



CONCURSO PÚBLICO
PROFESSOR ADJUNTO A EM MLOPS
INSTITUTO METROPOLE DIGITAL

MEMORIAL E PROJETO DE ATUAÇÃO PROFISSIONAL

ESDRAS CALEB OLIVEIRA SILVA

Apresentado para concurso público de títulos e provas para cargo de
Professor Adjunto junto ao Instituto Metropole Digital
Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Edital 069/2024-PROGESP

Resumo

Possuo Bacharelado em Engenharia de Telecomunicações e Mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal Fluminense. Atualmente, estou cursando o Doutorado em Ciência da Computação na Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Atuei como professor no programa PRONATEC e monitor da disciplina de Microprocessadores na Universidade Federal Fluminense. Desde a graduação, venho me dedicando ao desenvolvimento e implementação de sistemas, com destaque para minha atuação no Laboratório de Difração de Raios X da UFF (**LDRX**) durante uma bolsa do CNPq. Posteriormente, ampliei essa experiência em meu estágio na GO2WEB e no desenvolvimento de sistemas de ensino a distância na UFF, além de meu trabalho atual na SEDIS-UFRN. Essa trajetória também me proporcionou sólida expertise em extração e tratamento de dados.

Meu interesse em Inteligência Artificial começou na graduação, mas foi com o advento das LLMs que tive a oportunidade de trabalhar mais intensamente com essa tecnologia, utilizando modelos abertos como o LLaMA [Touvron et al. \(2023\)](#). Minha atuação acadêmica inclui prêmios por trabalhos em Televisão Digital, com menções honrosas e publicações em eventos relevantes.

Este memorial apresenta minha formação e trajetória profissional, incluindo reflexões sobre os fatores que me trouxeram até aqui, as lições aprendidas ao longo do caminho e minha motivação para retornar à carreira acadêmica. Além disso, o documento relata meus planos futuros para minha atuação no IMD e os projetos que pretendo desenvolver.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Influências durante a infância e a adolescência	1
1.2	A estrutura deste memorial	1
2	Formação Acadêmica na UFF	3
2.1	Graduação em Engenharia de Telecomunicação	3
2.1.1	Iniciação científica: Paleomagnetismo	4
2.1.2	Iniciação científica: Gravimetria e computação	5
2.2	York University	5
2.3	Observatório Nacional	6
2.3.1	Mestrado	8
2.3.2	Viagem para Trieste	9
2.3.3	Doutorado	9
2.4	Formação complementar em pedagogia	10
2.4.1	Software Carpentry	10
2.4.2	Pedagogia no ensino superior	11
3	Atuação Profissional	12
3.1	Universidade Federal Fluminense	13
3.2	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	14
3.3	University of Liverpool	15
3.4	Atuação na Comunidade Científica	16
3.4.1	Journal of Open Source Software	17
3.4.2	Software Underground	17
3.4.3	Software Sustainability Institute	18
3.4.4	EarthArXiv	18
3.4.5	pyOpenSci	18
4	Ciência Aberta	19
4.1	Introdução	20
4.2	Software livre	21
4.2.1	Tesseroids	22
4.2.2	Fatiando a Terra	23
4.2.3	Generic Mapping Tools	26
4.2.4	xlandsat	28
4.3	Recursos educacionais abertos	30
5	Atividades de Ensino, Mentoria e Extensão	32
5.1	Orientações	33
5.2	Cursos de curta duração	34
5.3	Disciplinas de graduação	36
5.4	Atividades de Extensão	39

6	Projeto de Atuação Profissional	40
7	Conclusão	41
	Referências Bibliográficas	42

Introdução

Informações para contato

- ✉ email: esdrascaleb@gmail.com
- ORCID: [0000-0001-5232-5067](https://orcid.org/0000-0001-5232-5067)
- 📄 Currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/5923627359710427>
- 👤 Página pessoal: <https://esdrascaleb.github.io/>

No decorrer da jornada acadêmica acumulamos não só bons amigos e um punhado de papéis (certificados e diplomas), mas acima de tudo conhecimento e experiência que estarão conosco independente do que aconteça.

Este trabalho tem por finalidade descrever minhas atividades acadêmicas e profissionais, como fins de curso para ingresso no corpo docente do Instituto Metrópole Digital. As atividades estão organizadas em tópicos, representando as fases da minha vida acadêmica e profissional, baseadas nos aspectos pessoais subjacentes.

1.1 Influências durante a infância e a adolescência

Nasci e cresci em uma cidade de médio porte chamada Governador Valadares, em Minas Gerais. Meus pais se formaram em Engenharia Elétrica e desde criança tive contato com um computador inicialmente no trabalho do meu pai e em seguida em casa. Apesar de não usa-lo para programar tive sempre curiosidade em melhorar ele como podia, adaptando softwares para funcionar em condições não ideais dada a limitação de hardware do meu dispositivo. Sempre fui fã de ficção científica e gostava de ler sobre as ultimas novidades tecnologicas na biblioteca, a escola assinava as revistas Galileu e Superinteressante que sempre traziam informações relevantes.

Quando tive acesso a internet me dediquei a aprender a utilizar os buscadores para encontrar a informação que eu gostava e me aprofundi em meus conhecimentos em implementação de sistemas instalando e configurando emuladores para diversas plataformas em meu computador.

Ao me mudar para o Rio de Janeiro tive aulas de programação na escola aprendendo Pascal e SQL. Até o vestibular tive muito interesse pela area de programação em especial para jogos chegando a fazer alguns projetos pequenos por conta própria e lendo sobre a área.

1.2 A estrutura deste memorial

Este memorial está estruturado da seguinte forma. O capítulo 2 apresenta minha experiencia na graduação e mestrado na UFF. O capítulo 3 apresenta minhas atividades profissionais durante a graduação e apos o mestrado. O capítulo ?? apresenta minha pesquisa atual e as razoes de voltar a academia com o doutorado. O capítulo 5 apresenta meus planos para o

IMD e o IA360. E por fim o capítulo 7 apresenta minhas considerações finais.

Formação Acadêmica na UFF





Resumo da Formação acadêmica na UFF

2005–2010	Bacharelado em Engenharia de Telecomunicações – Universidade Federal Fluminense
2011–2013	Mestrado em Ciencia da Computação – Universidade Federal Fluminense

Neste capítulo irei detalhar minha experiência acadêmica durante a graduação e mestrado. Minha atuação em pesquisa e extensão. Assim como os principais prêmios e publicações.

2.1 Graduação em Engenharia de Telecomunicação

Bacharelado em Geofísica

	Universidade de São Paulo
	Fevereiro 2004 – Novembro 2009
	Orientadora: Naomi Ussami
	Trabalho de conclusão: Cálculo do tensor gradiente gravimétrico utilizando tesseróides (https://doi.org/10.6084/m9.figshare.963547)

Ingressei no curso de Bacharelado em Geofísica da Universidade de São Paulo em 2004. Já no primeiro semestre, o curso desafiou diversos de meus preconceitos sobre os assuntos abordados. Uma das experiências mais marcantes foi a disciplina MAC0115 “Introdução à Computação para Ciências Exatas e Tecnologia”. Minha expectativa era aprender sobre funções avançadas de softwares como o Microsoft Office, talvez aprender sobre algum programa específico para a geofísica. Jamais havia imaginado que como parte do meu curso de Geofísica eu aprenderia como criar meus próprios programas, mas foi exatamente isso que aprendemos nessa disciplina que foi ministrada de maneira excepcional. Minha carreira com certeza teria tomado um rumo completamente diferente se minha primeira experiência com a programação não houvesse sido tão positiva. Aprendi os conceitos básicos da linguagem de programação C e, junto com meu amigo [Lucas Balancin](#), resolvi todos os exercícios fornecidos para estudo da disciplina. Porém, não alcancei um nível suficientemente avançado para enxergar aplicações imediatas da programação nas demais disciplinas do curso.

Busquei aprender mais sobre a programação através da disciplina optativa AGG0204 “Computação para Geofísicos”. Durante a disciplina, desenvolvi aplicações diretas da programação à geofísica como o cálculo do International Geomagnetic Reference Field (IGRF) a partir dos coeficientes de harmônicos esféricos. Essas aplicações me mostraram o enorme poder da programação no aprendizado de conceitos complexos da geofísica e da matemática. Ao criar uma implementação computacional de um método, fui levado a considerar

detalhes e a elaborar perguntas que me passariam despercebidas ao estudar somente pela teoria. Além disso, também fui capaz de explorar as possibilidades e os limites de uma teoria de forma dinâmica e independente.

Nos anos seguintes continuei a estudar programação por conta própria nas horas vagas e a aplicar à geofísica o que estava aprendendo. Apreendi como programar nas linguagens Java, C++ e Python (por recomendação do então aluno de mestrado [Fernando Paolo](#)). Implementei a Transformada Discreta de Fourier¹ para estudar para a disciplina AGG0330 “Processamento de Sinais Digitais”. Utilizei uma implementação do método *Ant Colony Optimization* ([Socha and Dorigo, 2008](#)), que fiz por curiosidade própria, para realizar uma inversão de velocidades de grupo de ondas Love² como meu projeto para a disciplina AGG0305 “Teoria de Ondas Sísmicas e Estrutura da Terra”. Cursei a disciplina optativa MAC0122 “Princípios de Desenvolvimento de Algoritmos” onde aprendi os conceitos de estruturas de dados e recursividade que possibilitaram alguns dos avanços que obtive em [Uieda et al. \(2016\)](#) (seção 4.2.1).

O curso também me forneceu treinamento excepcional em quase todos os métodos de geofísica. Tivemos experiências de campo e utilizamos uma ampla variedade de equipamentos geofísicos. A junção da base teórica sólida com essa experiência prática foi extremamente motivante para alunos como eu, que estavam indecisos sobre suas carreiras e sobre qual rumo seguir após a graduação.

Refletindo agora, quase 19 anos após ingressar na USP, percebo o quão sólida foi a base que adquiri durante a graduação. Utilizo os conceitos que aprendi nas disciplinas de computação, álgebra linear, física e métodos potenciais diariamente. Tendo passado por cinco outras instituições no Brasil e no exterior, reconheço o quão raro é um curso preparar tão bem seus alunos. Por isso, sou muito grato a todos os meus professores e ao país por me dar acesso a essa educação de forma gratuita (outra raridade, principalmente no exterior).

2.1.1 Iniciação científica: Paleomagnetismo

Durante meu segundo ano de graduação, iniciei um projeto de iniciação científica com o Professor Manoel Souza D’Agrella Filho. O objetivo do trabalho era obter um paleo-pólo geomagnético para um conjunto de diques de idade cambriana da região de Maravilhas, Paraíba. O projeto intitulado “Paleomagnetismo e mineralogia magnética dos diques cambrianos de Maravilhas e Prata (PB)” foi apoiado por uma bolsa da FAPESP³ por um ano. O trabalho incluiu uma expedição para amostrar novos diques na região de Monteiro, Paraíba, liderado pelo Professor Ricardo I. F. Trindade. Os resultados foram apresentados em um poster no XI Simpósio de Iniciação Científica do IAG/USP ([Uieda and D’Agrella-Filho, 2006](#)). Essa foi a primeira vez que participei de um projeto de pesquisa e apresentei um poster. Sou muito grato ao Manuel e ao Ricardo pela oportunidade de aprender mais sobre o paleomagnetismo e pelas experiências de laboratório e de campo. Percebi com esse projeto que, embora os resultados e sua interpretação tenham sido muito interessantes, a rotina de laboratório não era algo que eu conseguiria manter a longo prazo. Ao mesmo tempo, estava cada vez mais interessado na computação e modelagem numérica. Isso me levou a buscar outra área para continuar minha iniciação científica e trabalho de conclusão

¹Disponível em <https://github.com/leouieda/dft-in-c>

²Disponível em <https://github.com/leouieda/love-aco-inv>

³Mais informações em <https://bv.fapesp.br/pt/bolsas/73578/paleomagnetismo-e-mineralogia-magnetica-dos-diques-cambrianos-de-maravilhas-e-prata-pb>

de curso. Mesmo assim, o paleomagnetismo ainda é um assunto que me interessa muito. Tanto que, 16 anos depois dessa primeira iniciação científica, estou retornando ao assunto com uma nova linha de pesquisa em microscopia magnética em colaboração com o Ricardo (seção ??).

2.1.2 Iniciação científica: Gravimetria e computação

No final de 2007, durante meu terceiro ano de graduação, me juntei ao grupo da Professora Naomi Ussami para trabalhar em um projeto que abordava os temas que mais me interessavam naquele momento: computação, modelagem numérica e gravimetria. O projeto intitulado “Modelagem gravimétrica de corpos tesseroidais” foi executado com uma bolsa da SBGf⁴ e em colaboração com a Professora Carla Braitenberg da , Itália. Nosso objetivo era desenvolver um software que pudesse calcular campos gravitacionais causado por segmentos de uma esfera (*tesseroides*). Esse programa seria utilizado para trabalhar com dados da futura missão de satélite [GOCE](#), tanto na fase inicial de avaliação de sua sensibilidade a diferentes estruturas geológicas quanto na fase de processamento e modelagem dos dados obtidos. Durante as fases iniciais desse projeto, contei com o auxílio da Dra. Franziska Wild-Pfeiffer, cujo artigo ([Wild-Pfeiffer, 2008](#)) eu estava tentando reproduzir. Apresentei meus resultados iniciais no XIII Simpósio de Iniciação Científica do IAG/USP ([Uieda and Ussami, 2008](#)). No final de 2009, concluí o Bacharelado defendendo o trabalho de conclusão de curso intitulado “Cálculo do tensor gradiente gravimétrico utilizando tesseroides”⁵.

Este trabalho marcou a primeira versão do software Tesseroids (seção 4.2.1), desenvolvido inicialmente na linguagem Python, e o início de uma linha de pesquisa que abrangeu minha pós-graduação e primeira coorientação de um aluno de Doutorado (seção ??).

2.2 York University

✈ Intercâmbio internacional

🏛 York University, Canadá

📅 Agosto 2008 – Maio 2009

Tive a vontade de fazer um intercâmbio no exterior desde o início do curso de graduação. Rotineiramente vasculhava as diversas oportunidades divulgadas pela universidade por uma que oferecesse cursos de Ciências da Terra. Uma das primeiras que encontrei foi a [York University](#), Canadá, cujo curso de Ciências da Terra oferecia diversas disciplinas que complementariam minha formação na USP, principalmente na área de geodésia. Me inscrevi no processo seletivo interno da USP para concorrer a uma única vaga que estava sendo ofertada para alunos de todos os cursos da universidade. Felizmente fui selecionado e me mudei para Toronto, Canadá, em Agosto de 2008.

Tive uma surpresa ao chegar na York e me apresentar na secretaria de graduação: o curso de Ciências da Terra havia sido descontinuado no ano anterior por causa do baixo número de alunos inscritos. Aparentemente, a página online do curso não havia sido atualizada e por isso eu baseei meu plano de estudos para o ano em curso inexistente. Por sorte,

⁴Mais informações em https://sbgf.org.br/programa_ic

⁵Disponível em <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.963547>

a maioria das disciplinas que eu havia escolhido cursar ainda seriam oferecidas como parte de outros cursos. Os meus estudos acabaram não sendo tão afetados mas minha experiência não foi como eu esperava por não ter uma turma de alunos de geociências cursando as mesmas disciplinas, como era o caso na USP.


Durante minha estadia na York, aprendi sobre sistemas geográficos de coordenadas, posicionamento, ajustes de redes geodésicas, geodésia física e levantamentos gravimétricos de alta precisão. Um destaque dessa experiência foram as aulas do Professor [Spiros Pagiatakis](#). Suas aulas de geodésia e matemática forneceram a clareza que me faltava nos conceitos de anomalias da gravidade e a solução prática de problemas inversos em geofísica. Observando outros alunos presentes na disciplina, considero que somente pude aproveitar plenamente essas aulas graças à base sólida que tinha obtido em outras disciplinas da USP.

Meu tempo em Toronto foi excelente para meu crescimento pessoal, cultural e acadêmico. Fiz amizade com pessoas de todos os cantos do planeta (Europeus, Asiáticos, Canadenses) com os quais mantenho contato até hoje. O conhecimento que adquiri nas disciplinas me possibilitaram começar a trabalhar diretamente no meu projeto de Mestrado pois já possuía grande parte da base teórica e experiência prática computacional necessária. Por isso, fui capaz de desenvolver um método novo em pouco tempo.


