

<b>Lead institution: RCGI/USP</b>	
<b>Supervisor name:</b> Paulo José da Silva e Silva	<b>Department:</b> Applied Mathematics / UNICAMP
<b>Recipient:</b> <a href="https://sites.usp.br/rcgi/opportunities/">https://sites.usp.br/rcgi/opportunities/</a>  <b>Ref: 24PhD297 – PhD Scholarship</b>  <b>Deadline for submission: February 28<sup>th</sup>, 2025</b>	<b>Type:</b> Doctoral Scholarship  <b>Period:</b> 40 hours/week  <b>Number of months:</b> 36 months  <b>Intended beginning date:</b> March, 2025
<b>Project title: (Portuguese and English)</b>	
<p>Métodos Estocásticos de Primeira Ordem para Otimização em Larga Escala para Inversão de Forma de Onda Elástica Completa (EFWI)</p> <p>Large-Scale Stochastic First Order Optimization Methods for Elastic Full Waveform Inversion (EFWI)</p>	
<b>Research theme area: (Portuguese and English)</b>	
<p>Geofísica, Otimização Matemática</p> <p>Geophysics, Mathematical Optimization</p>	
<b>Abstract (Portuguese and English)</b>	
<p>A Inversão de Forma de Onda Completa (FWI) é uma técnica geofísica de ponta para obter imagens de subsuperfície de alta resolução. A Inversão elástica de Forma de Onda Elástica Completa (EFWI) permite a reconstrução simultânea de múltiplos parâmetros físicos da subsuperfície, como modelos de velocidade de ondas P e S. A EFWI é formulada como um problema de otimização não linear, no qual o objetivo é minimizar uma função que mede a diferença entre conjuntos de dados observados e calculados. Normalmente, ela é resolvida usando métodos locais baseados em gradientes, o que requer um esforço computacional substancial. Consequentemente, um dos principais desafios com EFWI é sua alta demanda computacional, particularmente ao abordar problemas 3D em larga escala. Este projeto de doutorado focará no desenvolvimento e implementação de algoritmos de otimização estocástica em larga escala para EFWI. O objetivo é aprimorar a eficiência e acelerar a convergência do EFWI por meio do uso de técnicas de otimização estocástica e a incorporação de estratégias de aceleração. Além disso, este projeto explorará desenvolvimentos recentes que também podem ser utilizados para melhorar a eficiência dos algoritmos EFWI, como estratégias de seleção de minibatches ótimas para cálculo de gradientes. Esta posição oferece a oportunidade de trabalhar na vanguarda da pesquisa geofísica, em estreita colaboração com instituições acadêmicas líderes e especialistas da indústria.</p> <p>Full Waveform Inversion (FWI) is a state-of-the-art geophysical technique for obtaining high resolution subsurface images. Elastic Full Waveform Inversion (EFWI) enables the simultaneous reconstruction of multiple physical parameters of the subsurface, such as P-wave and S-wave velocity models. EFWI is formulated as a nonlinear optimization problem, in which the goal is to minimize a function that measures the misfit between observed and calculated datasets. Typically,</p>	

it is solved using local gradient-based methods, which requires substantial computational effort. Consequently, one of the main challenges with EFWI is its high computational demand, particularly when addressing large-scale 3D problems. This postdoctoral project will focus on developing and implementing large-scale stochastic optimization algorithms for EFWI. The goal is to enhance the efficiency and accelerate convergence of EFWI through the use of advanced stochastic optimization and acceleration techniques. Additionally, this project will explore recent developments that can also be utilized to improve the efficiency of EFWI algorithms, such as optimal minibatch selection strategies for gradient computation. This position offers the opportunity to work at the cutting edge of geophysical research, in close collaboration with leading academic institutions and industry specialists.

#### **Description (Portuguese and English)**

O candidato contribuirá alinhado aos principais objetivos do projeto:

1. Auxiliar no desenvolvimento e validação de algoritmos de otimização para a inversão de forma de onda elástica completa (EFWI) em meios bidimensionais e tridimensionais, adaptados para execução em arquiteturas CPU e GPGPU.
2. Implementar e aprimorar métodos adaptativos de momento (por exemplo, Adam e NAdam) e outras técnicas de otimização para melhorar a robustez e convergência dos processos de EFWI.
3. Preparar relatórios sobre as descobertas de pesquisa e publicar artigos científicos.

The applicant will contribute in line with the main objectives of the project:

1. Develop and validate optimization algorithms for elastic full waveform inversion (EFWI) in both two-dimensional and three-dimensional media, tailored for execution on CPU and GPGPU architectures.
2. Implement and refine adaptive moment methods (e.g., Adam and NAdam) and other optimization techniques to enhance the robustness and convergence of the EFWI processes.
3. Prepare reports on the research findings and publish scientific articles.

#### **Requirements to fill the position. (Ex: specific experience, minimum or maximum years after concluding the course) (Portuguese and English)**

Requisitos do candidato:

- Graduação e Mestrado em Geofísica, Matemática Aplicada, Ciência da Computação ou áreas relacionadas, com forte foco em otimização numérica.
- Alguma experiência com programação em uma ou mais das seguintes linguagens: Fortran, C, C++, Python e/ou Julia.
- Experiência desejável com desenvolvimento de controle de versão Git.
- Interesse em aprender técnicas de imageamento sísmico (RTM, LSRTM ou FWI), problemas inversos e otimização numérica.
- Capacidade de conduzir pesquisas de forma independente e colaborar efetivamente como parte de uma equipe multidisciplinar de cientistas e estudantes.

Requirements:

- Undergrad and Master in Geophysics, Applied Mathematics, Computer Science, Engineering, or related fields with a strong focus on numerical optimization.
- Some programming experience in one or more of the following languages: Fortran, C, C++, Python, and/or Julia.
- Desirable experience with Git Version Control development.
- Interest to learn seismic imaging techniques (RTM, LSRTM, or FWI), inverse problems, and numerical optimization.
- Ability to conduct research independently and to collaborate effectively as part of a multidisciplinary team of scientists and students.

**Funding Notes:** Esta chamada oferece uma bolsa para esse projeto. A bolsa de doutorado será financiada pela FUSP – Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo. A bolsa cobrirá uma bolsa de manutenção padrão de R\$ 5.500,00 por mês.

This call offers one grant for this project. This PhD scholarship is funded by FUSP – Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo. The scholarship will cover a standard maintenance stipend of R\$ 5,500 (five thousand and five hundred Brazilian Reais) per month.

**Work place:** IMECC / Unicamp - Rua Sérgio Buarque de Holanda, 651, 13083-859, Campinas, SP, Brazil

**Documents/Information to be Sent:**

**Ref: 24PhD297**

- 1) Access the link <https://sites.usp.br/rcgi/opportunities/>
- 2) Find the Position **Ref: 24PhD297**
- 3) Click on Application to apply

**Deadline: February 28<sup>th</sup>, 2025**

In case you have any question, please write to [rcgi.opportunities@usp.br](mailto:rcgi.opportunities@usp.br)