

# boletim **SBGf**

Publicação da Sociedade Brasileira de Geofísica  
Número 125 - Janeiro/Fevereiro/Março 2023  
ISSN 2177-9090

## REDE SISMOGRÁFICA BRASILEIRA

# Rede Sismográfica Brasileira – RSBR

Pelo Comitê Editorial

A RSBR constitui o conjunto de quatro redes distribuídas pelo país: Rede Sismográfica do Sul e Sudeste do Brasil (RSIS), sob a coordenação do MCTI do Observatório Nacional; Rede Sismográfica do Nordeste do Brasil (RSISNE), sob coordenação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Rede Sismográfica Integrada do Brasil (BRASIS), sob a coordenação do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo; e Rede Sismográfica do Centro e Norte do Brasil (RSCN), sob coordenação da Universidade de Brasília. Cada uma das responsáveis por essa rede produziu um artigo apontando os resultados colhidos. Complementarmente, o ON e a USP contam a história da RSBR em outro artigo.

O mês de março é especial pelo dia das mulheres (8 de março). Por isso, homenageamos a geofísica Neiva Zago, aposentada pela PETROBRAS: ela mesma divide informações sobre sua carreira com os leitores do Boletim. Acreditamos que esses depoimentos ajudem a inspirar mulheres geofísicas jovens a pensarem que podem ter uma carreira de sucesso na geofísica. Aproveitando a temática sobre as mulheres, a presidente da SBGf, Roberta Vidotti, também fez um artigo traçando o panorama das mulheres e a participação delas na SBGf.

Boa leitura!

## ADMINISTRAÇÃO DA SBGf

Presidente

Roberta Mary Vidotti

Vice-presidente

Luiz Fernando Santana Braga

Secretário-Geral

Marco Antonio Pereira de Brito

Secretário de Finanças

Rui Pinheiro Silva

Secretário de Relações Institucionais

Diego Chagas Garcia

Secretária de Relações Acadêmicas

Andréa Teixeira Ustra

Secretária de Publicações

Elaine Maria Lopes Loureiro

Conselheiros

Alan de Souza Cunha

Eder Cassola Molina

George Sand Leão Araujo de França

Guilherme Sidou Canha

Jaqueline Krueger

Marco Antonio Cetale Santos

Mário Sérgio Costa

Patrícia Descovi

Ricardo Augusto Rosa Fernandes

Rosângela Corrêa Maciel

Secretários Regionais

Adriany Tiffany Moura Reis Valente (Norte)

Elder Yokoyama (Centro-Oeste)

Eliane da Costa Alves (Regional Sul-Sudeste)

Joelson da Conceição Batista (Regional Nordeste)

Coordenador de Mídias Sociais

Daniel Hochheim Coelho

Editor-chefe da Revista Brasileira de Geofísica

George Sand Leão Araujo de França

Analista de Marketing

Juliana Lima de Souza

Assistente Administrativo

Ivete Berlice Dias

Assistente de Diretoria

Luciene Victorino de Carvalho

Editora de publicações científicas

Adriana Reis Xavier

Técnico de Informática

Gabriel Nunes Dias

BOLETIM SBGf

Editora-chefe

Elaine Loureiro (ANP)

Comitê Editorial

Roberta Mary Vidotti (UnB)

Francisco José Fonseca Ferreira (UFPR)

Elder Yokoyama (UnB)

Andréa Teixeira Ustra (USP)

Wagner Moreira Lupinacci (UFF)

Jornalista Responsável e Edição Gráfica

Juliana Lima de Souza

Registro: MTb0041768/RJ

Distribuição restrita

Também disponível no site [www.sbgf.org.br](http://www.sbgf.org.br)

Sociedade Brasileira de Geofísica – SBGf

Av. Rio Branco, 156 sala 2.509

20040-901 – Centro – Rio de Janeiro – RJ

Tel./Fax: (55-21) 2533-0064

[sbgf@sbgf.org.br](mailto:sbgf@sbgf.org.br) | [www.facebook.com/sbgf.org](http://www.facebook.com/sbgf.org)

