucile@math.uminho.pt)

**Público-alvo:** alunos do 2.º ou 3.º ano de licenciatura (área da Matemática).

**Descrição:** Dois laços (caminhos contínuos fechados) num subconjunto  $X$  de  $\mathbb{R}^n$  são homotópicos se um pode ser deformado continuamente no outro sem sair de  $X$ . O grupo fundamental de  $X$  é o conjunto das classes de homotopia dos seus laços munido da lei de concatenação. O objetivo é estudar o primeiro exemplo não trivial deste conceito fundamental de Topologia Algébrica. Nomeadamente mostrar-se-á que o grupo fundamental da circunferência é isomorfo ao grupo aditivo  $\mathbb{Z}$ . Aplicações notáveis deste resultado incluem uma prova do Teorema Fundamental da Álgebra e do Teorema do Ponto Fixo de Brouwer em dimensão 2.

**Proposta BII2022-H** O produto vetorial de  $\mathbb{R}^7$

**Orientador:** Ana Cristina Ferreira (anaferreira@math.uminho.pt)

**Público-alvo:** alunos do 2.º ou 3.º ano de licenciatura (área da Matemática).

**Descrição:** O produto vetorial de dois vetores em  $\mathbb{R}^3$  é um conceito bem conhecido e é simples compreender qual é a dependência do espaço ser tridimensional. Quando questionados, os alunos costumam responder que não é possível definir um produto com características semelhantes noutras dimensões, mas tal não é verdade. É possível definir um produto vetorial também em  $\mathbb{R}^7$ .

Neste projeto pretende-se que o aluno analise quais são as propriedades que um produto de dois vetores deve ter para ser considerado um produto vetorial e que investigue qual a relação destes produtos em dimensões 3 e 7 com as chamadas álgebras de composição dos quatérniões e dos octonionões.

**Proposta BII2022-I** Ortogonalidade em álgebra e geometria

**Orientador:** José R. Oliveira (jmo@math.uminho.pt)

**Público-alvo:** alunos do 3.º ano de licenciatura (área da Matemática).

**Descrição:** A noção clássica de fibrado vetorial suave caracteriza-se por uma aplicação suave entre duas variedades suaves – o espaço total e o espaço base – satisfazendo certas condições de trivialização de modo que o espaço total pode ser considerado como uma família de espaços vetoriais, designadas por fibras, parametrizada pelos pontos do espaço base. Quando as fibras são subespaços vetoriais de um espaço vetorial euclidiano, um fibrado vetorial suave pode ser visto como uma aplicação suave com valores no espaço vetorial dos automorfismos lineares autoadjuntos e idempotentes do espaço vetorial euclidiano que, a cada ponto do espaço base, corresponde

a projeção ortogonal sobre a fibra nesse ponto. Esta caracterização é ainda equivalente à suavidade da aplicação com valores na variedade de Grassmann do espaço ambiente das fibras que, a cada ponto do espaço base, associa a fibra nesse ponto. A equivalência de ambas as caracterizações para fibrados vetoriais suaves requer métodos clássicos de ortogonalidade e diferenciação. Este trabalho compreende o estudo desses métodos que esclarecem essa equivalência em ambiente euclidiano.

**Proposta BII2022-J** Pesquisa de abordagens matemática aplicadas no estudo do cancro

**Orientadores:** Regina de Almeida (ralmeida@utad.pt), Ana Paula Teixeira (ateixeir@utad.pt)

**Público-alvo:** alunos de licenciatura (áreas da Matemática, da Matemática Aplicada e Ciência de Dados, das Ciências da Computação ou da Estatística)

**Descrição:** Embora o cancro tenha sido sempre um tópico de interesse para a comunidade científica, no século XXI verificou-se a publicação de vários artigos de investigação onde as técnicas matemática têm um papel de relevo na análise de tumores. Este projeto tem como objetivo fazer um levantamento e uma caracterização das diferentes técnicas matemáticas aplicadas ao estudo de tumores, para conhecer o que já foi feito e ter uma maior perceção das futuras direções da investigação nesta área.