2.3 Observatório Nacional

Mestrado em Geofísica

 Observatório Nacional

 Fevereiro de 2010 – Outubro de 2011

 Orientadora: Valéria C. F. Barbosa


 Dissertação: Robust 3D gravity gradient inversion by planting anomalous densities (<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16882300>)

Doutorado em Geofísica

 Observatório Nacional

 Novembro de 2011 – Abril de 2016

 Orientadora: Valéria C. F. Barbosa

 Tese Modelagem direta e inversão de campos gravitacionais em coordenadas esféricas (<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16883689>)

 Ganhador do Prêmio SBGf de Melhor Tese de Doutorado (2015–2017)⁶

Minha ida para o Canadá durante a graduação fez com que eu atrasasse minha formatura em um ano. Ao retornar, comecei a explorar as opções do que fazer após terminar a graduação. Após conversar com meus amigos que já estavam formados e trabalhando em empresas voltadas à indústria do petróleo no Rio de Janeiro, cheguei à conclusão de que ainda gostaria de continuar meus estudos e expandir minhas atividades de pesquisa. Minha experiência no Canadá me mostrou o quão benéfico é a exposição a uma diversidade

⁶Mais informações em <https://sbgf.org.br/premiacoes>

de formas de pensamento que se obtém em diferentes instituições. Por isso, após cinco anos na USP, decidi que estava na hora de buscar uma pós-graduação em outra instituição no Brasil.

O Observatório Nacional (ON) já havia despertado meu interesse após uma visita que fizemos à instituição em 2007 durante uma viagem de nossa turma de graduação para participar do Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica. Além disso, meu amigo e colega de turma [Vanderlei C. Oliveira Jr.](#) já havia se formado e estava cursando o Mestrado em Geofísica do Observatório Nacional (ON) sob supervisão da Professora [Valéria C. F. Barbosa](#). Após uma visita ao Rio de Janeiro em 2009, o Vanderlei me convenceu (sem muito esforço) a me inscrever no Mestrado do ON ao terminar a graduação na USP. Ele também convenceu a Valéria a me orientar, o que considero ser um dos maiores favores que um amigo jamais me fez. Sou eternamente grato ao Vanderlei pela recomendação e à Valéria por aceitar me orientar.

O ambiente da pós-graduação do ON era extremamente produtivo e estimulante. As salas misturavam alunos dos diversos grupos de pesquisa da astronomia e geofísica, facilitando o intercâmbio de ideias entre os alunos. Por exemplo, aprendi muito sobre o processamento de dados sísmicos e de GPR ajudando meu amigo e colega de sala [Saulo Siqueira Martins](#) (atualmente Professor de Geofísica da Universidade Federal do Pará) a utilizar o software [Madagascar](#). Esse conhecimento foi extremamente útil nas minhas atividades de ensino na (capítulo 5).

A pós-graduação também me forneceu diversas oportunidades de frequentar congressos internacionais com financiamento da CAPES e de projetos da Valéria. Essas participações me ajudaram a estabelecer contatos e criar uma rede de apoio e colaboração internacional. Por exemplo, os contatos que fiz no congresso [Scipy](#) de 2013 e 2014 levaram a minha participação na diretoria do [Software Underground](#), a organização de seções em congressos e colaborações com os desenvolvedores do software [SimPEG](#). O incentivo e a liberdade de escolher meus temas de pesquisa dados pela Valéria sempre me motivaram a dar o melhor de mim. Não exagero quando afirmo que conhecer a Valéria foi o acontecimento mais influente na minha carreira.

Durante a pós-graduação, continuei a perseguir meu interesse na programação, no software livre e na ciência aberta. Aprendi como usar o sistema de controle de versão [git](#) e a plataforma [GitHub](#) e como criar páginas da internet com HTML e CSS. Continuei o desenvolvimento do software [Tesseroids](#) e criei o projeto [Fatiando a Terra](#) (seção 4.2.2) junto com alguns colegas da graduação, incluindo o Vanderlei. O investimento inicial que fiz na qualidade do código do Fatiando me permitiu terminar meu projeto de Mestrado em apenas 18 meses, concluir minha tese de Doutorado enquanto já trabalhava como Professor Assistente na UERJ (seção 3.1) e elaborar aulas interativas sobre geofísica para meus alunos de geologia.

Em meados de 2013, eu, o Vanderlei e a Valéria iniciamos o grupo de [Problemas Inversos em Geofísica](#) (PINGA). A conta do grupo no [GitHub](#)⁷ agrega os repositórios com o código fonte para reproduzir as publicações do grupo. O grupo também conta com uma página na internet⁸, feita em grande parte por mim⁹, onde divulgamos as teses, artigos, projetos e

⁷Disponível em <https://github.com/pinga-lab>

⁸Página do grupo PINGA: <https://www.pinga-lab.org>

⁹Sou o maior contribuidor em termos de linhas de código geradas: <https://github.com/pinga-lab/website/graphs/contributors>.

integrantes do grupo.

2.3.1 Mestrado

Meu projeto de mestrado era adaptar o método desenvolvido pela Valéria e seu ex-aluno [Fernando Silva Dias \(Silva Dias et al., 2009\)](#) para inverter dados de gradiente da gravidade. Na época, esse tipo de dado estava começando a ser utilizado na área de recursos minerais mas ainda havia uma falta de métodos de inversão 3D para sua interpretação. O projeto estava atrelado ao projeto de Doutorado do aluno [Dionisio Uendro Carlos](#), que iria utilizar o método desenvolvido por mim para interpretar dados fornecidos pela empresa [Vale](#).

A abordagem que eu preferia (e prefiro até hoje) para compreender um assunto novo é fazer por conta própria a implementação computacional de todos os conceitos básicos e reproduzir resultados existentes. Logo, comecei meu Mestrado implementando novamente as rotinas básicas necessárias para realizar a inversão: o método de modelagem direta de [Nagy et al. \(2000\)](#), a geração de dados sintéticos, a solução de problemas inversos lineares com regularização e a visualização em 3D dos modelos. Esse código formou a base do projeto [Fatiando a Terra](#) e ainda sobrevive em partes de sua encarnação atual (seção 4.2.2). Minha vontade era encontrar uma abordagem nova, ao invés de simplesmente seguir o que já havia sido feito em [Silva Dias et al. \(2009\)](#). Sendo uma orientadora consciente, a Valéria corretamente me deu somente até o final de meu primeiro ano para explorar diferentes opções. Caso não fosse capaz de desenvolver um método novo, combinamos que eu faria o projeto inicialmente proposto. Tendo esse prazo em mente, trabalhei incessantemente durante o ano de 2010 para desenvolver uma abordagem nova de inversão.

Minha grande descoberta veio quando me deparei com o trabalho de [René \(1986\)](#). Este trabalho relativamente desconhecido propôs um método de inversão 2D de dados de gravidade pouco convencional. Seu método adiciona elementos iterativamente à solução em torno de “sementes” e evita a solução de sistemas lineares, um dos grandes empecilhos computacionais para a inversão 3D. Porém, esse trabalho não explorou completamente as vantagens que o conceito de construir a solução iterativamente possibilitava. Baseado nas ideias de [René \(1986\)](#), criei um método capaz de inverter de maneira conjunta dados de gravimetria tradicional e gradiometria gravimétrica em três dimensões. Adicionei diversas inovações ao método para torná-lo viável a modelos da ordem de milhões de elementos e melhor controlar a forma do modelo final. Essas inovações são resultado direto do meu interesse pela computação, podendo ser rastreadas às disciplinas que cursei ainda na graduação. O resultado foi publicado em meu primeiro artigo ([Uieda and Barbosa, 2012](#)), que formou minha dissertação e foi apresentado nos congressos internacionais da Society of Exploration Geophysicists, European Association of Geoscientists and Engineers, e Sociedade Brasileira de Geofísica (seção ??). Esse artigo também foi meu primeiro experimento em ciência aberta. Todo o código para produzir os resultados e figuras do artigo foi publicado em um repositório do GitHub¹⁰ e o material suplementar foi publicado no [figshare](#)¹¹.

Terminei meu mestrado em Outubro de 2011 (quatro meses adiantado) e ingressei no Doutorado em Geofísica do Observatório Nacional, ainda sob supervisão da Valéria, logo em seguida.

¹⁰Disponível em <https://github.com/pinga-lab/paper-planting-densities>

¹¹Disponíveis em <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.91574> e <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.91469>

2.3.2 Viagem para Trieste

Em 2011, ainda no Mestrado, fui convidado pela Professora Carla Braitenberg para passar um mês na Itália, para continuar o desenvolvimento do software Tesseroids. Passei Fevereiro de 2011 trabalhando com ela em uma nova versão do software escrito em linguagem C. Na época, produzir um software numérico em Python que pudesse alcançar a performance de programas escritos em C não era uma tarefa fácil. Por isso, decidimos que a melhor alternativa seria reescrever o software em C. Essa nova versão mais eficiente do programa seria necessária para o processamento de dados do satélite GOCE que o grupo de Trieste almejava fazer. Durante minha estadia em Trieste, reescrevi o software na linguagem C, criei uma página para a documentação¹² e desenvolvi um algoritmo de discretização adaptativa para combater o problema de estabilidade numérica do método¹³.

2.3.3 Doutorado

Meu projeto de Doutorado era desenvolver métodos para inversão de dados de gravidade 3D em uma aproximação esférica da Terra, combinando assim os temas do meu trabalho de conclusão de curso de graduação e dissertação de Mestrado. A aproximação esférica é necessária para a modelagem em escala continental e global. Também decidimos que o desenvolvimento dos softwares Tesseroids e Fatiando a Terra seriam parte dos objetivos principais da tese. Esses programas seriam os principais “produtos” gerados pelo meu Doutorado para a comunidade científica.

Os dois primeiros anos do meu Doutorado foram dedicados ao desenvolvimento dos programas e à colaborações com outros membros do recém-formado PINGA. Participei da concepção, execução e escrita dos trabalhos Oliveira Jr. et al. (2013), Melo et al. (2013), Carlos et al. (2014), Oliveira Jr. et al. (2015) e Carlos et al. (2016). Expandi a gama de funções disponíveis no Fatiando a Terra¹⁴ e apresentei meus trabalhos em diversos congressos internacionais.

No final de 2013, me inscrevi e fui aprovado no concurso público para a vaga de Professor Assistente no Departamento de Geologia Aplicada da UERJ. Entre 2014 e 2016, exerci minhas tarefas de docente da UERJ enquanto terminava os trabalhos Uieda et al. (2016) e Uieda and Barbosa (2017). Esses dois anos foram muito desafiadores, principalmente no período de adaptação ao meu novo cargo de Professor. Graças ao investimento que havia feito no Fatiando a Terra nos quatro anos anteriores, fui capaz de desenvolver, aplicar e publicar o método descrito em Uieda and Barbosa (2017) durante o pouco tempo vago que tive em 2015 e 2016¹⁵. Em Abril de 2016, defendi minha tese de Doutorado intitulada “Modelagem direta e inversão de campos gravitacionais em coordenadas esféricas”, composta pelos trabalhos Uieda et al. (2013), Uieda et al. (2016) e Uieda and Barbosa (2017). Fui ganhador do Prêmio SBGf de Melhor Tese de Doutorado (2015–2017)¹⁶ e esses três artigos estão entre meus trabalhos com maior número de citações¹⁷.

¹²Disponível em <https://tesseroids.leouieda.com>

¹³O commit 0af974f introduziu a discretização adaptativa de tesseroides em 11 de Fevereiro de 2011: <https://github.com/leouieda/tesseroids/commit/0af974f26a15f98f1072ccc6c4ebf29588863f51>

¹⁴Ver lista de mudanças nas versões v0.1 e v0.2 em <https://legacy.fatiando.org/changelog.html>

¹⁵O primeiro commit do repositório do GitHub do artigo é de Março de 2015: <https://github.com/pinga-lab/paper-moho-inversion-tesseroids/commit/edd0e33a200bd1946be0020a38d1d362d93f2c36>

¹⁶Mais informações em <https://sbgf.org.br/premiacoes>

¹⁷Segundo o Google Scholar em 27/12/2022: <https://scholar.google.com/citations?user=qfmPrUEAAAAJ&hl=en>


2.4 Formação complementar em pedagogia


Minha formação no Bacharelado, Mestrado e Doutorado me prepararam bem para uma carreira de pesquisa. Porém, senti que ainda havia lacunas no meu treinamento, principalmente na área de ensino. Busquei preencher essas lacunas através dos cursos complementares em técnicas práticas de ensino e teoria pedagógica descritos abaixo.

2.4.1 Software Carpentry

The Carpentries Instructor Training

The Carpentries

 9–10 de Julho de 2018

 Habilitação para organizar e ministrar os cursos *Software Carpentry*, *Data Carpentry* e *Library Carpentry*, incluindo treinamento em pedagogia e práticas de ensino de programação e ciência de dados

Me deparei com o [Software Carpentry](#) em 2008 durante meu intercâmbio na York University. Na época, a organização consistia de uma página na internet com informações para treinamento de cientistas em técnicas de engenharia de software¹⁸. Esse material abriu meus olhos para o mundo da engenharia de software que ia muito além das disciplinas de programação que cursei na USP durante minha graduação. Passei grande parte do meu tempo livre durante os meses de inverno no Canadá imerso no Software Carpentry, aprendendo sobre o sistema de controle de versão [subversion](#) (precursor do [git](#)), testes unitários, programação defensiva, automatização com o [GNU Make](#), expressões regulares, programação em [bash](#), entre outros. Busquei aplicar esses conceitos novos imediatamente, tanto para as tarefas das disciplinas que estava cursando quanto para meu trabalho de conclusão de curso e para o programa Tesseract. Utilizo todas as lições que aprendi com o Software Carpentry diariamente na minha pesquisa, ensino e até mesmo para escrever esse memorial (que está armazenado em um repositório privado no GitHub e utiliza o Make para compilação do código \LaTeX).

Atualmente, o Software Carpentry é parte da organização sem fins lucrativos [The Carpentries](#), que promove internacionalmente cursos de curta duração em engenharia de software para cientistas. Os cursos são ministrados, e frequentemente organizados, voluntariamente por instrutores credenciados. Em 2018, realizei o curso de habilitação de instrutores do The Carpentries e me tornei um instrutor credenciado¹⁹. O curso cobre técnicas para ensino de programação baseadas em evidências da literatura pedagógica (resumidas em [Brown and Wilson, 2018](#)). A habilitação me permite organizar e ministrar cursos oficiais do The Carpentries.

Utilizo as técnicas aprendidas tanto em minhas aulas de programação em Python como nas aulas de geofísica que possuem uma componente computacional (capítulo 5), que são a grande maioria das aulas que dou atualmente. A experiência que tive com o uso eficaz de tecnologias para ensino virtual que foram utilizadas nas etapas finais do curso (Zoom,

¹⁸Infelizmente, a versão do material de 2008 só está disponível no repositório <https://github.com/swcarpentry/v3>

¹⁹Mais informações em <https://carpentries.org/instructors/#leouieda>


Google Docs, etc.) foram extremamente valiosas durante a transição para o ensino online causada pela pandemia de COVID em 2020 e 2021.

2.4.2 Pedagogia no ensino superior

Postgraduate Certificate in Academic Practice

 Universidade de Liverpool

 Novembro de 2020 – Maio de 2022

 Curso de pós-graduação em pedagogia no ensino superior que me confere o título de *Fellow of the Higher Education Academy* (número de referência PR242069)

Durante meu segundo ano em Liverpool, realizei o curso de pós-graduação Postgraduate Certificate in Academic Practice (PGCAP) oferecido pela Faculty of Humanities and Social Sciences da universidade. A conclusão do PGCAP em 2022 me conferiu o título de *Fellow of the Higher Education Academy*²⁰, que é necessário para progressão na carreira acadêmica nas instituições da Inglaterra. O curso foi dividido em duas partes: a primeira composta de aulas sobre teoria pedagógica aplicada ao ensino superior e a segunda composta de um projeto de pesquisa ou revisão em pedagogia.

Meu projeto para a segunda parte do curso foi uma revisão bibliográfica sobre a técnica de observação por pares aplicada ao ensino superior (Cosh, 1998; Fletcher, 2018; O’Keeffe et al., 2021). Observação por pares se refere a diversas técnicas que envolvem professores assistirem e revisarem aulas de outros professores. Resolvi abordar esse tema após realizar uma sessão de observação por pares durante a primeira parte do curso. De todas as atividades que fizemos no PGCAP, essa foi a que mais me beneficiou e me pareceu ter o maior potencial para difundir boas práticas pedagógicas entre os professores. Minha revisão bibliográfica e demais reflexões e notas do curso estão disponíveis em <https://www.leouieda.com/pgcap>.

