

IST/2026/BL169

Bolsa de Investigação Pós-Doutoral na área científica de Matemática

Orientador Científico: Maria do Rosário De Oliveira Silva (ist12954)

Coorientador(es): Maria do Rosário De Oliveira Silva (ist12954), CEMAT e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Gonçalo Marques Fernandes de Oliveira (ist156809), CAMGSD e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão (ist12816), CAMGSD e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Henrique Manuel Dos Santos Silveira de Oliveira (ist13299), CAMGSD e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Jorge Filipe Duarte Tiago (ist90590), CEMAT e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Maria da Conceição Esperança Amado (ist13493), CEMAT e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Erida Gjini (ist428854), CEMAT, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Luís Carlos Costa Pinheiro de Carvalho (ist430352), CAMGSD, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa e Departamento de Matemática (ISTA), ISCTE; Joao Lopes Costa (ist90642), CAMGSD, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa e Departamento de Matemática (ISTA), ISCTE.

Unidade Orgânica: Centro de Matemática Computacional e Estocástica

Tema da Bolsa: Um Modelo de Previsão para Monitorização Pandémica e Apoio à Decisão

Duração Inicial da Bolsa: 6 meses

Duração Máxima Incluindo Renovações: 6 meses

Subsídio de Manutenção Mensal: 1901,00 €

Entidade Financiadora: União Europeia (UE)

Objetivos

Desenvolver e validar metodologias de previsão hierárquico e dependente do tempo para a pandemia de COVID-19, integrando modelos epidemiológicos e baseados em dados, de natureza heterogénea, através de uma arquitetura de mistura de especialistas (mixture of experts) que combine adaptativamente modelos especializados em função da fase da pandemia e do regime de intervenções. O quadro tem como objetivo fornecer previsões robustas e com quantificação de incerteza, de modo a apoiar a tomada de decisão adaptativa em saúde pública e o planeamento de recursos.

O trabalho está organizado em torno de quatro objetivos específicos:

- (i) Infraestrutura de dados. Construir um pipeline reproduzível que integre dados epidemiológicos, de vacinação, de intervenções e de variantes, com uma estrutura temporal adequada à modelação dependente do tempo.
- (ii) Portefólio de modelos especialistas. Desenvolver e ajustar um conjunto diversificado de modelos de previsão dependentes do tempo (p.ex. redes neuronais, mecanísticos, estatísticos e baseados em dados) para servirem como especialistas na arquitetura integradora.
- (iii) Integração por mistura de especialistas. Conceber e implementar um mecanismo de gating sensível ao contexto, que combine adaptativamente os modelos especialistas ao longo do tempo, abordando o treino sem fuga de informação (leakage-free) e a propagação da incerteza.
- (iv) Validação e benchmarking. Avaliar o quadro com protocolos de validação sensíveis ao tempo e métricas de erro

probabilísticas, comparando-o com os modelos especialistas individuais e com ensembles padrão, em diferentes fases da pandemia e cenários.

Plano de Trabalho

O trabalho está organizado em quatro tarefas principais, alinhadas com os objetivos específicos do projeto:

Tarefa 1: Infraestrutura de dados e revisão da literatura. Rever o estado da arte sobre previsão pandémica dependente do tempo e arquiteturas de mistura de especialistas (mixture of experts), e construir um pipeline reprodutível que integre dados epidemiológicos, de vacinação, de intervenções e de variantes, a partir de fontes nacionais e internacionais.

Tarefa 2: Desenvolvimento dos modelos especialistas. Desenvolver e ajustar um portefólio diversificado de modelos de previsão dependentes do tempo (e.g. redes neuronais, mecanísticos, estatísticos e baseados em dados) incluindo modelos produzidos no âmbito do grupo de investigação, estruturados para servirem como especialistas na arquitetura integrada.

Tarefa 3: Integração por mistura de especialistas. Conceber e implementar um mecanismo de gating sensível ao contexto, que combine adaptativamente os modelos especialistas ao longo do tempo, abordando o treino sem fuga de informação (leakage-free) através de protocolos de validação por origem deslizante (rolling-origin) e a propagação da incerteza preditiva.

Tarefa 4: Validação, benchmarking e disseminação. Avaliar o quadro com protocolos de validação sensíveis ao tempo métricas de erro probabilísticas, compará-lo com os modelos especialistas individuais e com ensembles padrão em diferentes fases da pandemia e cenários, e preparar os resultados para disseminação científica e publicação.

Requisitos de Admissão

Os candidatos devem ser doutorados em Matemática, Estatística, Ciência de Dados, Inteligência Artificial ou área afim. Conhecimentos de base em métodos numéricos para equações diferenciais ordinais e parciais, análise numérica, modelos matemáticos em biomedicina, bioestatística, aprendizagem automática, aprendizagem estatística, estatística multivariada, séries temporais, modelação matemática, modelos lineares generalizados, estatística computacional, otimização, estatística Bayesiana.