## CONFIRA NESTA EDIÇÃO

### 3 NOTÍCIAS

- Edital do Programa de Iniciação Científica 2023-2024

### 6 EVENTOS

- 18th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Exposef

### 7 IN MEMORIAM

- Prof. Dr. Lauro Julio Calliari e Roberto Gamarra Morales

### 8 HOMENAGEM

- Dia Internacional da Mulher

### 10 ARTIGO TÉCNICO I

- A REDE SISMOGRÁFICA BRASILEIRA – BREVE HISTÓRICO DA SISMOLOGIA NO BRASIL – Sergio Fontes (ON/MCTI), Thiago Sant'Anna (ON/MCTI), Marcelo Assumpção (IAG/USP)

### 13 ARTIGO TÉCNICO II

- ATUAÇÃO E RESULTADOS OBTIDOS PELO CENTRO DE SISMOLOGIA DA USP NO CONTEXTO DA REDE SISMOGRÁFICA BRASILEIRA – Centro de Sismologia (IAG/IEE/USP)

### 19 ARTIGO TÉCNICO III

- REDE SISMOGRÁFICA DO SUL E DO SUDESTE DO BRASIL – RSIS – Laboratório de Geofísica Aplicada (LGA/ON)

### 22 ARTIGO TÉCNICO IV

- RESULTADOS SISMOLÓGICOS NA REGIÃO AMAZÔNICA UTILIZANDO DADOS DA REDE SISMOGRÁFICA BRASILEIRA – Marcelo Peres Rocha (Observatório Sismológico da Universidade de Brasília)

### 26 ARTIGO TÉCNICO V

- ATUAÇÃO E PRINCIPAIS RESULTADOS SOBRE A REDE SISMOGRÁFICA DO NORDESTE (RSISNE) – Aderson Farias do Nascimento, José Augusto Silva da Fonseca, Joaquim Mendes Ferreira, Eduardo Alexandre Santos de Menezes (Universidade Federal do Rio Grande do Norte)

### 29 ARTIGO

- MULHERES NA SBGf – Roberta Vidotti (UnB e presidente da SBGf, biênio 2021/2023)

## FUNDO SBGf

DIAMANTE



OURO



PRATA



BRONZE



## NOTÍCIAS

## Edital do Programa de Iniciação Científica 2023-2024



A Sociedade Brasileira de Geofísica (SBGf) torna público o Edital do Programa de Iniciação Científica 2023-2024, para vigência no período de agosto de 2023 a julho de 2024. Os recursos alocados para atender o Programa são oriundos da Sociedade Brasileira de Geofísica. Serão alocadas quatro bolsas de Iniciação Científica, destinadas a quatro dos oito cursos de graduação em geofísica.

As inscrições iniciam no dia 17/04/2023 até 01/05/2023 e devem ser feitas através do formulário preenchido pelo coordenador do curso.

Cronograma:

Inscrições: 17/04/2023 a 01/05/2023.

Divulgação do Resultado Provisório: 22/05/2023

Pedido de Reconsideração: 23/05/2023 a

29/05/2023.

Divulgação do Resultado Final: 13/06/2023.

Implementação das bolsas: 01/08/2023.

Acesse o Edital no [link](#) e inscreva-se.



## Edital para Trabalho Voluntário na SBGf!



Este edital refere-se à seleção de voluntários para atuar nas mídias digitais e no periódico científico *Brazilian Journal of Geophysics* (BrJG) da SBGf.

As candidaturas serão avaliadas por comissão designada pela diretoria da SBGf por meio da análise dos pré-requisitos e da carta de apresentação, a partir das quais será avaliada a capacidade de escrita de acordo com as normas da língua portuguesa, além da motivação em se tornar colaborador da SBGf.

Acesse o site e veja como se [inscrever](#).

## Certificados disponíveis no site!



Os certificados de participação em eventos da SBGf são emitidos no site dos eventos, para facilitar, criamos um tutorial com dois caminhos de acesso.

Basta ir diretamente à Homepage ou em “Eventos” no menu do site.

## NOTÍCIAS

## Anuidade 2023



Fique atento aos valores atualizados para 2023.