²⁰Mais informações em <https://www.advance-he.ac.uk/fellowship/fellowship>

Atuação Profissional



Figura 3.1: Foto de uma apresentação que fiz para o *Geographic Data Science Lab* da Universidade de Liverpool em Março de 2020. O propósito da palestra foi me apresentar para o grupo pouco após minha chegada em Liverpool e tentar estabelecer temas para colaborações futuras.

Resumo da atuação profissional

2014–2018	Professor Assistente –
2017–2019	Pesquisador Visitante – , E.U.A.
2019–2022	Topic Editor [†] – Journal of Open Source Software (voluntário)
2019–2022	Advisory Council Member [†] – EarthArXiv
2019–atual	Lecturer (<i>Professor Doutor</i>) – University of Liverpool, Reino Unido
2020–atual	Fellow [†] – Software Sustainability Institute
2022–atual	Board Member [†] – Software Underground
2022–atual	Advisory Committee Member [†] – pyOpenSci

[†]Posição não remunerada

Este capítulo relata minha atuação profissional, tanto como funcionário em instituições de ensino superior, quanto como voluntário em posições de liderança em organizações sem fins lucrativos que servem a comunidade científica. Os relatos abaixo se referem somente à atividades institucionais e experiências pessoais. Minhas linhas de pesquisa (incluindo a orientação de alunos) e atividades de ensino e extensão serão discutidas nos capítulos ??, 5, respectivamente.

3.1 Universidade Federal Fluminense

🏛️ Vínculo institucional	
👤	Professor Assistente
📍	Departamento de Geologia Aplicada – Faculdade de Geologia
📅	Fevereiro 2014 – Janeiro 2018 ¹
🏆	Paraninfo da turma de formandos da Geologia (ano de ingresso 2012)
☰ Atividades institucionais	
2014–2017	Coordenador: Laboratório de Geofísica de Exploração (LAGEX)
2014–2017	Coordenador: Projeto Qualitec para contratação de um bolsista de nível superior para atuar no LAGEX
2015–2017	<i>Faculty Advisor</i> : Capítulo Estudantil da Society of Exploration Geophysicists (UERJ Geophysical Society)
2015	Representante docente titular da sub-comissão eleitoral da Faculdade de Geologia

No final de 2013, durante meu segundo ano do Doutorado, surgiu a oportunidade de prestar o concurso público para cargo de Professor Assistente na . Somente era necessário o título de Mestre e o concurso era para a área de Geofísica. Por recomendação da minha orientadora Valéria C. F. Barbosa, decidi prestar o concurso pois seria uma excelente oportunidade para iniciar uma carreira acadêmica antes mesmo de terminar meu Doutorado. Felizmente, fui aprovado em primeiro lugar no concurso e tomei posse do cargo de Professor Assistente na UERJ em Fevereiro de 2014. De início, assumi a posição de coordenador do Laboratório de Geofísica de Exploração (LAGEX) e fui responsável por duas novas disciplinas de geofísica do Bacharelado em Geologia e outras disciplinas do Bacharelado em Oceanografia (seção 5.3).

Na coordenação do LAGEX, liderei nossa aplicação para uma chamada de projetos interna da UERJ (QUALITEC) que forneceria financiamento para a contratação de um bolsista de nível superior por quatro anos. Nossa aplicação foi bem sucedida e no final de 2014 nomeei o [Victor Thadeu Xavier de Almeida](#) para assumir a bolsa. O Victor era responsável por manter os computadores GNU/Linux do LAGEX, por auxiliar no ensino de disciplinas de graduação que utilizavam o laboratório e também por contribuir com o desenvolvimento do Fatiando a Terra. Ter o Victor no LAGEX durante minha estadia foi excelente e elevou minhas contribuições de ensino, pesquisa e desenvolvimento do Fatiando.

Ainda em 2014, trabalhei com os alunos [Caroline Adolphsson Nascimento](#) e [Gustavo do Couto Ramos Pereira](#) para fundar um capítulo estudantil da [Society of Exploration Geophysicists](#) (SEG) na UERJ. Os capítulos da SEG proporcionam diversas oportunidades de desenvolvimento profissional para os alunos através do financiamento de sua participação no congresso anual nos E.U.A., campeonatos regionais e ciclos de palestras internacionais. O capítulo, denominado “State University of Rio De Janeiro Geophysical Society” foi fundado

¹Afastado entre Fevereiro de 2017 e Janeiro de 2018 para trabalhar na

oficialmente em Janeiro de 2015 e ainda encontra-se em operação².




Após terminar meu doutorado em 2016, comecei a cogitar pedir um afastamento de um ano para fazer um pós-doutorado fora do país. Isso foi motivado em partes pelo meu cansaço após dois intensos anos trabalhando em período integral enquanto terminava o Doutorado, mas também em parte porque minha parceira (e atual esposa) [Ana Caroline Colombo](#) iria passar um ano na [Stony Brook University](#) nos Estados Unidos como parte de seu doutorado. A oportunidade de continuarmos no mesmo país surgiu na forma do cargo de Pesquisador Visitante na [aa](#) para trabalhar com o [Generic Mapping Tools](#) (GMT), um dos projetos de software livre de maior impacto na geofísica. Essa oportunidade era muito boa para ser passada e então pedi meu afastamento da UERJ por um ano a partir de Fevereiro de 2017.

Uma escolha muito mais desafiadora se apresentou em Janeiro de 2018 quando meu afastamento chegaria ao fim. Meu envolvimento no GMT estava sendo proveitoso e havia financiamento para me manter no cargo por mais um ano e meio, com a possibilidade de conseguirmos mais recursos no futuro. Ao mesmo tempo, as condições financeiras e sociais no Brasil continuaram a piorar, principalmente no Rio de Janeiro. A UERJ se encontrava em grave situação financeira, causando o atraso no pagamento dos servidores. A escolha entre a certeza do meu cargo na UERJ e a incerteza de uma posição temporária nos Estados Unidos não foi fácil. Por fim, decidi que a melhor escolha para mim e para minha família naquela fase da nossa vida seria tentar a sorte no exterior e pedir exoneração do cargo da UERJ.

Minha experiência na UERJ foi positiva e muito educativa. Avancei minhas linhas de pesquisa e fiz amizades com outros professores e servidores da Faculdade de Geologia. Também foi na UERJ que eu tive confirmação de que é na interação com os alunos, tanto no papel de professor quanto de mentor, onde encontro a maior satisfação profissional. Meus esforços foram reconhecidos pelos alunos pois tive a honra de ser escolhido como paraninfo da turma de formandos da Geologia em 2016 (ano de ingresso 2012), que foi a primeira turma a qual dei aulas de geofísica.

3.2 Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Vínculo institucional

-  Pesquisador Visitante
-  Department of Earth Sciences – School of Ocean and Earth Science and Technology
-  Fevereiro 2017 – Agosto 2019

Comecei a contemplar a possibilidade de fazer um pós-doutorado no exterior após defender minha tese de doutorado em meados de 2016. Na busca por oportunidades de financiamento, me inscrevi em todas as listas de email e classificados que pude encontrar³. Foi assim que me deparei com um email do Professor [Paul Wessel](#) divulgando uma posição para desenvolver uma ponte entre o software [Generic Mapping Tools](#) (GMT) e a linguagem

²Segundo <https://seg.org/Education/Student/Student-Chapter-Details/student-chapter-listing-details/scID/000000440245> (acessado em 03/01/2023)

³Até escrevi um artigo no meu blog com uma lista desses recursos: <https://www.leouieda.com/blog/job-sites.html>

de programação Python. Tanto o Paul quanto o GMT são mundialmente famosos e o meu perfil se encaixava perfeitamente na descrição das qualificações necessárias para a vaga. Após uma entrevista por vídeo conferência com o Paul e os outros desenvolvedores do GMT, fui informado de que havia sido selecionado para a vaga. Em Fevereiro de 2017 me mudei do Rio de Janeiro para Honolulu, E.U.A., para começar essa nova etapa.

Conhecer e trabalhar com o Paul foi o destaque da minha estadia na (UH). Aprendi muito com ele, não somente sobre desenvolvimento de software mas sobre como o sistema acadêmico americano funciona, como escrever projetos para agências de fomento, como ser um líder que eleva as pessoas ao meu redor e como ser humilde e reconhecer todos os fatores externos que possibilitaram meu sucesso. O jeito descontraído, bem humorado e energético do Paul é contagiante. Sua paixão e brilhantes contribuições para a ciência são fruto de uma vida fazendo exatamente o que mais gosta.

Minha experiência na UH foi diversa, incluindo participações em congressos e até uma experiência de três dias no navio científico [R/V Kilo Moana](#). Criei uma rede de colaboradores nos E.U.A. através do Paul, principalmente com o grupo do Professor [David Sandwell](#) do Scripps Institution of Oceanography. Esse grupo desenvolve o software [GMTSAR](#) para processamento de dados de Synthetic Aperture Radar (SAR) e a geração de interferogramas com a técnica InSAR. Íamos ao Scripps anualmente para trabalhar com o grupo no software e ajudar a ministrar o curso de GMT e GMTSAR que era promovido pela organização [UNAVCO](#) (seção 5.2). Minhas contribuições para o GMT serão discutidas mais adiante na seção 4.2.3.

O tempo que passei em Honolulu foi inesquecível. Porém, quando comecei a avaliar as opções para permanecer a longo prazo na UH ou outra instituição do país, percebi que a carreira acadêmica nos E.U.A. era excessivamente estressante e incerta. Como eu e minha esposa sentíamos que ainda não estávamos prontos para retornar ao Brasil, retomei minha busca por oportunidades de emprego no exterior que possibilitassem um balanço melhor entre a vida pessoal e profissional. Foi assim que encontrei um anúncio para uma vaga na área de geofísica na University of Liverpool no Reino Unido.

3.3 University of Liverpool

🏛️ Vínculo institucional	
👤	Lecturer (<i>equivalente a Professor Doutor</i>)
📍	Department of Earth, Ocean and Ecological Sciences – School of Environmental Sciences
📅	Agosto 2019 – Presente
☰ Atividades institucionais	
2020–2022	Comissão para avaliação do website do departamento
2020–atual	Early Career Academic (ECA) Representative – Earth Sciences
2022–atual	Coordenador de curso: Bacharelado em Geofísica e Mestrado em Geologia e Geofísica

Com meu financiamento para me manter nos E.U.A. chegando ao fim e um desejo de

continuar no exterior por mais tempo, retomei minha busca por novas oportunidades de pós-doutorado ou uma posição permanente. No final de 2018 encontrei a chamada para uma vaga na University of Liverpool de Lecturer (que no Reino Unido é equivalente a Professor Doutor) na área de geofísica. Descobri que o curso de geofísica de Liverpool possui uma longa tradição e que diversos membros do departamento possuem ligações com o Brasil na área de oceanografia geológica, geomagnetismo e paleomagnetismo. Por conta desses fatores positivos, apliquei para a vaga e fui chamado para uma entrevista no início de 2019. Durante minha primeira viagem a Liverpool, pude confirmar que o departamento era acolhedor e agradável de se trabalhar. Mesmo com o *jet lag* severo por conta da diferença de 10 horas entre Honolulu e Liverpool, fui bem sucedido no processo seletivo e dei início ao meu cargo de Lecturer em Agosto de 2019.

Ao chegar em Liverpool, fundei o grupo de pesquisa [Computer-Oriented Geoscience Lab](#) (CompGeoLab) com meu então aluno de doutorado [Santiago R. Soler](#) e comecei a buscar outros alunos para se juntarem ao grupo (mais informações sobre orientações na seção 5.1). Ministrei um total de sete disciplinas de graduação, incluindo trabalho de campo de geofísica, programação em Python, sensoriamento remoto e geodinâmica (seção 5.3). Assumi o cargo de representante de acadêmicos em início de carreira (*Early Career Academic Representative*), ou seja, servidores no nível de Lecturer. Minha responsabilidades incluem a organização eventos para desenvolvimento profissional, eventos sociais entre departamentos, mentoria de novos Lecturers e representação da categoria em comissões administrativas da universidade. Entre 2020 e 2022, participei de uma comissão interna do departamento para avaliar, organizar e atualizar nossa página na internet⁴. Em 2022, assumi o cargo de coordenador dos cursos de Bacharelado em Geofísica e Mestrado em Geologia e Geofísica.

Como coordenador, sou responsável por recrutar alunos, alocar professores para as disciplinas, revisar a estrutura do curso, revisar outros cursos da School of Environmental Sciences, organizar atividades para os calouros, dar apoio aos alunos e lidar com casos administrativos como transferências de curso, trancamento, etc. Atualmente, eu e o coordenador dos cursos de geologia estamos reformulando a estrutura dos cursos para modernizá-los e possibilitar mais integração entre as áreas. Além disso, estamos criando uma nova especialização em geofísica para o Bacharelado em Física. O que mais senti falta durante os dois anos e meio que passei em Honolulu era o contato direto com os alunos. Estar novamente em uma posição que me permite ensinar e atuar como mentor é muito gratificante. Por isso, eu almejava assumir a posição de coordenador do curso em algum ponto para ter uma visão mais geral de como os cursos são gerenciados pela universidade. Não esperava que a oportunidade viesse tão cedo (somente por conta de problemas de saúde do coordenador anterior) mas fiquei contente em assumir a responsabilidade e poder ter um impacto positivo no curso.

3.4 Atuação na Comunidade Científica

☰ Resumo das atividades

⁴Disponível em <https://www.liverpool.ac.uk/earth-ocean-and-ecological-sciences/>

2019–2022	Topic Editor – Journal of Open Source Software (ISSN 2475-9066)
2019–2022	Advisory Council Member – EarthArXiv
2020–atual	Fellow – Software Sustainability Institute
2022–atual	Board Member – Software Underground
2022–atual	Advisory Committee Member – pyOpenSci

Além dos vínculos institucionais acima descritos, tenho uma participação extensa na comunidade científica, principalmente na interseção entre geociências, infraestrutura digital da ciência (e.g., software livre científico) e ciência aberta. Fui membro da banca de trabalhos de conclusão de Doutorado e Mestrado da Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (aluno Peter Haas), University of Liverpool (aluna Yael Annemiek Engbers) .

3.4.1 Journal of Open Source Software

Em 2019 fui convidado a me juntar ao corpo editorial do [Journal of Open Source Software](#) (JOSS)⁵ como Topic Editor na área de geociências. O JOSS é um periódico que é operado no modelo [diamond open access](#) onde a publicação é gratuita, os autores retem seus direitos autorais e os artigos são disponibilizados gratuitamente com uma licença [Creative Commons Attribution](#) (CC-BY). Seu objetivo é fornecer crédito, através de publicações revisadas por pares, aos cientistas que se dedicam à criação de ferramentas de software livre para o benefício da comunidade científica. Necessitei me afastar dessa posição na metade de 2022 quando assumi o cargo de coordenador do curso de graduação para dar conta da carga horária administrativa mais elevada. Espero poder retornar ao JOSS no futuro próximo.

3.4.2 Software Underground

O [Software Underground](#) teve seu início em 2014 como uma lista de emails⁶ para pessoas interessadas em geociências e programação. Em seguida, a comunidade migrou para a plataforma [Slack](#) onde cresceu rapidamente, atualmente contando com mais de 4000 membros. Em 2020, o Software Underground se tornou uma sociedade profissional sem fins lucrativos incorporada no Canadá. Além da plataforma Slack, a nova sociedade organiza eventos online e presenciais e dá apoio aos projetos de software livre desenvolvidos pela comunidade (como o Fatiando a Terra).

Estou envolvido no Software Underground desde o início. Ter essa comunidade online ativa foi ainda mais importante durante o isolamento forçado por conta da pandemia de COVID em 2020 e 2021. Em 2022 me juntei à diretoria da sociedade como *Board Member*⁷. Meus maiores objetivos como parte da diretoria são estabelecer um mecanismo de apoio financeiro pra projetos de software livre em geociências e progredir com a iniciativa de publicações científicas regidas pela sociedade, que está sendo feito em parceria com meu amigo [Rowan Cockett](#), outro membro da diretoria e fundador da plataforma [Curvenote](#).