Requisitos específicos: Domínio das linguagens Python e R.

Legislação e Regulamentação Aplicável

Lei n.º 40/2004, de 18 de agosto (Estatuto do Bolseiro de Investigação Científica), na sua redação atual; Regulamento de Bolsas de Investigação do IST, disponível em

https://drh.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/45/despacho_8532_regulamento_bolsas.pdf.

Enquadramento, Carga de Trabalho e Horário

Local de Trabalho: O trabalho será desenvolvido no Departamento de Matemática do Instituto Superior Técnico-Campus Alameda, Universidade de Lisboa.

Regime de Prestação de Trabalho: Não aplicável.

Campus Principal: Alameda

Carga Média Semanal Indicativa: Não aplicável.

Horário de Prestação de Funções Indicativo: Não aplicável.

Metodologia de Avaliação do Concurso

Avaliação curricular ponderado a 60% numa escala de 20 valores com um mínimo de 16 valores para admissão.

Entrevista individual ponderado a 40% numa escala de 20 valores com um mínimo de 16 valores para admissão.

Valor final mínimo para admissão de 16 valores.

Condições para a Realização dos Métodos de Seleção

60% Avaliação Curricular (CV: 65% produção científica alinhada com os objetivos e o plano de trabalho do concurso; 25% coordenação e participação em projetos científicos; 10% reconhecimento pela comunidade científica) + 40% Entrevista (entrevista aos 2 candidatos melhores classificados na avaliação curricular, podendo o júri prescindir da entrevista caso o número de candidatos seja igual a 1).

Composição do Júri de Seleção

Presidente do Júri: Maria do Rosário De Oliveira Silva (ist12954)

Vogais: Gonçalo Marques Fernandes de Oliveira (ist156809), CAMGSD e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Luís Carlos Costa Pinheiro de Carvalho (ist430352), CAMGSD, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa e Departamento de Matemática (ISTA), ISCTE.

Vogais Suplentes: Erida Gjini (ist428854), CEMAT, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

Em caso de impossibilidade do presidente do júri, este será substituído por um dos vogais efetivos.

Tramitação do Concurso

A apresentação de candidaturas é efetuada exclusivamente na [plataforma de admissões](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/fenixedu-admissions) do [Instituto Superior Técnico](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/fenixedu-admissions) em <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/fenixedu-admissions> e requer registo e validação de identidade dos candidatos.

As candidaturas só são formalizadas quando o formulário disponível na plataforma é devidamente preenchido, submetido e lacrado sem erros de validação. A documentação obrigatória a ser anexada no formulário para esta bolsa inclui os seguintes documentos:

Curriculum Vitae

Certificado de Habilitações (ou compromisso de honra caso não tenha ainda terminado o curso)

Comprovativo de Inscrição/Matrícula

Carta de Motivação

Os prazos para a submissão das candidaturas devem ser consultados na mesma plataforma de admissões.

Os resultados do concurso serão disponibilizados na mesma plataforma de admissões.



**Funded by
the European Union**

IST/2026/BL169**Research Scholarship of Post-Doctoral Research
for the scientific area of Mathematics**

Scientific Advisor: Maria do Rosário De Oliveira Silva (ist12954)

Co-advisor(s): Maria do Rosário De Oliveira Silva (ist12954), CEMAT e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Gonçalo Marques Fernandes de Oliveira (ist156809), CAMGSD e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão (ist12816), CAMGSD e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Henrique Manuel Dos Santos Silveira de Oliveira (ist13299), CAMGSD e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Jorge Filipe Duarte Tiago (ist90590), CEMAT e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Maria da Conceição Esperança Amado (ist13493), CEMAT e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Erida Gjini (ist428854), CEMAT, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Luís Carlos Costa Pinheiro de Carvalho (ist430352), CAMGSD, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa e Departamento de Matemática (ISTA), ISCTE; Joao Lopes Costa (ist90642), CAMGSD, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa e Departamento de Matemática (ISTA), ISCTE.