**Legislação e regulamentação aplicável:** Estatuto do Bolseiro de Investigação (EBI), aprovado pela Lei n.º 40/2004 de 18 de agosto, na redação atual publicada pelo Decreto-Lei n.º 123/2019 de 28 de agosto; Regulamento de Bolsas de Investigação da Universidade do Minho, publicado em Diário da República, 2.ª série, n.º 119, despacho n.º 6524/2020 de 22-06-2020, retificado através de declaração de retificação n.º 447/2021 de 22-06-2021 e Regulamento de Bolsas de Investigação, n.º 950/2019 de 16-12-2019, da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P. - em vigor.

**Entidade de acolhimento/contratante e orientação científica:** O trabalho será desenvolvido no Centro de Matemática (na Universidade do Minho ou no pólo na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro), sob a orientação científica do(s) membro(s) do CMAT proponente(s) do plano de trabalhos.

**Duração das bolsas:** Cada uma das bolsas terá a duração de dois meses, com início previsto em julho de 2022.

**Valor do subsídio de manutenção mensal:** O montante da bolsa corresponde a 446,12 euros, conforme tabela de valores das bolsas da FCT, I.P. no País (Anexo I – Tabela de subsídios mensais de manutenção do Regulamento de Bolsas de Investigação da FCT I.P) e Anexo II do Regulamento de Bolsas de Investigação da Universidade do Minho, publicado em Diário da República, 2.ª série, n.º 119, despacho n.º 6524/2020 de 22-06-2020, retificado através de declaração de retificação n.º 447/2021 de 22-06-2021, conforme regulamento aplicável.

O pagamento é efetuado até ao dia 23 de cada mês, através de transferência para o NIB do bolseiro indicado no processo de contratualização.

**Regime de exclusividade:** O desempenho de funções a título de bolseiro é exercido em regime de exclusividade, nos termos previstos no artigo 5.º do Estatuto do Bolseiro de Investigação e regulamentos de bolsas de investigação aplicáveis.

### **Composição do Júri de Seleção:**

Presidente: José Carlos Soares do Espírito Santo, Professor Auxiliar do Departamento de Matemática da Escola de Ciências da Universidade do Minho,

1.º Vogal efetivo: Paula Maria Machado Cruz Catarino, Professora Associada com Agregação do Departamento de Matemática da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

2.º Vogal efetivo: Carla Maria Alves Ferreira, Professora Auxiliar do Departamento de Matemática da Escola de Ciências da Universidade do Minho

1.º Vogal suplente: Maria da Graça Pereira Soares, Professora Auxiliar do Departamento de Matemática da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

2.º Vogal suplente: João Miguel da Silva Oliveira, Estudante de Pós-Doutoramento, CMAT

Em caso de impedimento do Presidente do Júri, este far-se-á substituir pelo 1.º vogal efetivo ou pelo 2.º vogal efetivo, em caso de impedimento do 1.º vogal efetivo, sendo estes substituídos pelos vogais suplentes designados.

**Critérios e procedimentos de avaliação e seleção:** A avaliação das candidaturas incidirá sobre o Mérito do candidato, aplicando-se os seguintes critérios de avaliação, valorados numa escala de 1 a 5 valores:

Mérito do candidato - MC (100%):

- a) Percurso académico (que reflete as classificações obtidas nas Unidades Curriculares da licenciatura), com uma ponderação de 50%;
- b) Currículo pessoal (que reflete o mérito académico e as competências transversais), com uma ponderação de 30%;
- c) Carta de motivação, com uma ponderação de 20%.

A classificação final do mérito do candidato será obtida pela aplicação da seguinte fórmula:

$$MC=(a\times 0,5) + (b\times 0,3) + (c\times 0,2)$$

**Divulgação dos resultados:** O projeto de resultados da avaliação, fundamentado em ata, será remetido aos candidatos através de correio eletrónico, até 90 dias úteis após a data-limite de submissão de candidaturas, nos termos do artigo 12.º do RBI da FCT.

Caso o resultado seja desfavorável à concessão da bolsa requerida, os candidatos têm um prazo de 10 dias úteis para se pronunciarem, querendo, em sede de audiência prévia aos interessados, nos termos do artigo 121.º e 122.º do Código do Procedimento Administrativo (Decreto-Lei n.º 4/2015 de 7 de janeiro).