⁵Mais informações em https://joss.theoj.org/about#editors_emeritus

⁶Ainda disponível em <https://groups.google.com/g/softwareunderground>

⁷Mais informações em <https://softwareunderground.org/board>

3.4.3 Software Sustainability Institute

Em 2020, fui premiado com um *Fellowship* do [Software Sustainability Institute](#) (SSI) que inclui a afiliação não remunerada ao instituto e acesso a financiamento para organizar eventos e atividades relacionadas à missão de aprimorar a criação e manutenção de software para pesquisa. Como *Fellow*, eu tenho acesso à rede de contatos do instituto e participação nos eventos e cursos organizados por eles. Utilizei meu financiamento para organizar um encontro de geocientistas com interesse na ciência aberta chamado [Geo+Code](#) (figura 4.1), onde demos início ao desenvolvimento de recursos educacionais abertos para geofísica aplicada (seção 4.3). O evento contou com a participação de 15 pesquisadores, professores e profissionais da indústria de nove instituições diferentes do Reino Unido e Irlanda. Já estamos planejando uma segunda e terceira iteração do evento para continuarmos o trabalho e produzir um livro digital aberto de geofísica aplicada com ênfase no uso de computação para o aprendizado.

3.4.4 EarthArXiv

O [EarthArXiv](#) é um repositório de [preprints](#) criado em 2017 e mantido pela comunidade geocientífica. Entre 2019 e 2022, servi como membro do Advisory Council⁸, auxiliando na migração do repositório para uma nova plataforma hospedada na [California Digital Library](#) e na avaliação de submissões antes de serem publicadas.

3.4.5 pyOpenSci

A organização [pyOpenSci](#) foi fundada em 2019 pela Dra. [Leah Wasser](#). Baseada no modelo do [rOpenSci](#), a organização tem como objetivo ajudar cientistas a desenvolverem software livre de qualidade na linguagem Python. Conheci a Leah durante um painel sobre dados abertos na AGU Fall Meeting de 2018 e me envolvi nas etapas iniciais do estabelecimento do pyOpenSci através das sessões de mesa redonda que organizei na AGU Fall Meeting de 2018 e 2019. Em 2022, me juntei oficialmente ao projeto como *Advisory Committee Member*⁹, auxiliando na criação das normas para revisão de submissões e no estabelecimento de parcerias com outras organizações como o Journal of Open Source Software e o Software Underground.

⁸Mais informações em <https://eartharxiv.github.io/AdvisoryCouncil.html>

⁹Mais informações em <https://www.pyopensci.org/our-community/#pyopensci-working-advisory-committee>



Figura 4.1: Foto do evento *Geo+Code UK* que organizei com meu financiamento do [Software Sustainability Institute](#) em Novembro de 2022. Durante o evento, demos início à criação de um livro texto digital sobre geofísica aplicada que será desenvolvido conjuntamente por educadores de diversas instituições do Reino Unido e Irlanda.

Portfólio de produção em ciência aberta

- Página pessoal:** <https://www.leouieda.com>
- Grupo de pesquisa:** <https://www.compgeolab.org>
- GitHub:** <https://github.com/leouieda> (código, material didático)
- figshare:** https://figshare.com/authors/Leonardo_Uieda/97471 (dados, apresentações, material suplementar)
- Impactstory:** <https://impactstory.org/u/0000-0001-6123-9515> (análise contextual da produção aberta)
- YouTube:** <https://youtube.com/LeonardoUieda> (palestras, tutoriais, aulas)






Este capítulo relata minhas atividades relacionadas a ciência aberta: desenvolvimento de software livre, dados abertos, reprodutibilidade e recursos educacionais abertos. Essas atividades estão intrinsecamente ligadas às minhas linhas de pesquisa (capítulo ??) e atividades de ensino (capítulo 5). Porém, decidi dedicar um capítulo a elas pois as considero atividades complementares e tão importantes quanto publicações e aulas dadas.

4.1 Introdução

Meu primeiro contato com o movimento de [software livre](#) foi durante meu curso de graduação na Universidade de São Paulo (seção 2.1), onde utilizávamos computadores com o sistema GNU/Linux e o software [Seismic Unix](#) nas nossas aulas. Fui cativado pelo princípio de garantir a todos a liberdade para modificar e experimentar com programas e a cultura de se desenvolver produtos para o bem comum de maneira colaborativa e transparente. Para mim, esses são os ideais que a ciência representa mas que na prática acabam não sendo realizados por diversas razões, incluindo a elevada competitividade e falta de incentivos que dominam a ciência no século XXI.

Desde a elaboração de meu primeiro artigo ([Uieda and Barbosa, 2012](#)), decidi que iria sempre buscar atingir esses ideais de transparência e colaboração sem barreiras em tudo o que faço, mesmo que o resultado disso fosse que meu currículo não seria bom o suficiente para uma carreira acadêmica. Felizmente, esse receio inicial não se realizou e percebo hoje as grandes vantagens em termos de impacto, reputação e oportunidades que essa dedicação me proporcionou. Atualmente todos os meus artigos como primeiro autor, e diversos como coautor, incluem todo o código necessário para reproduzir todos os resultados apresentados. Mais que isso, busco utilizar somente dados que estão disponíveis com licenças abertas (e.g., [CC-BY](#)) e publicar em acesso aberto para garantir que qualquer pessoa interessada possa reproduzir meus resultados. Esses princípios estão descritos de forma mais extensa no manual de operações¹ do [Computer-Oriented Geoscience Lab](#), um documento que criamos para informar novos colaboradores e membros do grupo sobre nossas expectativas em relação à ciência aberta. Essa abordagem se estende ao material didático que desenvolvo para minhas aulas e quase todos os outros aspectos da minha atuação profissional, incluindo figuras ilustrativas e apresentações em formato oral e pôster. Todo esse material pode ser encontrado nas diversas plataformas listadas no “Portfólio de produção em ciência aberta” acima.

Apresentações sobre ciência aberta

- 2022 **Uieda, L.** Getting started with Open Science, *SPIN SPIN-ITN: Seismological Parameters and Instrumentation*.  Código: <https://github.com/leouieda/2022-05-06-spin-open-science>.
- 2021 **Uieda, L.**, Soler, SR. Python-based workflows for small-to-medium sized data: what works, what doesn't, and what can be improved, *AGU Fall Meeting*.  Código: <https://github.com/compgeolab/agu2021>.
Uieda, L. Academia e software livre: Desafios e oportunidades no Brasil e no exterior, *National Observatory's SEG and EAGE Student Chapter*, Rio de Janeiro, Brazil.  Código: <https://github.com/leouieda/2021-07-22-on>.  Vídeo: <https://youtu.be/r2x-DN6laj8>.
- 2020 **Uieda, L.** Geophysical research powered by open-source, *Departamento de Geofísica, IAG, Universidade de São Paulo*.  Código: <https://github.com/leouieda/2020-06-18-usp>.  Vídeo: <https://youtu.be/VqI8BX1Yg54>.

¹Disponível em <https://github.com/compgeolab/manual>

Uieda, L. Geophysical research powered by open-source, *Christian Albrechts Universität zu Kiel*, Kiel, Germany. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/2020-07-01-kiel>.

Uieda, L. Geophysical research powered by open-source, *Technische Universität Bergakademie Freiberg*. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/2020-06-04-freiberg>.

Uieda, L. Geophysical research powered by open-source, *Geographic Data Science Lab, University of Liverpool*. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/liverpool-gdsl-2020>.

2019 **Uieda, L.** Building the foundations for open-source geophysics, *University of Liverpool*. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.10255832>.

2017 **Uieda, L.**, Wessel, P. Nurturing reliable and robust open-source scientific software, *AGU Fall Meeting*. 📺 Vídeo: <https://youtu.be/0GO4ZZ5Ry6M>.

4.2 Software livre

O termo *software livre* se refere a programas de computador que respeitam as liberdades de seus usuários de acessar, reutilizar e modificar o seu código fonte. Essas liberdades são geralmente garantidas pelo uso de licenças aprovadas pela [Open Source Initiative](#) (OSI). Desde a graduação, estou envolvido na produção de software livre para uso na ciência. Sou o criador dos programas *Tesseroids*, *Fatiando a Terra*, *PyGMT* e *xlandsat*. Além disso, contribuo com o desenvolvimento de outros projetos de software livre², principalmente na linguagem Python.

Todos esses projetos são utilizados na minha pesquisa (capítulo ??) e ensino (capítulo 5). Para promover a sinergia entre essas atividades e o desenvolvimento dos softwares, adotamos a seguinte abordagem no [CompGeoLab](#):

- Todas as inovações metodológicas resultantes da nossa pesquisa devem ser incluídas em algum software livre, seja um dos que desenvolvemos internamente ou projetos desenvolvidos pela comunidade científica.
- Código que é de caráter inovador poderá ser desenvolvido privadamente até o momento da publicação do artigo/tese/dissertação. Após a publicação, o código deve ser integrado a um projeto de software livre.
- Código desenvolvido ao longo da pesquisa que não é de caráter inovador (e.g., funções baseadas em trabalhos já publicados ou rotinas básicas) deve ser incluído em algum software livre imediatamente.
- O software desenvolvido pelo CompGeoLab deve ser distribuído com uma licença que facilite seu uso pelo setor privado (e.g., [BSD](#) ou [MIT](#)).

Essas regras visam maximizar o impacto de nossa pesquisa, possibilitando o usufruto de nossas inovações sem restrições para toda a comunidade científica e o setor privado. Até o momento, essa abordagem também se mostrou muito vantajosa para a minha carreira e para as de meus colaboradores. As publicações que são acompanhadas pelas ferramentas computacionais (e.g., [Uieda and Barbosa, 2017](#); [Uieda et al., 2016](#)) costumam ser mais citadas que minhas outras publicações³.

Apresento a seguir um resumo da minha produção relacionada a software livre.

²Como pode ser observado pela minha atividade no GitHub: <https://github.com/leouieda>

³Segundo dados da plataforma Google Scholar <https://scholar.google.com/citations?user=qfmPrUEAAAAJ> (acessado em 10/01/2023)

4.2.1 Tesseroids

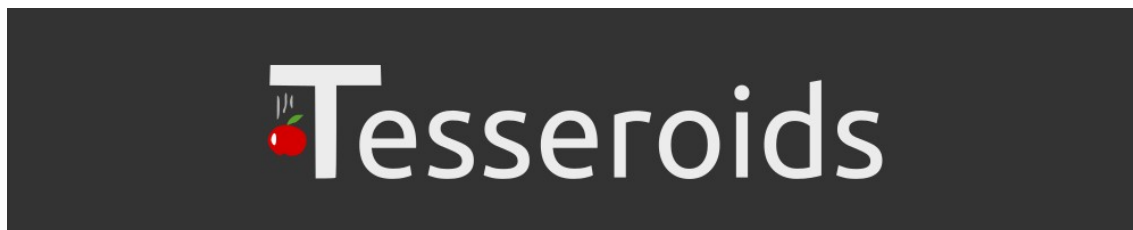


Figura 4.2: Logo do software Tesseroids. A maçã caindo da letra “T” é uma alusão à lei da gravitação de Newton.

Informações sobre o projeto

🔗 Página principal: <https://tesseroids.leouieda.com>

🔄 Código: <https://github.com/leouieda/tesseroids>

📄 Licença: [BSD 3-clause](#)

📖 146 citações no [Google Scholar](#)⁴ (acessado em 27/12/2022)

Artigos publicados

2016 **Uieda, L.**, Barbosa, VCF, Braitenberg, C. Tesseroids: Forward modeling gravitational fields in spherical coordinates, *Geophysics*, <https://doi.org/10.1190/geo2015-0204.1>. 📄

Código: <https://github.com/pinga-lab/paper-tesseroids>.

O Tesseroids foi meu primeiro projeto de software, o tema do meu trabalho de conclusão de curso de graduação (seção 2.1.2) e um dos capítulos da minha tese de doutorado (seção 2.3.3). A primeira versão do software foi feita na linguagem C na forma de programas de linha de comando. Cada programa era capaz de ler a geometria dos tesseroides e calcular o potencial gravitacional ou uma de suas primeiras ou segundas derivadas espaciais nos pontos especificados pelo usuário. Como estava aprendendo a linguagem Python, resolvi reescrever o código ainda durante minha iniciação científica para poder utilizar as diversas bibliotecas disponíveis na linguagem e evitar o trabalho de compilar o código para diferentes sistemas operacionais. Porém, a versão do código em Python era consideravelmente mais lenta que a versão original em C. Isso era devido à minha limitação como programador, não às limitações da linguagem e ferramentas disponíveis na época. Em 2011, durante meu mestrado, fui convidado pela Professora Carla Braitenberg para passar um mês na reescrevendo o software na linguagem C como no modelo que havia feito inicialmente. Essa última versão do Tesseroids iniciada em Trieste possui diversas vantagens sobre as anteriores:

1. Execução mais rápida por conta do código otimizado em C.
2. Documentação na forma de uma página na internet, que aprendi como gerar através do meu trabalho no Fatiando a Terra (seção 4.2.2).
3. Programas para calcular o feito de prismas retangulares retos em coordenadas esféricas, usados para avaliar os resultados obtidos com tesseroides.

⁴Citações ao trabalho [Uieda et al. \(2016\)](#).

4. Programas para auxiliar na geração de modelos topográficos.
5. Testes unitários para verificar o funcionamento correto do código de forma automática⁵.
6. Distribuição de versões compiladas do código para as plataformas Linux e Windows em 32 e 64 bits.
7. Utilização do serviço [TravisCI](#) de [integração contínua](#) para executar os testes unitários automaticamente cada vez que uma mudança é feita no código.
8. Algoritmo de discretização adaptativa dos tesseroides para garantir acurácia melhor que 0.1% dos resultados ([Uieda et al., 2016](#)).

Essa última versão do Tesseroids foi descrita no artigo [Uieda et al. \(2016\)](#), que é um dos meus trabalhos mais citados⁶. O desenvolvimento do Tesseroids foi interrompido em 2017 para que eu pudesse me dedicar mais ao Fatiando a Terra e ao meu novo trabalho na (seção 3.2). Porém, o método desenvolvido em [Uieda et al. \(2016\)](#) e aprimorado em [Soler et al. \(2019\)](#) foi implementado no Fatiando a Terra. A versão atual do código Python para a modelagem com tesseroides, desenvolvido pelo meu ex-aluno de doutorado [Santiago R. Soler](#) (seção 5.1) para a biblioteca [Harmonica](#) (parte do Fatiando a Terra), é mais rápida que a versão em C.

4.2.2 Fatiando a Terra



Figura 4.3: Logo do projeto Fatiando a Terra (meio da figura) e os logos dos softwares que atualmente fazem parte do projeto: Pooch, Verde, Harmonica e Boule (da esquerda para a direita).

i Informações sobre o projeto	
🔗	Página principal: https://www.fatiando.org
📄	Código: https://github.com/fatiando
🔑	Licença: BSD 3-clause
📖	119 citações no Google Scholar ⁷ (acessado em 27/12/2022)
📄 Artigos publicados	
2020	Uieda, L, Soler, SR, Rampin, R, van Kemenade, H, Turk, M, Shapero, D, Banihirwe, A, Leeman, J. Pooch: A friend to fetch your data files. <i>Journal of Open Source Software</i> . https://doi.org/10.21105/joss.01943 . 📄 Código: https://github.com/fatiando/pooch .

⁵Testes unitários disponíveis em <https://github.com/leouieda/tesseroids/tree/master/test>

⁶Segundo a plataforma Google Scholar https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=qfmPrUEAAAAJ&citation_for_view=qfmPrUEAAAAJ:AXPGKjj_ei8C (acessado em 27/12/2022)

⁷Total de citações aos trabalhos [Uieda et al. \(2013\)](#), [Uieda \(2018\)](#) e [Uieda et al. \(2020\)](#).

- 2018 Uieda, L. Verde: Processing and gridding spatial data using Green's functions. *Journal of Open Source Software*. <https://doi.org/10.21105/joss.00957>. 📄 Código: <https://github.com/fatiando/verde>.

📁 Trabalhos completos em anais de eventos

- 2013 Uieda, L., Oliveira Jr, VC, Barbosa, VCF. Modeling the Earth with Fatiando a Terra, *Proceedings of the 12th Python in Science Conference*. <https://doi.org/10.25080/Majora-8b375195-010>. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/scipy2013>.

🗣️ Outras apresentações

- 2021 Uieda, L., Li, L., Soler, SR, Pesce, A. Design useful tools that do one thing well and work together: rediscovering the UNIX philosophy while building the Fatiando a Terra project, *AGU Fall Meeting*. 📄 Código: <https://github.com/fatiando/agu2021>.
- Uieda, L., Soler, SR, Pesce, A. Open-science for gravimetry: tools, challenges, and opportunities, *GFZ Helmholtz Centre Potsdam*. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/2021-06-22-gfz>. 📺 Vídeo: https://youtu.be/z-5dvWfB_SM.
- Uieda, L., Soler, SR, Pesce, A. Fatiando a Terra: Open-source tools for geophysics, *Geophysical Society of Houston*. 📄 Código: <https://github.com/fatiando/2021-gsh>.
- Uieda, L., Soler, SR, Pesce, A., Perozzi, L., Wiczorek, MA. Harmonica and Boule: Modern Python tools for geophysical gravimetry, *EGU General Assembly*. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-8291>. 📄 Código: <https://github.com/fatiando/egu2021>.
- 2015 Uieda, L. Fatiando a Terra: construindo uma base para ensino e pesquisa de geofísica, *Universidade de São Paulo*. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.1381870>
- 2014 Uieda, L., Oliveira Jr, VC, Barbosa, VCF. Using Fatiando a Terra to solve inverse problems in geophysics, *Scipy*. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.1089987>.