Organic Unit: Centre for Computational and Stochastic Mathematics

Scholarship Theme: A Forecasting Framework for Pandemic Monitoring and Decision-Making

Duration: 6 months

Maximum Duration Including Renewals: 6 months

Monthly Maintenance Allowance: €1,901.00

Funding Entity: European Union (EU)

Objectives

To develop and validate a hierarchical, time-dependent forecasting framework for the COVID-19 pandemic, integrating heterogeneous epidemiological and data-driven models through a mixture-of-experts architecture that adaptively combines specialized models according to pandemic phase and intervention regime. The framework aims to provide robust, uncertainty-aware forecasts to support adaptive public health decision-making and resource planning. The work is organized into four main tasks, aligned with the project's specific objectives:

- (i) Data infrastructure. Build a reproducible pipeline integrating epidemiological, vaccination, intervention, and variant data, with a temporal structure suitable for time-dependent modelling.
- (ii) Portfolio of expert models. Develop and fit a diverse set of time-dependent forecasting models (e.g., neural network, mechanistic, statistical, and data-driven) to serve as experts within the integrative architecture.
- (iii) Mixture-of-experts integration. Design and implement a context-aware gating mechanism that adaptively combines the expert models over time, addressing leakage-free training and uncertainty propagation.
- (iv) Validation and benchmarking. Assess the framework with time-aware validation protocols and probabilistic error metrics, benchmarking it against individual experts and standard ensembles across pandemic phases and scenarios.

Work Plan

The work is organized into four main tasks, aligned with the project's specific objectives:

Task 1: Data infrastructure and literature review. Review the state of the art on time-dependent pandemic forecasting and mixture-of-experts architectures, and build a reproducible data pipeline integrating epidemiological, vaccination, intervention, and variant data from national and international sources.

Task 2: Development of expert models. Develop and fit a diverse portfolio of time-dependent forecasting models (e.g., neural networks, mechanistic, statistical, and data-driven) including models produced within the broader research group, structured to serve as experts within the integrative architecture.

Task 3: Mixture-of-experts integration. Design and implement a context-aware gating mechanism that adaptively combines the expert models over time, addressing leakage-free training through rolling-origin protocols and the propagation of predictive uncertainty.

Task 4: Validation, benchmarking, and dissemination. Evaluate the framework using time-aware validation protocols and probabilistic error metrics, benchmark it against individual experts and standard ensembles across pandemic phases and scenarios, and prepare the results for scientific dissemination and publication.

Admission Requirements

Applicants must hold a doctoral degree in Mathematics, Statistics, Data Science, Artificial Intelligence or a related field. Basic knowledge of numerical methods for ordinary and partial differential equations, numerical analysis, mathematical models in biomedicine, biostatistics, machine learning, statistical learning, multivariate statistics, time series, mathematical modelling, generalized linear models, computational statistics, optimisation, Bayesian statistics. Specific requirements: Proficiency in Python and R.

Applicable Laws and Regulations

Law No. 40/2004, of 18 August (Statute of Scientific Research Fellow), in its current wording; IST Regulation for Research Scholarships, available at https://drh.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/45/despacho_8532_regulamento_bolsas.pdf.

Context, Workload and Schedule

Workplace: The work will be carried out at the Department of Mathematics of the Instituto Superior Técnico – Alameda Campus, University of Lisbon

Work Model: Not applicable.

Main Campus: Alameda

Expected Average Weekly Workload: Not applicable.

Expected Schedule for Activities and Functions: Not applicable.

Contest Evaluation Method(s)

Curricular evaluation weighted to 60% on a scale of 20 points with a minimum of 16 points needed for admission. Individual interview weighted to 40% on a scale of 20 points with a minimum of 16 points needed for admission.

The minimum final grade needed for admission is 16 points.

Conditions for the Contest Evaluation

Curricular evaluation weighted to 60% on a scale of 20 points with a minimum of 16 points needed for admission.
Individual interview weighted to 40% on a scale of 20 points with a minimum of 16 points needed for admission.
Interview of the two candidates with the highest scores in the curriculum evaluation, with the selection committee reserving the right to waive the interview if the number of candidates is equal to one.

Composition of the Selection Jury

Jury President: Maria do Rosário De Oliveira Silva (ist12954)

Jury Members: Gonçalo Marques Fernandes de Oliveira (ist156809), CAMGSD e Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa; Luís Carlos Costa Pinheiro de Carvalho (ist430352), CAMGSD, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa e Departamento de Matemática (ISTA), ISCTE.

Substitute Jury Members: Erida Gjini (ist428854), CEMAT, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

In case the president of the jury is unable to preside, they will be replaced by one of the jury members.

Contest Procedure

Applications must be exclusively submitted on the [admissions platform](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/fenixedu-admissions) of the [Instituto Superior Técnico](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/fenixedu-admissions) at <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/fenixedu-admissions> and requires registration and validation of the candidate's identity.

Applications are only accepted when the form available in the platform is correctly filled, submitted and locked without any validation errors. The mandatory documentation to submit in the scholarship application includes:

Curriculum Vitae

Proof of Qualifications (or declaration of honor in case you do not yet have the certificate)

Proof of Registration/Enrolment

Motivation Letter

The application submission deadlines can be viewed in the admissions platform.

The results of the contest will be made available in the same admissions platform.



**Funded by
the European Union**