



<b>Lead institution: University of Sao Paulo</b>	
<b>Supervisor name: Emílio Carlos Nelli Silva</b>	<b>Department: PMR-EPUSP</b>
<b>Recipient:</b> <a href="https://sites.usp.br/rcgi/opportunities/">https://sites.usp.br/rcgi/opportunities/</a>  <b>Ref: 23MSc249 – Master Scholarship</b>  <b>Deadline for submission: May 31<sup>th</sup>, 2024</b>	<b>Type: Master</b>  <b>Period: (hours/week) 40</b>  <b>Number of months: 24 (master)</b>  <b>Intended beginning date: July, 2024</b>
<b>Project title: (Portuguese and English)</b>  Tomografia Acústica considerando ondas elásticas e Ambientes de Alto Desempenho Computacional  Development of Numerical Techniques and Software for Inversion Problems with Seismic Processing Applications	
<b>Research theme area: (Portuguese and English)</b>  Desenvolvimento de Técnicas Numéricas e Software para Problemas Inversos com Aplicações em Processamento Sísmico  Development of Numerical Techniques and Software for Inversion Problems with Seismic Processing Applications	
<b>Abstract (Portuguese and English)</b>  Técnicas de tomografia acústica são muito utilizadas pela indústria de óleo e gás para detecção de poços de petróleo e gás entre outras aplicações. Essas técnicas se utilizam de ondas acústicas, elásticas ou eletromagnéticas. O problema resolvido na tomografia acústica é um problema inverso em que se pretende obter a imagem do subsolo mediante a informação das ondas refletidas. O objetivo deste projeto de pesquisa é desenvolver algoritmos baseados em elementos finitos para resolver com eficiência e precisão problemas diretos e inversos de tomografia acústica associados à propagação de ondas viscoelásticas em meios anisotrópicos (FWI) bidimensionais e tridimensionais para serem executados em arquiteturas de CPU e GPGPU. O algoritmo de elementos finitos utilizará o software spyro baseado na plataforma Firedrake. O problema de inversão sísmica (FWI) será implementado desenvolvendo algoritmos de otimização, automatizando o cálculo de gradientes.  Acoustic tomography techniques are widely used by the oil and gas industry to detect oil and gas wells, among other applications. These techniques use acoustic, elastic or electromagnetic waves. The problem solved in acoustic tomography is an inverse problem in which the intention	



is to obtain the image of the subsoil through the information of the reflected waves. The objective of this research project is to develop algorithms based on finite elements to efficiently and accurately solve direct and inverse acoustic tomography problems associated with the propagation of viscoelastic waves in two-dimensional and three-dimensional anisotropic (FWI) media to run on CPU and GPGPU architectures. The finite element algorithm will use Spyro software based on the Firedrake platform. The seismic inversion problem (FWI) will be implemented by developing optimization algorithms, automating the calculation of gradients.

**Description (Portuguese and English)**

O candidato contribuirá alinhado aos principais objetivos do projeto:

1. Desenvolver e validar algoritmos para modelagem de problemas diretos de propagação de ondas viscoelásticas em meios anisotrópicos bidimensionais e tridimensionais utilizando métodos de elementos finitos para serem executados em arquiteturas de CPU e GPGPU;
2. Desenvolver e validar algoritmo para resolução do problema inverso (FWI) utilizando algoritmos de otimização e o solucionador do problema direto do item 1, com o objetivo de gerar imagens de tomografias acústica;
3. Executar os algoritmos anteriores em arquiteturas de CPU e GPGPU;

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

1. Develop and validate algorithms for modeling direct viscoelastic wave propagation problems in two-dimensional and three-dimensional anisotropic media using finite element methods to be executed in CPU and GPGPU architectures;
2. Develop and validate an inverse problem solving (FWI) algorithm using optimization algorithms and the direct problem solver from item 1, with the aim of generating acoustic tomography images;
3. Run the previous algorithms on both CPU and GPGPU architectures;

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

Este projeto é adequado para um candidato altamente motivado e requer habilidades de programação em Matlab ou Python, conhecimento em simulação computacional e proficiência em inglês e disposição para atuar com problemas inversos. Experiência em Mecânica Computacional, Análise Transiente, Métodos de Elementos Finitos, problemas inversos, otimização, Análise de Algoritmos, geofísica, e técnicas de alto desempenho computacional não é exigida, porém será levado em conta na avaliação.

- O candidato pode ser especialista em nível de graduação ou mestrado em Engenharia, com as competências descritas acima. A posição é para programa de mestrado ou doutorado ou doutorado direto.

This project is suitable for a highly motivated candidate and requires programming skills in



## Research Centre for Greenhouse Gas Innovation

Matlab or Python, computer simulation knowledge and proficiency in English, and a willingness to work with inverse problems. Experience in Computational Mechanics, Transient Analysis, Finite Element Methods, inverse problems, optimization, Algorithm Analysis, geophysics, and high performance computational techniques are not mandatory, but will be taken into account in the evaluation.

- The candidate can be a specialist at the undergraduate or master's level in Engineering, with the skills described above. The position is for Master's or Doctoral or Direct Doctoral program..

**Funding Notes:** This fellowship is funded by FUSP. The fellowship will cover a standard maintenance stipends depending of the level of the position .

**Work place:** Polytechnic School of the University of São Paulo / Av. Prof. Mello Moraes 2231, São Paulo, SP

### Documents/Information to be Sent:

**Ref: 23MSc249**

1) Fill-in the application form: <https://www.rcgi.poli.usp.br/opportunities-aplication/>

**Deadline: May 31<sup>th</sup>, 2024**

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