Durante meu curso de graduação, eu e meus colegas [Vanderlei C. Oliveira Jr.](#), [Henrique Bueno dos Santos](#), [André Lopes Ferreira](#) e [José Fernando Caparica Jr.](#) começamos a planejar o desenvolvimento de um software livre capaz de modelar todos os tipos de dados geofísicos. Chamávamos esse projeto ambicioso de “Fatiando a Terra” pois nosso objetivo era modelar a Terra inteira (fatiá-la em polígonos) utilizando todos os dados disponíveis. O software seria escrito na linguagem C++ e chegamos até a criar um diagrama das componentes principais que iríamos implementar⁸. Por razões óbvias, não alcançamos nosso objetivo até o final do nosso curso de graduação. Porém, o nome do projeto sobreviveu. Em 30 de Abril de 2010, no início do meu mestrado, transformei o Fatiando a Terra em uma biblioteca, chamada `fatiando`, escrita na linguagem Python⁹. Meu novo objetivo passou a ser agregar todo o código que estava desenvolvendo para minha dissertação e para as disciplinas da pós-graduação. Por conta disso, a biblioteca inclui funções para a modelagem direta e inversão de diversos métodos geofísicos (e.g., métodos potenciais em 2D e 3D, perfilação sísmica vertical, condução de calor geotermal, entre outros).

⁸Esse diagrama ainda existe no histórico do repositório do GitHub: <https://github.com/fatiando/fatiando/blob/10c8ff7c17df53e3e0abd83f1ce8d2a3f6bc57aa/fluxo-simples.pdf>

⁹O momento exato em que essa mudança aconteceu está registrado no repositório do GitHub: <https://github.com/fatiando/fatiando/commit/928515b0fcfdcccebc4f661ed2469390ef43ec1d>

Uma grande parte do desenvolvimento inicial, incluindo a criação da primeira versão da página <https://www.fatiando.org>, ocorreu em preparo para o curso “Tópicos de inversão em geofísica” que ministrei com o Vanderlei na XVI Escola de Verão de Geofísica do IAG-USP em 2012 (seção 5.2). O software continuou a crescer durante minha pós-graduação, contando com a participação de outros 12 desenvolvedores¹⁰. Utilizei o Fatiando como parte integral das minhas aulas de geofísica na UERJ e contratei o bolsista Victor Thadeu Xavier de Almeida para trabalhar no desenvolvimento das funções para processamento sísmico (seção 3.1).

Em 2016, o aluno [Santiago R. Soler](#) se juntou à equipe de desenvolvimento do Fatiando como parte de seu projeto de doutorado (seção 5.1). O Santiago é um programador talentoso e rapidamente aprendeu como participar do desenvolvimento do Fatiando, criar exemplos para a documentação e atuar como mentor para novos programadores. Simultaneamente, o grupo [Software Underground](#) estava se formando (seção 3.4.2) e nos conectando com os criadores dos projetos de software livre [SimPEG](#) ([Cockett et al., 2015](#)), [pyGIMLi](#) ([Rücker et al., 2017](#)) e [GemPy](#) ([de la Varga et al., 2019](#)), todos escritos na linguagem Python para modelagem direta e inversão. Através dessas interações e das conversas semanais que tinha com o Santiago, percebemos que estava na hora de redefinir os objetivos do Fatiando para nos alinharmos com esses outros projetos. Nossa decisão¹¹ foi de interromper o desenvolvimento da biblioteca `fatiando` e separar suas funções em bibliotecas menores com escopos mais bem definidos. As funções que não estavam sendo utilizadas ou que já existiam em outras bibliotecas seriam abandonadas. Essa também seria uma oportunidade para modernizar o nosso código e torná-lo mais eficiente e fácil de usar.

As novas bibliotecas que são parte do projeto Fatiando a Terra são:

- **Verde:** A primeira biblioteca que foi desenvolvida para a nova fase do Fatiando. O Verde contém funções e classes para processar e interpolar dados distribuídos irregularmente.
- **Harmonica:** Nossa biblioteca para processamento e modelagem de dados de métodos potenciais. O Harmonica é liderado pelo Santiago e inclui funções para modelagem direta, correção topográfica, processamento com fontes equivalentes (seção ??) e filtros no domínio da frequência.
- **Boule:** Biblioteca para o cálculo do campo de gravidade gerado por elipsóides de referência (i.e., a gravidade normal). As funções e classes do Boule eram originalmente parte do Harmonica. O Boule foi criado em colaboração com os desenvolvedores do [SHTools](#) ([Wieczorek and Meschede, 2018](#)) para que pudéssemos utilizar suas funções independentemente do Harmonica. O cálculo da gravidade normal em qualquer ponto fora do elipsóide é feito através da solução analítica de [Lakshmanan \(1991\)](#) e [Li and Götze \(2001\)](#). Logo, a correção de ar-livre não é necessária para o cálculo de distúrbios da gravidade.
- **Pooch:** Uma biblioteca para baixar dados da internet e armazená-lo localmente. O Pooch não é diretamente relacionado à geofísica e foi criado em colaboração com os desenvolvedores do [MetPy](#) ([May et al., 2016](#)). Durante o congresso Scipy de 2018, notamos que diversas bibliotecas em Python, incluindo o Verde e o MetPy, possuíam códigos semelhantes para baixar dados. Por isso, criamos o Pooch para que todos pudéssemos utilizá-lo e eliminar o código repetido.

¹⁰Mais informações em <https://github.com/fatiando/fatiando/graphs/contributors>

¹¹Resumida em um artigo publicado no meu blog: <https://www.leouieda.com/blog/future-of-fatiando.html>

- **Ensaio:** Biblioteca que utiliza o Pooch para baixar os dados abertos que utilizamos nos tutoriais e nas documentações dos outros softwares.
- **Choclo:** A mais recente adição ao Fatiando. O Choclo é desenvolvido e liderado pelo Santiago. Essa biblioteca implementa rotinas altamente otimizadas para modelagem direta em métodos potenciais. Assim como o Boule, o código presente no Choclo era inicialmente parte do Harmonica mas está sendo separado para que possa ser usado tanto no Harmonica como no SimPEG. Esse trabalho é parte do pós-doutorado que o Santiago está fazendo com a Professora [Lindsey Heagy](#) (uma das criadoras do SimPEG) na University of British Columbia, Canadá.

Nossa reestruturação foi acompanhada de um esforço para aumentar o engajamento e a diversidade de voluntários no projeto. Eu e o Santiago começamos a orientar e ensinar pessoas interessadas, buscar ativamente contribuidores em nossas redes sociais e organizar reuniões semanais para criar uma comunidade em torno do Fatiando. Nossos esforços foram bem sucedidos e o Fatiando conta hoje em dia com a participação regular de outras cinco pessoas.

O escopo bem definido de cada uma das bibliotecas (ao invés de “modelar toda a Terra”) também contribui para sua adoção pela comunidade científica. Um exemplo claro de sucesso é o Pooch, que atualmente é utilizado por 88 outros softwares¹². Como consequência, o Pooch agregou mais de 14 milhões de downloads¹³ e 31 pessoas participaram do seu desenvolvimento¹⁴. Sabemos que as outras bibliotecas também estão sendo utilizadas pela comunidade pelas mais de 50 mil visualizações anuais das nossas páginas de documentação, com visitantes originados de todos os continentes (exceto a Antártica)¹⁵.

4.2.3 Generic Mapping Tools



Figura 4.4: Logo do Generic Mapping Tools (GMT), gerado pelo próprio GMT utilizando o comando `gmt logo`.

i Informações sobre o projeto GMT

- 🔗 Página principal: <https://www.generic-mapping-tools.org>
- 🔄 Código: <https://github.com/GenericMappingTools>
- 📄 Licença: GNU LGPL
- 📖 934 citações no [Google Scholar](#)¹⁶ (acessado em 27/12/2022)

¹²Segundo a página <https://libraries.io/pypi/pooch/dependents> (acessada em 11/01/2023)

¹³Segundo a página <https://pepy.tech/project/Pooch> (acessada em 11/01/2023)

¹⁴Segundo a página <https://github.com/fatiando/pooch/graphs/contributors> (acessada em 11/01/2023)

¹⁵Segundo a página <https://plausible.io/fatiando.org> (acessada em 11/01/2023)

¹⁶Citações ao trabalho [Wessel et al. \(2019\)](#).

Informações sobre o projeto PyGMT

- 🔗 Página principal: <https://www.pygmt.org>
- 📄 Código: <https://github.com/GenericMappingTools/pygmt>
- 🔑 Licença: [BSD 3-clause](#)
- 📊 43 citações no [Google Scholar](#)¹⁷ (acessado em 27/12/2022)

Artigos publicados

- 2019 Wessel, P, Luis, J, **Uieda, L**, Scharroo, R, Wobbe, F, Smith, WHF, Tian, D. The Generic Mapping Tools, Version 6. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. <https://doi.org/10.1029/2019GC008515>.

Apresentações

- 2019 **Uieda, L**, Wessel, P. PyGMT: Accessing the Generic Mapping Tools from Python, *AGU Fall Meeting*. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11320280>
- 2018 **Uieda, L**, Wessel, P. Building an object-oriented Python interface for the Generic Mapping Tools, *Scipy*. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.6814052> 📺 Vídeo: <https://youtu.be/6wMtfZXfTRM>
- Uieda, L**, Wessel, P. Integrating the Generic Mapping Tools with the Scientific Python Ecosystem, *AOGS 15th Annual Meeting*. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.6399944>
- 2017 **Uieda, L**, Wessel, P. A modern Python interface for the Generic Mapping Tools, *AGU Fall Meeting*. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5662411>
- Uieda, L**, Wessel, P. Bringing the Generic Mapping Tools to Python, *Scipy*. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7635833> 📺 Vídeo: <https://youtu.be/93M4How7R24>

O **Generic Mapping Tools** (GMT) é um dos softwares livres mais utilizados na geofísica. Ele foi criado na década de 1980 por dois alunos de doutorado do Lamont-Doherty Earth Observatory, E.U.A., [Walter H. F. Smith](#) e [Paul Wessel](#). O GMT é um programa de linha de comando (i.e., sem interface gráfica) escrito na linguagem C. O programa oferece dezenas de comandos para processar e visualizar dados geofísicos. Meu envolvimento com o projeto começou em 2017 quando fui contratado pelo Paul para criar uma ponte entre o GMT e a linguagem Python (seção 3.2). O resultado desse meu trabalho foi a criação do software **PyGMT**.

Meu primeiro desafio para tornar o GMT acessível da linguagem Python foi realizar a compilação do software de maneira compatível com a bibliotecas científicas do Python (numpy, scipy, etc.). Isso foi possível graças à plataforma [Conda-Forge](#), que automatiza a compilação e distribuição de software, e a ajuda imensa do [Filipe Fernandes](#), um dos líderes do Conda-Forge e um brilhante oceanógrafo e programador brasileiro. Gastei meus primeiros seis meses de trabalho para superar esse desafio. Em seguida, dei início ao desenvolvimento do código em Python que seria capaz de executar rotinas da biblioteca em C do GMT. Para isso, utilizei uma tecnologia chamada *C foreign function interface* (C FFI)




¹⁷ Citações ao trabalho [Uieda et al. \(2022\)](#).

que permite a interação de bibliotecas em C diretamente com outras linguagens. Construir essa interface foi um trabalho árduo mas que formou o núcleo que o PyGMT usa para se comunicar com o GMT. Meu investimento valeu a pena pois o PyGMT depende desse núcleo até hoje com poucas modificações nos últimos anos. Inicialmente, optei por concentrar meus esforços nessa parte do código que é complexa e requer conhecimento profundo do GMT, bibliotecas em C e funções avançadas em Python. Também investi muito do meu tempo criando documentação, incluindo um guia para desenvolvedores, e tornando o processo de desenvolvimento do PyGMT automatizado e simples. Tomei essas decisões para facilitar ao máximo o envolvimento futuro de novos desenvolvedores voluntários no projeto, quebrando algumas das barreiras que normalmente impossibilitam a participação de programadores novatos. Como resultado disso, o projeto agora conta com a participação de oito outros desenvolvedores e mais de 40 contribuidores esporádicos¹⁸. Sou muito grato à dedicação do [Dongdong Tian](#), [Wei Ji Leong](#) e [Max Jones](#) que assumiram posições de liderança no projeto quando meu envolvimento diminuiu em 2019 ao me mudar para Liverpool. Tenho muito orgulho de dizer que o PyGMT continua crescendo e evoluindo sem minha participação direta no seu desenvolvimento. Considero o estabelecimento da comunidade que se formou em torno do PyGMT a minha maior conquista relacionada a software livre.

Além do meu trabalho no PyGMT, também fui responsável pela transição do desenvolvimento do GMT para a plataforma GitHub (motivada pela falha do servidor utilizado anteriormente durante um encontro de desenvolvedores), a criação da atual página do projeto <https://www.generic-mapping-tools.org> e a modernização e automatização da compilação da página de documentação do GMT¹⁹. Também fui responsável pela escrita e coordenação, junto com o Paul, de dois projetos financiados pela [National Science Foundation](#) (NSF)²⁰. O objetivo principal desses projetos era estabelecer um plano para o futuro do GMT sem tanto envolvimento direto do Paul, que estava perto da aposentadoria. Com esse financiamento, pudemos atualizar a documentação do GMT e torná-la mais acessível, promover eventos para recrutar desenvolvedores e treinar usuários (seção 5.2), organizar encontros dos desenvolvedores e contratar o Doutor [Max Jones](#) para trabalhar no GMT e PyGMT. Como resultado, o time de desenvolvedores do GMT conta agora com mais três pessoas, envolvidas não só na programação mas também na organização de eventos e divulgação do projeto.