Pagamentos até 31 de março de 2023:

Efetivos – R\$ 200,00 (23% de desconto)

Estudantes – R\$ 100,00

Associado Sênior – R\$ 100,00

Pagamentos até 30 de junho de 2023:

Efetivos – R\$ 230,00 (11,5% de desconto)

Estudantes – R\$ 100,00

Associado Sênior – R\$ 100,00

Pagamentos até 31 de dezembro de 2023:

Efetivos – R\$ 260,00 (sem desconto)

Estudantes – R\$ 100,00

Associado Sênior – R\$ 100,00

Mantenha-se em dia com a Sociedade para usufruir dos descontos em eventos e livros.

Veja como se associar no [site](#).

## Novo telefone da SBGf



Devido a modificações técnicas, informamos que a SBGf receberá ligações apenas no novo número (21) 97433-4335.

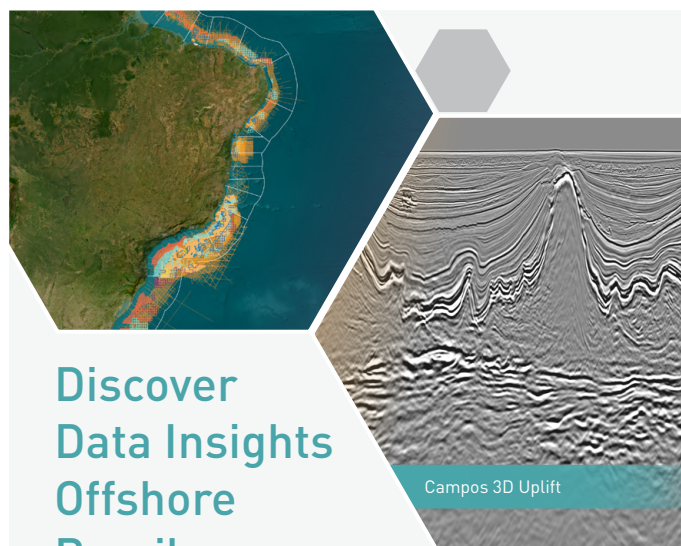
Em caso de dúvidas, entre em contato pelo e-mail [sbgf@sbgf.org.br](mailto:sbgf@sbgf.org.br).

## Siga-nos no Instagram!



Agora você também pode nos acompanhar pelo Instagram.

Siga-nos em [@sbgf.geof](https://www.instagram.com/sbgf.geof) e ajude a divulgar nossos conteúdos sobre a Geofísica!



## Discover Data Insights Offshore Brazil

TGS' library of modern, high-quality data comprises the largest and most comprehensive dataset offshore Brazil.

Contact us to arrange a data viewing.

TGS.com



powered by



## SBGf seleciona melhor vídeo "O que é geofísica?"



**SBGf seleciona melhor vídeo "O que é geofísica?"**

Competição voltada à difusão da geofísica tem como prêmio uma inscrição para o 18th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef e um livro editado e publicado pela SBGf.

**Inscreva-se no site até o dia 16 de abril**

A Sociedade Brasileira de Geofísica vai, através de um concurso nacional, selecionar a melhor produção audiovisual com o conteúdo do tema "O que é geofísica?". A iniciativa tem como objetivo promover a difusão da geofísica como ciência e profissão para a população. As inscrições podem ser feitas até o dia 16 de abril, no site da SBGf na página do Concurso.

Cada associado pode enviar apenas um vídeo, que pode ser individual ou de equipes de até seis associados. O vídeo deve possuir até 2 minutos de duração e conter legenda em português. Dentre os critérios de avaliação estão a qualidade de vídeo e áudio, e do conteúdo técnico. O vídeo que apresentar uma janela simultânea em Libras receberá uma pontuação extra, conforme o regulamento do concurso.

A competição é dividida em três etapas: a primeira consiste na validação da inscrição; a segunda reúne uma banca especializada que avaliará as produções e selecionará os vídeos finalistas; e a terceira selecionará o projeto vencedor através de votação popular, disponível entre os dias 23 e 30 de maio.

A produção vencedora será premiada com uma inscrição para o 18th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef e um livro editado e publicado pela SBGf, para cada participante da equipe. Os materiais audiovisuais finalistas serão reunidos no site da SBGf para divulgação. A divulgação do resultado final ocorrerá no dia 31 de maio de 2023.

Acesse o Edital no [site](#) e inscreva-se até o dia 16 de abril.