**Procedimentos de reclamação e recurso:** Os resultados finais da avaliação serão publicitados através de lista ordenada por nota final obtida, publicada no portal do CMAT, bem como através de correio eletrónico a todos os candidatos, anexando-se, para o efeito, as atas com as deliberações do júri.

Os candidatos selecionados deverão manifestar por escrito a intenção de aceitação da bolsa, a começar pelo candidato classificado em primeiro lugar. Em caso de não aceitação de algum candidato, a primeira bolsa ainda não atribuída é oferecida ao candidato seguinte na ordem de seriação final. O processo repete-se até estarem atribuídas e aceites as seis bolsas e/ou ser esgotada a lista de candidatos.

Da decisão final pode ser interposta reclamação, no prazo de 15 dias úteis, dirigida ao Presidente do Júri. Os interessados poderão ainda apresentar recurso hierárquico facultativo, dirigido à Sra. Pró-Reitora para Projetos Científicos e Gestão da Investigação, Professora Sandra Paiva.

**Constituição de lista de reserva de seleção:** Os candidatos seriados nas posições seguintes da lista de ordenação final do concurso são integrados em lista de reserva de seleção, que poderá ser utilizada até 01/07/2022.

**Prazo de candidatura e forma de apresentação das candidaturas:** O concurso encontra-se aberto pelo período de 10 dias úteis a partir da publicação no Portal Euroaxess.

As candidaturas devem ser formalizadas, obrigatoriamente, através do envio de carta de candidatura acompanhada dos seguintes documentos: curriculum vitae; comprovativo das classificações obtidas nas Unidades Curriculares da licenciatura em que o candidato está inscrito; carta de motivação.

As candidaturas deverão ser remetidas por correio eletrónico para [candidaturas@cmat.uminho.pt](mailto:candidaturas@cmat.uminho.pt) e [bolsas@ecum.uminho.pt](mailto:bolsas@ecum.uminho.pt), indicando a referência 22/ECUM/CMAT- UIDB/00013/2020 (BII) em Assunto. Não serão admitidas candidaturas enviadas por outras vias.

**Contratualização da bolsa:** A concessão da bolsa concretiza-se mediante a assinatura de um contrato entre a Universidade do Minho e o bolseiro, de acordo com minuta de contrato (anexo IV do Regulamento de Bolsas de Investigação Científica da Universidade do Minho – despacho n.º 6524/2020 de 22-06-2020, retificado através de declaração de retificação n.º 447/2021 de 22-06-2021) na sua versão atualizada de acordo com o ponto 2.4 das “Normas para Atribuição e Gestão de Bolsas no âmbito de Projetos de I&D, incluindo projetos de infraestruturas, do programa de financiamento plurianual de unidades de I&D e de outros instrumentos de financiamento da FCT (Versão 2021)”.

O contrato só pode ser celebrado após a receção de toda a documentação exigível consoante o tipo de bolsa, que deverá ocorrer no prazo máximo de 6 meses.

Depois de recebida toda a documentação, a entidade contratante tem um prazo de 60 dias úteis para celebrar o contrato de bolsa. Uma vez recebido pelo bolseiro, este deve devolver o contrato devidamente assinado no prazo de 15 dias úteis.

Os contratos de bolsa apenas podem ter início após devida autorização da entidade contratante.

**Termo e cancelamento dos contratos de bolsas:** Sem prejuízo das demais causas previstas nos regulamentos de bolsas aplicáveis (FCT e Universidade do Minho) e no Estatuto do Bolseiro de Investigação, a bolsa cessa com a conclusão do plano de trabalhos contratualizado, bem como com o termo do prazo pelo qual foi concedida.

No termo da bolsa, o bolseiro tem obrigação de apresentar o Relatório Final dos trabalhos realizados, de acordo com os objetivos e critérios de avaliação definidos com o orientador científico, no prazo de 30 dias após o termo da bolsa.

O **relatório final** deverá ser elaborado de acordo com o anexo I do Regulamento de Bolsas de Investigação Científica da Universidade do Minho – despacho n.º 6524/2020 de 22-06-2020, retificado através de declaração de retificação n.º 447/2021 de 22-06-2021.