4.2.4 xlandsat

Informações sobre o projeto

-  Página principal: <https://compgeolab.org/xlandsat>
-  Código: <https://github.com/compgeolab/xlandsat>
-  Licença: [MIT](#)

Este é o mais recente software que foi criado no âmbito do [CompGeoLab](#), tendo sido

¹⁸Uma lista dos principais desenvolvedores está disponível em <https://www.pygmt.org/latest/team.html> e uma lista dos contribuidores está disponível em <https://github.com/GenericMappingTools/pygmt/graphs/contributors>

¹⁹Disponível em <https://docs.generic-mapping-tools.org>

²⁰Disponíveis em https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=1829371 e https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=1948602

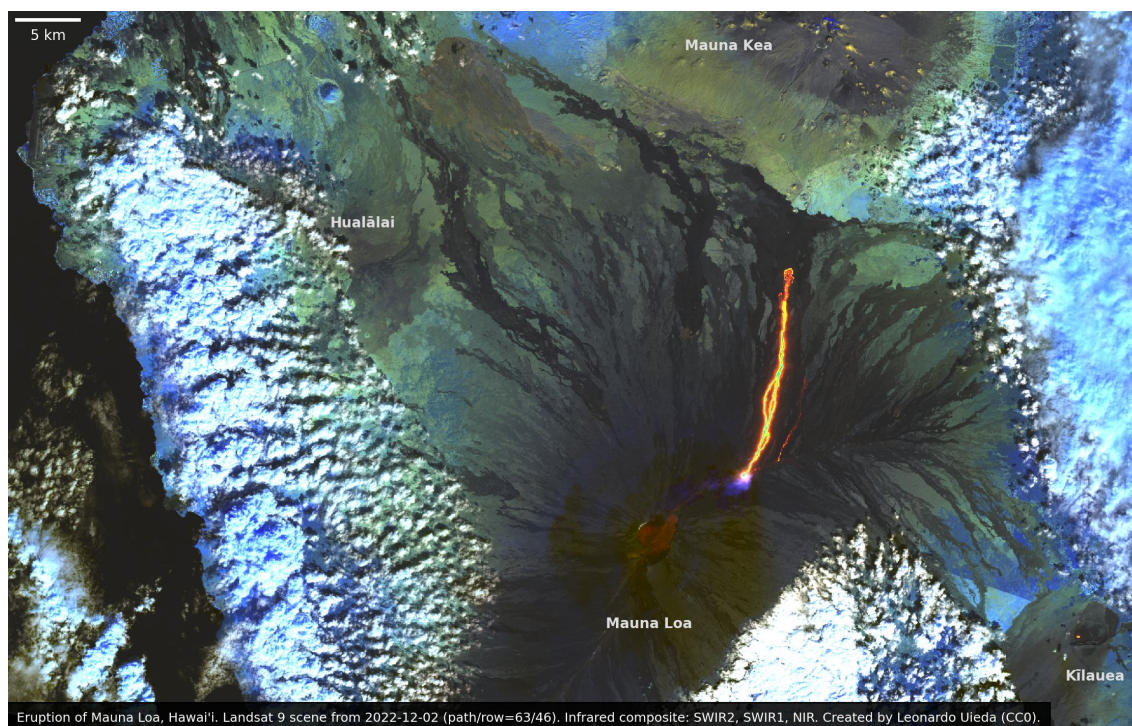


Figura 4.5: Imagem da erupção de Dezembro de 2022 do vulcão Mauna Loa, Havaí, composta pelas bandas infravermelhas do satélite Landsat 9. O vulcão está cercado por nuvens (branco e azul claro). O fluxo de lava atual está na direção Sul/Norte em vermelho e verde. A cratera principal pode ser vista no centro da imagem em vermelho escuro. As manchas em marrom e preto são fluxos de lava de erupções anteriores. Também está visível a cratera Hale Ma’uma’u do vulcão Kīlauea no canto inferior direito da imagem. O código Python para reproduzir essa imagem está disponível em um artigo na minha página pessoal <https://www.leouieda.com/blog/mauna-loa.html> e também no repositório do GitHub <https://github.com/compgeolab/mauna-loa-landsat-2022>. Fonte da imagem: Uieda (2022, CC0).

iniciado em Dezembro de 2022. O `xlandsat` é uma biblioteca feita para facilitar o processamento e visualização de dados de sensoriamento remoto dos satélites [Landsat 8 e 9](#) da NASA e da USGS. A biblioteca é capaz de ler os dados no formato do repositório [EarthExplorer](#) e organizá-los em estruturas de dados da biblioteca `xarray` (Hoyer and Hamman, 2017), uma das ferramentas mais utilizadas para processamento de dados geocientíficos.

A criação do `xlandsat` foi motivada pelas minhas aulas de sensoriamento remoto na disciplina “ENVS258 Environmental Geophysics” (seção 5.3). Antes de ministrar essa disciplina, meu conhecimento de processamento de imagens de satélite era mínimo. Ao longo do preparo de meu material didático, aprendi muito sobre o assunto. Criei uma coleção de funções escritas na linguagem Python para auxiliar meus alunos a processarem os dados baixados do [EarthExplorer](#) em seus relatórios. Em 2022, decidi que estava na hora de organizar esse código em uma biblioteca que poderia ser utilizada por meus alunos na disciplina em 2023. Além disso, o sensoriamento remoto despertou meu interesse acadêmico e eu necessitava de uma maneira fácil de explorar as possíveis aplicações e limitações desses dados. Por exemplo, utilizei o `xlandsat` para criar uma visualização da erupção de Dezembro de 2022 do vulcão Mauna Loa, Havaí (figura 4.5).

4.3 Recursos educacionais abertos

📄 Artigos publicados em revistas

- 2017 **Uieda, L.** Step-by-step NMO correction, *The Leading Edge*, <https://doi.org/10.1190/tle36020179.1>. 📄 Código: <https://github.com/pinga-lab/nmo-tutorial>.
- 2014 **Uieda, L., Oliveira Jr, VC, Barbosa, VCF.** Geophysical tutorial: Euler deconvolution of potential-field data, *The Leading Edge*, <https://doi.org/10.1190/tle33040448.1>. 📄 Código: <https://github.com/pinga-lab/paper-tle-euler-tutorial>.

📁 Recursos computacionais

- 2021 **Uieda, L.** A quick introduction to machine learning. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/ml-intro>.
- 2020 **Uieda, L.** Introduction to lithosphere dynamics. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/lithosphere>.
- 2020 **Uieda, L.** Introduction to remote sensing. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/remote-sensing>.
- 2015 **Uieda, L.** Matemática Especial 1: Introdução à computação e métodos numéricos. 📄 Código: <https://github.com/mat-esp/about>.
- 2015 **Uieda, L.** Geofísica 2: Sismologia e métodos eletromagnéticos. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/geofisica2>.
- 2015 **Uieda, L.** Geofísica 1: Gravimetria e magnetometria. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/geofisica1>.

📺 Apostilas

- 2012 **Oliveira Jr, VC, Uieda, L.** Tópicos de inversão em geofísica. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.1192984>. 📄 Código: <https://github.com/pinga-lab/inverse-problems>.

📺 Vídeos

- 2022 A geophysical tour of mid-ocean ridges. 📺 Vídeo: <https://youtu.be/NzJmRJCNbQ>
- 2022 Anatomy of a PyGMT figure. 📺 Vídeo: https://youtu.be/96_reU_yh5I
- 2021 Downloading Landsat 8 images from USGS EarthExplorer. 📺 Vídeo: https://youtu.be/Wn_G4fvtV8
- 2021 Searching on Google for openly licensed images. 📺 Vídeo: <https://youtu.be/ISu51NB5Z28>
- 2020 From scattered data to gridded products using Verde. 📺 Vídeo: <https://youtu.be/-xZdNdvzm3E>

O termo “recursos educacionais abertos” (REA ou *open educational resources* em inglês) foi estabelecido pela UNESCO²¹ para se referir a qualquer material destinado ao ensino

²¹Mais informações em <https://www.unesco.org/en/open-educational-resources>

e aprendizagem que esteja no domínio público ou sob direitos autorais regidos por uma licença aberta que permita acesso gratuito, reutilização, adaptação e redistribuição do material (e.g., [Creative Commons Attribution](#)). No Brasil, o uso obrigatório de REAs foi adotado pelo Sistema Universidade Aberta do Brasil em 2016²² e a CAPES criou o portal <https://educapes.capes.gov.br> para indexar REAs produzidos por instituições brasileiras que oferecem cursos a distância. Segundo a definição acima, produzo recursos educacionais abertos desde minha primeira experiência de ensino em 2012 e a criação da apostila “Tópicos de inversão em geofísica” (Oliveira Jr. and Uieda, 2012). Todo o material que crio para uso nas minhas disciplinas e cursos de curta duração estão disponíveis livremente com licenças [Creative Commons Attribution](#) ou [BSD/MIT](#) (para o código fonte). Também sou o autor de dois tutoriais publicados na revista [The Leading Edge](#) que visam explicar de maneira interativa conceitos básicos de geofísica.

Acredito que todo material educacional produzido por instituições públicas deve ser disponibilizado livremente para benefício da população. Além disso, compartilhar recursos educacionais entre professores e instituições tem o potencial de elevar o ensino de todos os envolvidos. A colaboração na produção de recursos possibilita a criação de material de qualidade superior do que poderia ser atingida por uma única pessoa. Essa cultura de colaboração em recursos abertos, como é feito no âmbito de software livre, não é comum no ensino superior. Por isso, organizei o evento [Geo+Code](#) em Novembro de 2022 com meu financiamento do Software Sustainability Institute (seção 3.4.3). O principal objetivo do evento era juntar geocientistas do Reino Unido com um interesse em ciência aberta e dar início a colaborações. Durante o evento, demos início a criação de um livro aberto sobre geofísica aplicada utilizando recursos computacionais e dados abertos. O livro, ainda em estágio de planejamento, será desenvolvido no repositório do GitHub <https://github.com/GeophysicsLibrary/applied-geophysics>, hospedado na organização [Geophysics Library](#) que fundei em 2018 para agregar REAs voltados à geofísica.

No futuro, pretendo investir na criação de livros abertos na [Geophysics Library](#). Pretendo utilizar para isso o material didático que desenvolvi para minhas disciplinas da University of Liverpool e da UERJ. Tenho planos de organizar outras edições do [Geo+Code](#) internacionalmente, para as quais já possuo parceiros interessados no [iCRAG](#) na Irlanda e na [University of Glasgow](#) na Escócia. Meu objetivo é criar uma comunidade internacional de geocientistas dedicados a criação de recursos educacionais abertos com ênfase no uso da computação e de dados abertos para facilitar a aprendizagem.

²²Segundo a página <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-a-distancia/universidade-aberta-do-brasil/recursos-educacionais-abertos/> (acessada em 11/02/2023)

Atividades de Ensino, Mentoria e Extensão

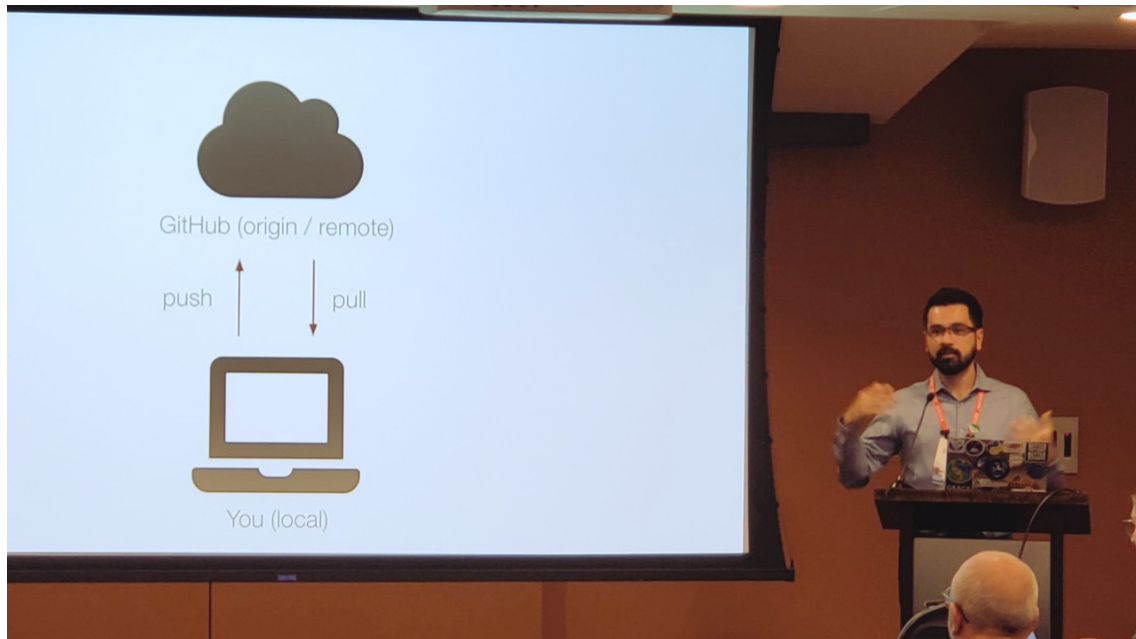








Figura 5.1: Foto tirada durante o curso “Best Practices for Developing and Sustaining Your Open-Source Research Software” que ministrei durante o [AGU Fall Meeting de 2019](#) em São Francisco, E.U.A.

Resumo das atividades

-  Orientações concluídas: 11 de graduação, 1 de mestrado, 1 coorientação de doutorado
-  Orientações em andamento: 1 de graduação, 1 de doutorado, 1 coorientação de doutorado
-  10 disciplinas de graduação ministradas
-  17 cursos de curta duração ministrados internacionalmente
-  Habilitação em pedagogia e técnicas de ensino aplicadas ao ensino superior
-  Tópicos ensinados incluem: gravimetria, magnetometria, sismologia, sensoriamento remoto, métodos numéricos, programação em Python, métodos de campo em geofísica, introdução à geologia, problemas inversos, geofísica global e geodinâmica da litosfera.

As atividades de ensino e mentoria de alunos são onde encontro a maior satisfação profissional. Quase nenhuma outra atividade oferece a oportunidade de ter um impacto positivo direto na vida de outras pessoas. Minha abordagem para o ensino é muito influenciada pela minha experiência na graduação (seção 2.1) e minhas atividades de ciência aberta (capítulo 4). Utilizo a computação nas minhas aulas para empoderar os alunos com as habilidades que necessitam para explorar conceitos e dados reais de maneira independente. Essa abordagem se mostrou particularmente eficaz em conjunto com uma sólida base teórica, visualizações interativas e uma seleção de dados abertos disponíveis para os alunos. Este capítulo relata minhas atividades de ensino, mentoria e extensão, incluindo minha abordagem pedagógica e meu papel na criação e ministração de disciplinas de graduação.

Minha atuação como coordenador do curso de graduação na University of Liverpool é discutida na seção 3.3.

5.1 Orientações

Minha primeira experiência como mentor de um jovem cientista foi a coorientação do aluno [Santiago R. Soler](#) junto com o Professor Mario E. Giménez da Universidad Nacional de San Juan, Argentina, entre 2016 e 2022. O primeiro contato que tive com o Santiago foi através do software *Fatiando a Terra* (seção 4.2.2). Em 2015, ele começou a se voluntariar com o projeto, implementando funções para manejar dados em malhas regulares e o cálculo de espectros de potência. Quando ele e o Mario me convidaram para coorientar sua tese de doutorado em 2016, fiquei feliz em aceitar continuar trabalhando com ele de maneira mais regular. Inicialmente, a proposta era que eu fosse seu orientador principal. Mas como essa seria minha primeira orientação e seria feita inteiramente de forma remota, achei mais prudente começar como coorientador. O Santiago fez excelente progresso nas linhas de pesquisa em modelagem com tesseroides (seção ??) e camada equivalente (seção ??) durante seu doutorado. Seu envolvimento no *Fatiando a Terra* aumentou com o tempo. Hoje em dia ele ocupa uma posição de liderança no projeto, estabelecendo direções para o desenvolvimento e atuando como mentor para novos membros da comunidade. Ele é o criador e principal desenvolvedor de duas novas componentes do *Fatiando*: [Harmonica](#) e [Choclo](#). O Santiago também foi fundamental no estabelecimento do nosso grupo de pesquisa, o [Computer-Oriented Geoscience Lab](#) (CompGeoLab). Nossas longas conversas sobre o papel da computação na ciência, reprodutibilidade dos resultados numéricos e formas de fazer ciência aberta foram as maiores influências que tive para estabelecer os princípios do CompGeoLab, codificados em nosso manual <https://github.com/compgeolab/manual>. Em 2022, o Santiago defendeu sua tese de doutorado¹ com sucesso e continua colaborando com o CompGeoLab regularmente. Vale a pena apontar que, durante esses 6 anos de orientação, eu e o Santiago nunca nos encontramos em pessoa por conta de diversos desencontros e a pandemia de COVID. Aprendemos juntos como criar uma relação próxima de trabalho inteiramente online usando uma mistura de chamadas por vídeo semanais e mensagens regulares pela plataforma Slack. Atualmente, o Santiago está fazendo um pós-doutorado na University of British Columbia (UBC), Canadá, sob supervisão da Professora [Lindsey J. Heagy](#). Seu projeto inclui trabalhar no software livre [SimPEG](#), desenvolvido pelo grupo da UBC, e facilitar interações entre o SimPEG e o *Fatiando a Terra*. A experiência de trabalhar com o Santiago foi um dos maiores privilégios da minha carreira. Santiago é um pesquisador brilhante, um engenheiro de software excepcional e um verdadeiro amigo.

Iniciei minha segunda experiência de orientação a nível de doutorado em 2021 com a aluna [India Uppal](#) da University of Liverpool, coorientada pelo Professor [Vanderlei C. Oliveira Jr.](#) do Observatório Nacional e pelo Professor [Richard Holme](#) da University of Liverpool. A India foi nossa aluna do curso de Bacharelado em Geofísica de Liverpool e era uma das melhores alunas de sua turma. Ela foi selecionada pela School of Environmental Sciences para uma posição dupla: meio período como aluna de doutorado e meio período empregada como *Graduate Teaching Assistant*, auxiliando no ensino de disciplinas de graduação dos cursos de geociências e geografia física. Acho importante realçar que a seleção

¹Disponível em <https://github.com/santisoler/phd-thesis>

para a vaga foi feita inteiramente baseada no mérito da Índia e não levou em consideração o projeto de doutorado ou os orientadores. Seu projeto de doutorado iniciou uma nova linha de pesquisa para o CompGeoLab onde buscamos aprimorar o uso de dados de aeromagnéticos para a estimativa do fluxo geotermal na Antártica (seção ??). Através desse projeto, nos envolvemos com a organização [Scientific Committee on Antarctic Research](#) (SCAR), especificamente no grupo [SC1 Antarctic Geothermal Heat Flux](#). A Índia também estabeleceu contato com pesquisadores da British Antarctic Survey, que criaram a compilação de dados magnéticos antárticos ADMAP2 ([Golynsky et al., 2018](#)), para obter os dados brutos e consultá-los sobre os detalhes do processamento que fizeram. A Índia é uma pesquisadora com atitude excepcionalmente profissional e com iniciativa própria, além de ser dedicada e inteligente. Seu projeto ainda está em fase inicial mas tenho certeza de que ela produzirá trabalhos excelentes.