© 2017 Halliburton. All Rights Reserved.

## Increase Production. Maximize Results.

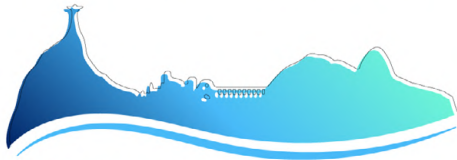
### THROUGHOUT THE LIFE OF YOUR ASSETS

Whatever your production challenge, Halliburton offers a full range of engineered solutions. From real-time diagnostic well interventions to customized specialty chemicals, reliable artificial lift systems, and pipeline and process pre-commissioning and maintenance solutions, we're ready to help keep your production high and costs low. Contact us to learn more.

[halliburton.com/production](http://halliburton.com/production)

# 18th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

RIO DE JANEIRO 16-19 OCTOBER 2023



**18<sup>th</sup> International Congress  
of the Brazilian Geophysical  
Society & Expogef**

**CALL FOR PAPERS**

O 18º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica e EXPOGEF 2023, com o tema Energia e Sustentabilidade, será realizado de 16 a 19 de outubro de 2023, no EXPO MAG Convention Center (antigo Sul America) no Rio de Janeiro e reunirá, instituições governamentais, empresariais, acadêmicas e de pesquisa, do Brasil e do exterior, para debater os avanços tecnológicos em Geofísica

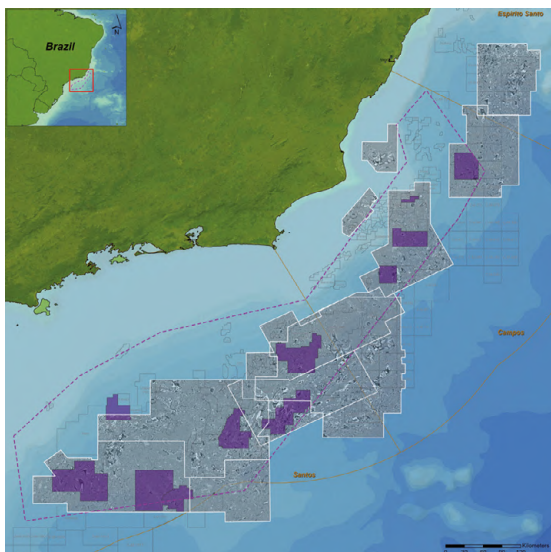
**Abertura do Call for Papers:** 01 de fevereiro de 2023  
**Encerramento do Call for Papers:** 12 de maio de 2023

Contato sobre patrocínio e stands:  
[sponsorship@sbgf.org.br](mailto:sponsorship@sbgf.org.br)

Mais informações: <https://sbgf.org.br/congresso>

WE'RE READY WHEN YOU ARE!

BRASIL  
**60<sup>o</sup>**  
ANIVERSÁRIO



Ready to explore Brazil with confidence?  
We're ready – with Earth data like no other.

CGG's best-in-class data, integrating the latest imaging technologies, cover all of Brazil's pre-salt Permanent Offer blocks.

Contact us today!

[datalibrary.nala@cgg.com](mailto:datalibrary.nala@cgg.com)

[cgg.com/earthdata](http://cgg.com/earthdata)

SEE THINGS DIFFERENTLY



## In Memoriam



A SBGf comunica com pesar o falecimento do Prof. Dr. Lauro Julio Calliari ocorrido nesta terça-feira, 14 de fevereiro. O prof. Lauro era graduado em Oceanologia pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (1975), era mestre em Geociências pela Universidade

Federal do Rio Grande do Sul (1980) e doutor em Oceanografia Geológica pelo Virginia Institute of Marine Science (1990). Foi professor da FURG de 1976 a 2019, quando se aposentou. Sua atuação profissional foi ampla e marcou profundamente a comunidade acadêmica voltada para os estudos da morfodinâmica costeira com enfoque em praias arenosas marinhas e estuarinas, sedimentologia e recursos minerais do mar associados à zona costeira. Foi referência entre os pesquisadores da costa gaúcha em aspectos relacionados ao gerenciamento costeiro usando os princípios da morfodinâmica. Nas palavras de colegas e amigos próximos ele era uma pessoa agradável, amiga e divertida. Muito companheiro e conciliador.