Também em 2021, fui convidado pelo Professor Ricardo I. F. Trindade a coorientar o aluno de doutorado [Gelson Ferreira de Souza Junior](#) da Universidade de São Paulo. Eu e o Ricardo havíamos conversado durante encontros no AGU Fall Meeting sobre algumas ideias de adaptar técnicas de métodos potenciais, como a deconvolução de Euler (seção ??), a dados de microscopia magnética. O Gelson se juntou ao CompGeoLab para dar início a essa nova linha de pesquisa (seção ??), me trazendo de volta ao assunto da minha primeira iniciação científica na USP (seção 2.1). Em apenas um ano, o Gelson já foi bem sucedido na adaptação da deconvolução de Euler e o método de [Oliveira Jr. et al. \(2015\)](#), junto com técnicas de processamento de imagens que aprendi com minha disciplina de sensoriamento remoto em Liverpool (seção 5.3), para estimar o momento de dipolo de grãos individuais de minerais ferromagnéticos. Em 2022, fomos contemplados com um projeto da [Royal Society](#) para realizar intercâmbios entre a São Paulo e Liverpool para dar início à colaboração entre as duas instituições. Até o momento, utilizamos o financiamento da Royal Society para trazer o Gelson para Liverpool e trabalharmos em seu primeiro artigo, que está nos processos finais de escrita antes da submissão. Orientar o Gelson tem sido um verdadeiro privilégio. Ele é respeitoso, dedicado, inteligente, possui uma base sólida em geociências, tem iniciativa própria e aprende rapidamente conceitos novos que estão fora de sua zona de conforto. Não tenho dúvida de que nossa colaboração produzirá pesquisa de alto impacto nessa linha emergente.

Fui o orientador de 11 trabalhos de conclusão de curso e uma dissertação de mestrado do curso de geofísica da University of Liverpool, com alunos atuando em diversas linhas de pesquisa². Aprendi com essas orientações como guiar alunos sem experiência prévia em pesquisa pelas etapas iniciais de um projeto e como ajustar o nível dos projetos propostos com o nível dos alunos no final de um curso de graduação no Reino Unido. Foi particularmente gratificante observar os alunos progredirem durante seus projetos e produzirem trabalhos de conclusão com uma qualidade muito acima do que eles achavam que seriam capazes.

5.2 Cursos de curta duração

²Uma lista completa dos alunos e seus projetos está disponível no meu Currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/5923627359710427>

🕒 Cursos e workshops ministrados online

- 2022 Crafting beautiful maps with PyGMT. *EGU General Assembly*. 📄 Código: <https://github.com/GenericMappingTools/egu22pygmt>
A geophysical tour of mid-ocean ridges. *Transform 2022* (online). 📄 Código: <https://github.com/leouieda/transform2022>. 📺 Vídeo: <https://youtu.be/NzJmRlJCNbQ>
- 2021 The Generic Mapping Tools for Geodesy. *UNAVCO* (online). 📄 Código: <https://github.com/GenericMappingTools/2021-unavco-course>
- 2020 Let's build a geophysical inversion with Python. *IRTG-2379 Graduate School: Modern Inverse Problems, RWTH Aachen University* (online). 📄 Código: <https://github.com/compgeolab/2020-aachen-inverse-problems>
The Generic Mapping Tools for Geodesy. *UNAVCO* (online). 📄 Código: <https://github.com/GenericMappingTools/2020-unavco-course>. 📺 Vídeo: <https://youtu.be/EQgxDmCXvj4>
From scattered data to gridded products using Verde. *Transform 2020* (online). 📄 Código: <https://github.com/fatiando/transform2020>. 📺 Vídeo: <https://youtu.be/-xZdNdvzm3E>

🕒 Cursos e workshops ministrados presencialmente




- 2019 Best Practices for Developing and Sustaining Your Open-Source Research Software. *AGU Fall Meeting*. 📄 Código: <https://github.com/agu-ossi/2019-agu-oss>
Become a Generic Mapping Tools Contributor Even If You Can't Code. *AGU Fall Meeting*
The Generic Mapping Tools for Geodesy. *Scripps Institution of Oceanography and UNAVCO*. 📄 Código: <https://github.com/GenericMappingTools/2019-unavco-course>. 📺 Vídeo: https://youtu.be/uPUt4_kd6m8
Introduction to Python Workshop (Earth Sciences REU program). *Department of Geology and Geophysics*. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/2019-06-reu-python>
- 2018 Best Practices for Modern Open-Source Research Codes. *AGU Fall Meeting*. 📄 Código: <https://github.com/agu-ossi/2018-agu-oss>
Git and GitHub: What are their uses? Are they worth the effort? Let's find out! *ASPRS UHM Student Chapter*
- 2017 Introduction to Python. *Department of Geology and Geophysics*. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/python-hawaii-2017>
- 2016 Python for Geologists (SAGEO). *Faculdade de Geologia*. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/python-geologia-2016>
Python como uma ferramenta numérica em Ciências da Terra: uma nova abordagem de programação. *XVIII Escola de Verão de Geofísica do IAG-USP*. 📄 Código: <https://github.com/leouieda/verao2016>
- 2014 Tópicos de inversão em geofísica. *III Semana de Geofísica da UnB*. 📄 Código: <https://github.com/pinga-lab/inversao-unb-2014>
- 2012 Tópicos de inversão em geofísica. *XVI Escola de Verão de Geofísica do IAG-USP*. 📄 Código: <https://github.com/pinga-lab/inversao-iag-2012>

Minha primeira experiência com o ensino foi através do curso “Tópicos de inversão em geofísica” que ministrei em 2012 junto com meu amigo e então colega de doutorado [Vanderlei C. Oliveira Jr.](#) na XVI Escola de Verão de Geofísica do IAG-USP. Foi durante esse curso que percebi minha paixão pelo ensino e decidi seguir a carreira acadêmica para poder combinar ensino, pesquisa e extensão. Desde então, ministrei diversos cursos de curta duração e workshops em formato online e presencial. Esses cursos complementam o ensino tradicional em disciplinas de graduação e pós-graduação, fornecendo a oportunidade de experimentar com tecnologias, formatos de ensino e tópicos pouco tradicionais.





A maioria dos cursos que ministrei estão relacionados à programação. O formato curto é adequado para uma introdução à conceitos básicos de programação ou para abordar um assunto específico (e.g., como criar mapas com o [PyGMT](#), como interpolar dados com o [Verde](#) ou como criar testes unitários para seu software). Por isso, acho as “escolas de verão” e “semanas da geofísica” organizadas pelas universidades tão proveitosas. Esses cursos também podem fornecer aos alunos um contato com especialistas de todo o mundo. Esse contato pode inclusive ser feito com um orçamento limitado devido aos avanços recentes nas plataformas de vídeo conferência e a difusão de atividades online causados pela pandemia de COVID.

5.3 Disciplinas de graduação

Disciplinas ministradas na

2015–2016	IME03-1366 Matemática Especial I.  Código: https://github.com/mat-esp/about
2014–2016	FGEL04-12422 Geofísica II.  Código: https://github.com/leouieda/geofisica2 FGEL04-12421 Geofísica I.  Código: https://github.com/leouieda/geofisica1
2015	FGEL01-00805 Geologia Geral I.

Disciplinas ministradas na University of Liverpool

2023–atual	ENVS219: Earth and Environmental Data Science (<i>em desenvolvimento</i>).
2020–atual	ENVS398: Global Geophysics and Geodynamics.  Código: https://github.com/leouieda/lithosphere ENVS258: Environmental Geophysics.  Código: https://github.com/leouieda/remote-sensing .  Código: https://github.com/leouieda/gravity-processing . ENVS386: Geophysical Data Modelling.  Código: https://github.com/leouieda/ml-intro . ENVS101/106: Study Skills and GIS (tutorial).
2019–2021	ENVS123: Introduction to Geoscience and Earth History.
2019–2020	ENVS362: Geophysics Field School.

Na , tive a oportunidade de criar o conteúdo de três disciplinas de graduação: Matemática Especial I e Geofísica I e II. A disciplina Matemática Especial I pertence ao curso de Bacharelado em Oceanografia e cobria tópicos avançados de matemática. Meu papel ao assumir essa disciplina era convertê-la em uma introdução à programação em Python e ao cálculo numérico. Decidi incluir no início da disciplina uma introdução ao software de controle de versão [git](#) e à plataforma [GitHub](#). Assim, pude manejar a disciplina inteiramente pelo GitHub, com cada lição sendo armazenada em um repositório da organização <https://github.com/mat-esp>. Durante as aulas práticas, os alunos se dividiam em grupos e cada grupo era automaticamente fornecido com uma cópia do repositório da lição pela plataforma [GitHub Classroom](#). Ao final da aula, os alunos submetiam suas soluções para a tarefa da lição também pelo GitHub, onde recebiam as notas e correções.

As disciplinas de geofísica, cobrindo uma introdução aos métodos geofísicos, são parte do curso de Bacharelado em Geologia e haviam acabado de serem reformuladas quando assumi meu cargo na UERJ em 2014. Logo, pude criar o conteúdo das disciplinas por conta própria e estabelecer como gostaria que fossem estruturadas. Optei por dividi-las entre aulas teóricas e aulas práticas computacionais. Nas práticas, utilizei o software [Jupyter](#) para criar *notebooks* que explicavam os conceitos abordados em aula utilizando uma combinação de texto, equações, código pronto para demonstrar os conceitos, tarefas para serem executadas através de visualizações interativas (figura 5.2) e perguntas para serem respondidas como parte da avaliação somativa da disciplina. Essa abordagem foi bem recebida pelos alunos. Inclusive, fui escolhido como paraninfo da turma de formandos da Geologia em 2016 (ano de ingresso 2012).

Na University of Liverpool, participei de diversas disciplinas dos cursos de Geofísica e Geologia, ministrando programação em Python para Ciências da Terra em “ENVS101 Study Skills and GIS”, introdução à estrutura da Terra e isostasia em “ENVS123 Introduction to Geoscience and Earth History”, inversão não-linear e aprendizagem de máquinas em “ENVS386 Geophysical Data Modelling” e a matéria de campo do terceiro ano de geofísica “ENVS362 Geophysics Field School”. Continuo com a abordagem computacional que desenvolvi na UERJ, dessa vez incluindo tarefas onde os alunos devem escrever parte do código. Atualmente, adotei a metodologia de [aula invertida](#), produzindo vídeos explicando a base teórica para os alunos assistirem independentemente e utilizando todo o tempo em sala de aula para atividades práticas com os notebooks e discussões.

Criei a nova disciplina optativa “ENVS398: Global Geophysics and Geodynamics” junto com o Professor [Andy Biggin](#). Utilizamos aulas gravadas para ensinar o conteúdo teórico. As partes práticas da disciplina são divididas em duas partes. Durante metade da disciplina, ministrada pelo Andy, os alunos aprendem sobre o núcleo e o manto terrestre, discutindo artigos recentes da literatura durante as aulas presenciais. Durante a outra metade da disciplina, ministrada por mim, os alunos aprendem sobre a geodinâmica da litosfera. Nas aulas práticas, os alunos desenvolvem a implementação computacional dos modelos abordados nas aulas teóricas e os comparam a dados reais. Utilizo os notebooks com parte do seu código fornecido por mim para os alunos construírem suas soluções em etapas gradativamente mais desafiadoras. Também utilizo um conjunto global de dados de distúrbios da gravidade, fluxo de calor geotermal, topografia e idade do assoalho oceânico para os alunos interpretarem e processarem livremente. Essa matéria foi consistentemente elogiada pelos alunos nos formulários de avaliação semestrais das disciplinas.

Sou o responsável pela disciplina “ENVS258 Environmental Geophysics” onde ensino

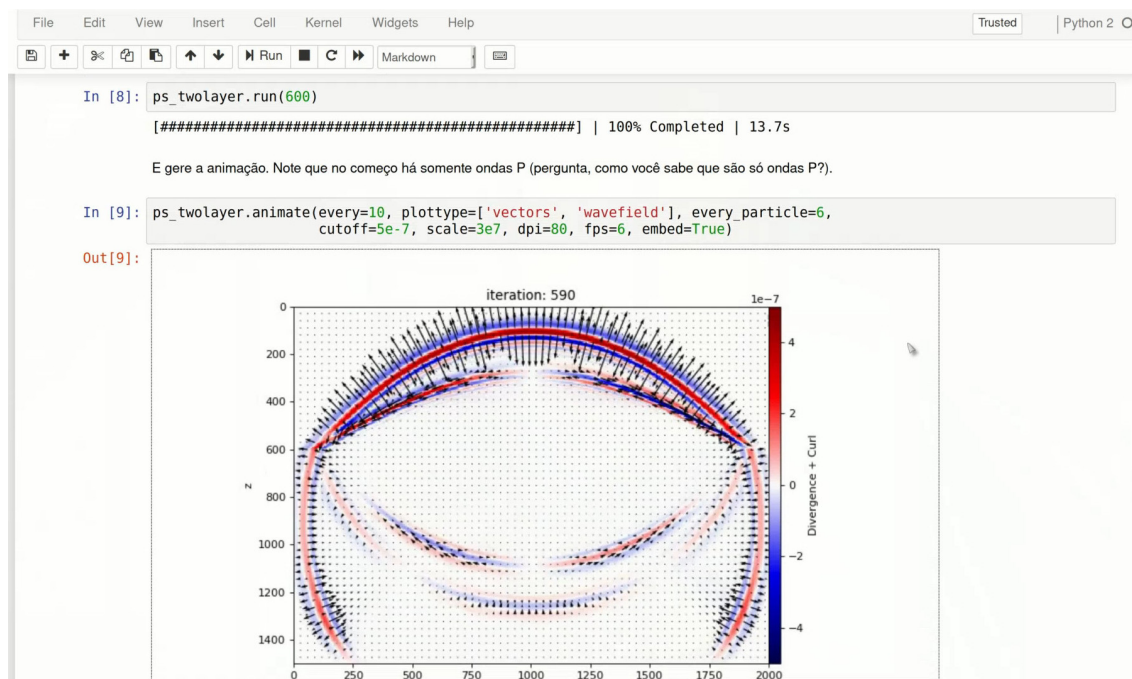


Figura 5.2: Exemplo de um notebook usado na minha disciplina “Geofísica 2” da UERJ para ensinar o conceito de ondas sísmicas, reflexão, refração e conversão de ondas P em ondas S ao interagir com uma interface geológica. O notebook contém instruções, teoria, perguntas e código pronto que os alunos podem executar e modificar para criar animações da propagação de ondas elásticas (utilizando o código de diferenças finitas do Fatiando a Terra). A figura no notebook é parte de uma animação da propagação de uma onda P que incide sobre uma interface, gerando ondas P e S refletidas e refratadas. As cores representam a soma do divergente e o rotacional do campo de deformações, mostrando as frentes de onda. Vetores indicam o deslocamento de cada ponto do modelo, com ondas P e S tendo deslocamento perpendicular e paralelo às frentes de onda, respectivamente.

uma introdução ao sensoriamento remoto, processamento e aquisição de dados de gravidade e com uma componente de campo, onde introduzimos aos alunos os equipamentos que possuímos em Liverpool (magnetometria, GRP, eletrorresistividade, GPS, EM-31 e refração sísmica). Desenvolvi todo o material prático para a componente de sensoriamento remoto, utilizando novamente os notebooks e dados abertos dos satélites Landsat fornecidos na plataforma [EarthExplorer](https://earthexplorer.usgs.gov/) da USGS. A avaliação somativa dessa componente é um relatório onde os alunos escolhem um tema dentro do escopo da disciplina, fazem a pesquisa bibliográfica, baixam os dados relevantes do EarthExplorer, processam os dados usando notebooks em Python e geram suas visualizações e conclusões. Para a grande maioria dos alunos, essa é sua primeira tarefa independente e o seu primeiro contato com a pesquisa. A qualidade e criatividade dos relatórios que os alunos produzem frequentemente me surpreende. Em múltiplas ocasiões, incorporei o trabalho de alunos nas minhas aulas porque eram simplesmente superiores aos exemplos que eu pude desenvolver³. A componente de sensoriamento remoto é sempre elogiada pelos alunos nas avaliações do curso, o que me dá muito orgulho porque foi um tema que aprendi quase inteiramente através de ministrar essa disciplina.

Estou criando a disciplina “ENVS229 Earth and Environmental Data Science” com os

³Por exemplo, as práticas <https://github.com/leouieda/remote-sensing/blob/main/practicals/practical2.ipynb> e <https://github.com/leouieda/remote-sensing/blob/main/practicals/practical4.ipynb>

Professores [Ben Edwards](#) e [Greig Paterson](#). Essa disciplina fornecerá conhecimentos intermediários de programação em Python e técnicas de estatística e análise de dados geocientíficos para todos os cursos de Ciências da Terra do departamento. Isso é atualmente possível porque em 2021 introduzi um curso de programação em Python na disciplina do primeiro ano “ENVS101 Study Skills and GIS”, fornecendo aos alunos a base necessária para cursar a nova disciplina. Nosso desejo de criar essa disciplina foi motivado pela falta de treinamento que os nossos alunos de geologia e geografia física recebem em análise de dados, atividade que atualmente é altamente valorizada por empregadores em geociências e ciência de dados.

5.4 Atividades de Extensão

Minhas atividades na área de extensão universitária são mais limitadas que minha atuação em outras áreas. Parte da razão é meu foco adicional em outras atividades, como minha atuação em ciência aberta (capítulo 4). Por conta da pandemia de COVID de 2020, muitas das atividades de extensão que eram promovidas pela universidade estavam canceladas durante a maior parte da minha estadia em Liverpool. Em 2022, com a retomada das atividades presenciais, participei de três eventos na University of Liverpool chamados de *Open Days*, durante os quais os alunos de ensino médio visitam a universidade para conhecer mais sobre os cursos oferecidos. Na parte das Ciências da Terra, fizemos demonstrações sobre como a viscosidade influencia o fluxo de lava, como o Ground Penetrating Radar (GPR) detecta objetos em subsuperfície e como o conceito de isostasia explica a espessura crustal em regiões montanhosas. Além dos Open Days, fui voluntário no evento *Hour of Code* para ensinar programação para alunos de ensino fundamental da Salt Lake Elementary School em Honolulu, E.U.A. Também fui entrevistado nos podcasts de divulgação das geociências [Undersampled Radio](#) (episódio “[Open Sourcery](#)” de 19/05/2016) e [Don’t Panic Geocast](#) (episódio “[You are headed to a warm and sunny place](#)” de 27/04/2018). Essas atividades são extremamente gratificantes e gostaria de dedicar mais tempo a elas no futuro. Em particular, gostaria de expandir uma atividade que desenvolvi para explicar aquisições aeromagnéticas utilizando ímãs enterrados e o aplicativo de celular [Phyphox](#), que dá acesso aos dados registrados pelos magnetômetros dos celulares modernos.

Projeto de Atuação Profissional

Além de ministrar aulas, pretendo desenvolver projetos com IA para auxiliar startups e empresas júnior da cidade na implementação de modelos generativos em seus serviços e produtos. O objetivo é ensinar estratégias para o uso de IAs quantizadas e de baixo custo operacional, permitindo a implementação diretamente no cliente e, assim, reduzindo os custos para as startups em especial as empresas do Parque Tecnológico do IMD.

Também planejo iniciar projetos pilotos para o uso de IA em diversas áreas, tais como:

- Inclusão Digital para Idosos:** Ajudar idosos a navegar no ambiente digital com segurança através de cursos voltados ao uso de assistentes virtuais. Reduzindo sua vulnerabilidade a informações falsas e promovendo sua inclusão digital.
- Tutoria Virtual para Estudantes:** Implementar pipelines de modelos para serem tutores virtuais para dar suporte personalizado aos alunos em disciplinas específicas, ajudando a melhorar o desempenho acadêmico e a reduzir a carga de trabalho dos professores.
- Secretários Virtuais Acadêmicos:** Desenvolver secretários virtuais para simplificar processos acadêmicos, facilitando a vida dos alunos e aumentando a eficiência no trabalho dos servidores.
- Gestão Inteligente de Energia e Resíduos:** Implementar modelos inteligentes para otimizar o uso de energia no campus, alertando para luzes ou ar-condicionado deixados ligados em salas, e para uma coleta de lixo eficiente, com notificações automáticas para agilizar o recolhimento.
- Apoio a acessibilidade:** Auxiliar o desenvolvimento soluções que auxiliem a acessibilidade como cães guias virtuais para pessoas com deficiência visual, leitores de libras mais avançados para deficientes auditivos e assistentes para pessoas com dificuldade de socialização.

Conclusão

Minha trajetória acadêmica e profissional é marcada pela busca constante por aprendizado, inovação e contribuição à sociedade por meio da tecnologia. Cada etapa, desde meus primeiros projetos na graduação até os desafios atuais no doutorado, moldou minhas competências e consolidou minha paixão pela docência e pela pesquisa aplicada.

Minha motivação para atuar no IMD está diretamente ligada ao potencial de impactar positivamente a formação de profissionais e à oportunidade de desenvolver soluções práticas para desafios reais. Acredito que minha experiência em áreas como sistemas interativos, ensino a distância e inteligência artificial, combinada com meu comprometimento com a inclusão digital e acessibilidade, me permitirá agregar valor ao Instituto e contribuir para o sucesso de iniciativas como o IA360.

Estou determinado a continuar expandindo o conhecimento e promovendo inovações que transcendam a academia, criando um impacto duradouro na indústria, na sociedade e no ambiente educacional. Este memorial reflete não apenas o percurso que me trouxe até aqui, mas também minha visão de futuro e o desejo de construir um legado de transformação e excelência.

Referências Bibliográficas

- Brown, N. C. C. and Wilson, G. (2018). Ten quick tips for teaching programming. *PLOS Computational Biology*, 14(4):e1006023. doi:[10.1371/journal.pcbi.1006023](https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1006023).
- Carlos, D. U., Uieda, L., and Barbosa, V. C. (2014). Imaging iron ore from the quadrilátero ferrífero (brazil) using geophysical inversion and drill hole data. *Ore Geology Reviews*, 61:268–285. doi:[10.1016/j.oregeorev.2014.02.011](https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2014.02.011).
- Carlos, D. U., Uieda, L., and Barbosa, V. C. (2016). How two gravity-gradient inversion methods can be used to reveal different geologic features of ore deposit — a case study from the quadrilátero ferrífero (brazil). *Journal of Applied Geophysics*, 130:153–168. doi:[10.1016/j.jappgeo.2016.04.011](https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2016.04.011).
- Cockett, R., Kang, S., Heagy, L. J., Pidlisecky, A., and Oldenburg, D. W. (2015). SimPEG: An open source framework for simulation and gradient based parameter estimation in geophysical applications. *Computers and Geosciences*, 85:142–154. doi:[10.1016/j.cageo.2015.09.015](https://doi.org/10.1016/j.cageo.2015.09.015).
- Cosh, J. (1998). Peer observation in higher education – a reflective approach. *Innovations in Education and Training International*, 35(2):171–176. doi:[10.1080/1355800980350211](https://doi.org/10.1080/1355800980350211).
- de la Varga, M., Schaaf, A., and Wellmann, F. (2019). GemPy 1.0: open-source stochastic geological modeling and inversion. *Geoscientific Model Development*, 12(1):1–32. doi:[10.5194/gmd-12-1-2019](https://doi.org/10.5194/gmd-12-1-2019).
- Fletcher, J. A. (2018). Peer observation of teaching: A practical tool in higher education. *The Journal of Faculty Development*, 32(1):51–64.
- Golynsky, A. V., Ferraccioli, F., Hong, J. K., Golynsky, D. A., von Frese, R. R. B., Young, D. A., Blankenship, D. D., Holt, J. W., Ivanov, S. V., Kiselev, A. V., Masolov, V. N., Eagles, G., Gohl, K., Jokat, W., Damaske, D., Finn, C., Aitken, A., Bell, R. E., Armadillo, E., Jordan, T. A., Greenbaum, J. S., Bozzo, E., Caneva, G., Forsberg, R., Ghidella, M., Galindo-Zaldivar, J., Bohoyo, F., Martos, Y. M., Nogi, Y., Quartini, E., Kim, H. R., and Roberts, J. L. (2018). New magnetic anomaly map of the antarctic. *Geophysical Research Letters*, 45(13):6437–6449. doi:[10.1029/2018gl078153](https://doi.org/10.1029/2018gl078153).
- Hoyer, S. and Hamman, J. (2017). xarray: N-d labeled arrays and datasets in python. *Journal of Open Research Software*, 5(1):10. doi:[10.5334/jors.148](https://doi.org/10.5334/jors.148).
- Lakshmanan, J. (1991). The generalized gravity anomaly: Endoscopic microgravity. *GEOPHYSICS*, 56(5):712–723. doi:[10.1190/1.1443090](https://doi.org/10.1190/1.1443090).
- Li, X. and Götze, H.-J. (2001). Ellipsoid, geoid, gravity, geodesy, and geophysics. *GEOPHYSICS*, 66(6):1660–1668. doi:[10.1190/1.1487109](https://doi.org/10.1190/1.1487109).
- May, R., Arms, S., Marsh, P., Bruning, E., Leeman, J., Bruick, Z., and Camron, M. D. (2016). Metpy. doi:[10.5065/D6WW7G29](https://doi.org/10.5065/D6WW7G29).
- Melo, F. F., Barbosa, V. C. F., Uieda, L., Oliveira Jr., V. C., and Silva, J. B. C. (2013). Estimating the nature and the horizontal and vertical positions of 3d magnetic sources using euler deconvolution. *GEOPHYSICS*, 78(6):J87–J98. doi:[10.1190/geo2012-0515.1](https://doi.org/10.1190/geo2012-0515.1).
- Nagy, D., Papp, G., and Benedek, J. (2000). The gravitational potential and its derivatives for the prism. *Journal of Geodesy*, 74(7-8):552–560. doi:[10.1007/s001900000116](https://doi.org/10.1007/s001900000116).
- O’Keeffe, M., Crehan, M., Munro, M., Logan, A., Farrell, A. M., Clarke, E., Flood, M., Ward, M., Andreeva, T., Egeraat, C. V., Heaney, F., Curran, D., and Clinton, E. (2021). Exploring the

- role of peer observation of teaching in facilitating cross-institutional professional conversations about teaching and learning. *International Journal for Academic Development*, 26(3):266–278. doi:[10.1080/1360144x.2021.1954524](https://doi.org/10.1080/1360144x.2021.1954524).
- Oliveira Jr., V. C., Barbosa, V. C. F., and Uieda, L. (2013). Polynomial equivalent layer. *GEOPHYSICS*, 78(1):G1–G13. doi:[10.1190/geo2012-0196.1](https://doi.org/10.1190/geo2012-0196.1).
- Oliveira Jr., V. C., Sales, D. P., Barbosa, V. C. F., and Uieda, L. (2015). Estimation of the total magnetization direction of approximately spherical bodies. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 22(2):215–232. doi:[10.5194/npg-22-215-2015](https://doi.org/10.5194/npg-22-215-2015).
- Oliveira Jr., V. C. and Uieda, L. (2012). Tópicos de inversão em geofísica. doi:[10.6084/M9.FIGSHARE.1192984](https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.1192984).
- René, R. M. (1986). Gravity inversion using open, reject, and “shape-of-anomaly” fill criteria. *GEOPHYSICS*, 51(4):988–994. doi:[10.1190/1.1442157](https://doi.org/10.1190/1.1442157).
- Rücker, C., Günther, T., and Wagner, F. M. (2017). pyGIMLi: An open-source library for modelling and inversion in geophysics. *Computers and Geosciences*, 109:106–123. doi:[10.1016/j.cageo.2017.07.011](https://doi.org/10.1016/j.cageo.2017.07.011).
- Silva Dias, F. J., Barbosa, V. C., and Silva, J. B. (2009). 3d gravity inversion through an adaptive-learning procedure. *GEOPHYSICS*, 74(3):I9–I21. doi:[10.1190/1.3092775](https://doi.org/10.1190/1.3092775).
- Socha, K. and Dorigo, M. (2008). Ant colony optimization for continuous domains. *European Journal of Operational Research*, 185(3):1155–1173. doi:[10.1016/j.ejor.2006.06.046](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.06.046).
- Soler, S. R., Pesce, A., Gimenez, M. E., and Uieda, L. (2019). Gravitational field calculation in spherical coordinates using variable densities in depth. *Geophysical Journal International*, 218(3):2150–2164. doi:[10.1093/gji/ggz277](https://doi.org/10.1093/gji/ggz277).
- Touvron, H., Lavril, T., Izacard, G., Martinet, X., Lachaux, M.-A., Lacroix, T., Rozière, B., Goyal, N., Hambro, E., Azhar, F., Rodriguez, A., Joulin, A., Grave, E., and Lample, G. (2023). Llama: Open and efficient foundation language models. *arXiv preprint arXiv:2302.13971*.
- Uieda, L. (2018). Verde: Processing and gridding spatial data using green’s functions. *Journal of Open Source Software*, 3(30):957. doi:[10.21105/joss.00957](https://doi.org/10.21105/joss.00957).
- Uieda, L. (2022). Landsat 9 scenes of the december 2022 mauna loa eruption. doi:[10.6084/M9.FIGSHARE.21677246](https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.21677246).
- Uieda, L. and Barbosa, V. C. (2017). Fast nonlinear gravity inversion in spherical coordinates with application to the south american moho. *Geophysical Journal International*, 208(1):162–176. doi:[10.1093/gji/ggw390](https://doi.org/10.1093/gji/ggw390).
- Uieda, L. and Barbosa, V. C. F. (2012). Robust 3d gravity gradient inversion by planting anomalous densities. *GEOPHYSICS*, 77(4):G55–G66. doi:[10.1190/geo2011-0388.1](https://doi.org/10.1190/geo2011-0388.1).
- Uieda, L., Barbosa, V. C. F., and Braitenberg, C. (2016). Tesseroids: Forward-modeling gravitational fields in spherical coordinates. *GEOPHYSICS*, 81(5):F41–F48. doi:[10.1190/geo2015-0204.1](https://doi.org/10.1190/geo2015-0204.1).
- Uieda, L. and D’Agrella-Filho, M. S. (2006). Paleomagnetismo e mineralogia magnética dos diques cambrianos de maravilhas e prata (pb). doi:[10.6084/M9.FIGSHARE.4779769](https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.4779769).
- Uieda, L., Oliveira Jr., V. C., and Barbosa, V. (2013). Modeling the earth with fatiando a terra. In *Proceedings of the Python in Science Conference*. SciPy. doi:[10.25080/majora-8b375195-010](https://doi.org/10.25080/majora-8b375195-010).
- Uieda, L., Soler, S., Rampin, R., van Kemenade, H., Turk, M., Shapero, D., Banihirwe, A., and Leeman, J. (2020). Pooch: A friend to fetch your data files. *Journal of Open Source Software*, 5(45):1943. doi:[10.21105/joss.01943](https://doi.org/10.21105/joss.01943).
- Uieda, L., Tian, D., Leong, W. J., Jones, M., Schlitzer, W., Grund, M., Toney, L., Yao, J., Ma-

- gen, Y., Materna, K., Fröhlich, Y., Belem, A., Newton, T., Anant, A., Ziebarth, M., Quinn, J., and Wessel, P. (2022). Pygmt: A python interface for the generic mapping tools. doi:[10.5281/ZENODO.3781524](https://doi.org/10.5281/ZENODO.3781524).
- Uieda, L. and Ussami, N. (2008). Utilização de tesseróides na modelagem de dados de gradiometria gravimétrica. doi:[10.6084/M9.FIGSHARE.4779760](https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.4779760).
- Wessel, P., Luis, J. F., Uieda, L., Scharroo, R., Wobbe, F., Smith, W. H. F., and Tian, D. (2019). The generic mapping tools version 6. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 20(11):5556–5564. doi:[10.1029/2019gc008515](https://doi.org/10.1029/2019gc008515).
- Wieczorek, M. A. and Meschede, M. (2018). SHTools: Tools for working with spherical harmonics. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 19(8):2574–2592. doi:[10.1029/2018gc007529](https://doi.org/10.1029/2018gc007529).
- Wild-Pfeiffer, F. (2008). A comparison of different mass elements for use in gravity gradiometry. *Journal of Geodesy*, 82(10):637–653. doi:[10.1007/s00190-008-0219-8](https://doi.org/10.1007/s00190-008-0219-8).