Em parceria com o Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PPGM) a SBGf está finalizando a edição de um livro sobre Recursos Minerais Marinhos, do qual o professor Lauro era o coordenador principal e que contará com dezenas de autores colaboradores.

A SBGf presta solidariedade aos familiares, amigos e a toda a comunidade do PPGM e FURG.



A SBGf comunica o falecimento do Geólogo-Geofísico, Consultor em Geofísica, Roberto Gamarra Morales, ocorrido em 24/02/2023. Morales, como era conhecido por seus colegas, era boliviano, formado na Universidade Federal de Ouro Preto, em 1963. Ingressou na Petrobras

em 1964, iniciando suas atividades em Maceió (AL). Trabalhou na Petrobras e na BRASPETRO por 28 anos, tendo se aposentado em 1992. Trabalhou também nas empresas Expetro, Starfish, CMG, CGG, PDVSA, Silver Martin, Odebrecht e Sonangol.

Morales, além de um profissional respeitado, foi um grande ser humano, tratando seus colegas com uma simpatia contagiante, com bom humor, sempre com um sorriso para todos.

Em sua geração, foi um geólogo-geofísico com des-

taque na Petrobras, tanto como técnico, como gerente de geofísica, na bacia de Campos (década de 1970) e na BRASPETRO, no Brasil e em Angola (década de 1980). Também pela BRASPETRO participou de locações de perfurações que redundaram em descobertas em Trinidad e Tobago, campos de Chaconia e Hibiscus (1981).

Na área de inovação técnica em geofísicas contribuiu para importantes avanços, como por exemplo, o ITERDEC, que foi inspirado nos trabalhos pioneiros de Morales no campo de Garoupa. Na antiga Geoquest, trabalhou pela Petrobras, em projeto conjunto, no entendimento do sinal sísmico e nas técnicas de inversão, que o coloca entre os pioneiros no que chamamos hoje de Geofísica de Reservatórios.

Vimos manifestar nossa solidariedade a seus familiares e amigos e o nosso profundo respeito a este pioneiro da Geofísica de Petróleo no Brasil.

**Somos energy finders.**

Com o conhecimento de nossos experts, revelamos a geologia de importantes bacias sedimentares brasileiras.

Dos estudos geológicos e geofísicos, na exploração e desenvolvimento de diferentes prospectos, à produção em campos com características únicas.

São muitos os desafios que, desde o começo, norteiam a trilha da nossa história.

**Enauta**

Energia é o nosso norte.

[www.enauta.com.br](http://www.enauta.com.br)

# Homenagem – Dia Internacional da Mulher

Neiva Zago – Instituto Tecgraf da PUC-Rio



Neiva Terezinha Zago, mais conhecida como Neiva Zago, é graduada em geologia pela UFPR. Em 1990, ingressou na Petrobras, onde realizou cursos de formação na empresa, o CIGEF - Curso Introductório em Geofísica e o CAGEF - Curso Avançado em Geofísica, no Rio de Janeiro. Sua primeira missão profissional foi trabalhar em equipes sísmicas na Amazônia, em 1991. Foram cinco anos ininterruptos como geofísica de aquisição no ambiente desafiador da Amazônia brasileira. Uma experiência inigualável, em uma época que não existia comunicação por satélite nas equipes heliportáteis, sendo a única comunicação por meio de rádio amador. No início, Neiva participou das atividades operacionais, sendo depois uma das responsáveis pela introdução do processamento sísmico terrestre no campo para controle de qualidade. Após a consolidação deste modelo, visando reduzir o tempo de processamento, algumas etapas de pré-processamento passaram a ser realizadas no campo, utilizando redes neurais para a correção estática, que foi um pioneirismo e um *avant première* do que hoje conhecemos como Inteligência Artificial. Tanto na Petrobras como na indústria de O&G, Neiva Zago participou de estudos de viabilidade e modelagem para a interpretação geofísica visando uma melhor compreensão de áreas mais complexas, elaborando a parametrização do programa 3D-SUC, no qual participou de todas as etapas: proposição, aquisição e processamento final.

Em 1996, foi transferida para o processamento geofísico no E&P-AM, que, na época, estava mudando de tecnologia de máquinas dedicadas, como o *Main Frame*, e indo para as estações de trabalho tipo Unix. Nesse período de transição, devido à experiência anterior com estações de trabalho nas equipes sísmicas, atuou juntamente com outros colegas, como divulgadora no E&P-AM, deste novo ambiente e do novo software de processamento sísmico.

De 1998 a 2000, fez mestrado na UFBA/CPGG, orientada por Reynan Pestana e Eduardo Filpo, no tema conversão tempo-profundidade de velocidades usando imageamento Kirchhoff. Em 2000, foi lotada na Gerência de Tecnologia Geofísica, no Rio de Janeiro, onde o método desenvolvido na dissertação foi implementado, fazendo parte de um conjunto de soluções por raio imagem, denominadas de TauZO. Essas soluções foram muito usadas para obter melhor imageamento em profundidade, quando o imageamento pré-empilhamento em profundidade (a PSDM) ainda era um processo demorado e caro. Esse método também permitia gerar modelos de velocidade mais fidedignos com a geologia das áreas investigadas que os métodos convencionais utilizados até então. Naquele momento, foi crucial para redução de riscos nos projetos exploratórios e no desenvolvimento da produção.

No final de 2006, Neiva foi convidada para assumir a Gerência de Tecnologia Geofísica, sendo responsável por estudos, gestão da carteira, execução de projetos de P&D e consultorias internas em geofísica. Também foi responsável funcionalmente pelo processo de treinamento e desenvolvimento de geofísicos no Brasil e no exterior. Com o desafio da nova província do pré-sal, teve papel fundamental na consolidação de novas tecnologias para um melhor imageamento e no monitoramento de reservatórios (4D) nas rochas carbonáticas. Com destaque para o desenvolvimento em imageamento geofísico, permitindo, hoje, que o processamento na empresa possa executar projetos de toda ordem de complexidade. Além do P&D em geofísica, também liderou estudos, pesquisas e avaliações em HPC - High Performance Computing, incentivando a equipe naquele momento disruptivo e inovador do uso de GPUs para o processamento de algoritmos de alto consumo computacional. Como resultado, a Petrobras foi uma das empresas pioneiras na indústria do óleo e gás, no uso massivo de GPUs para processamento geofísico.

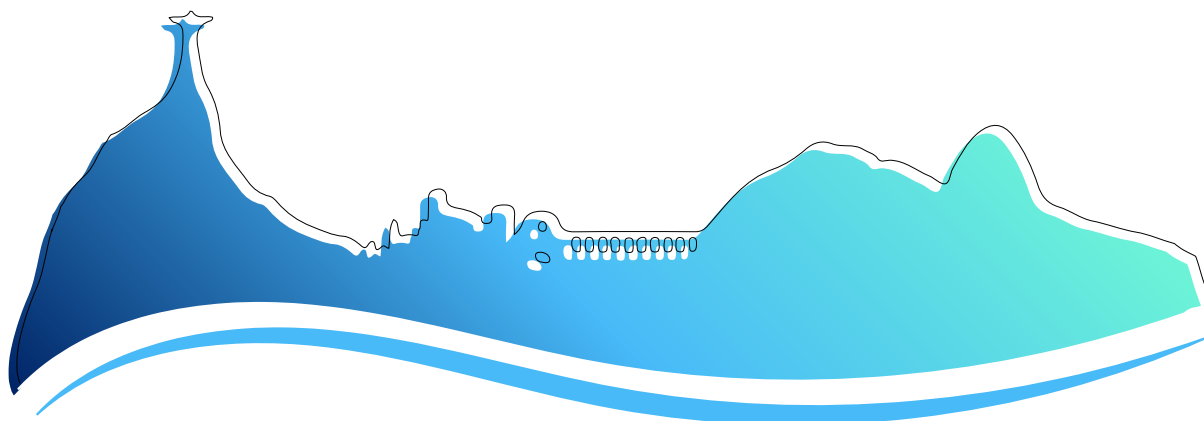
Em 2016, assumiu a Gerência de Processamento Geofísico da Petrobras, tornando-se responsável por essa importante área na empresa, definindo estratégias para atendimento de demandas via processamento interno (*in house*) e externo. Assumiu esta tarefa num momento desafiador, porque além dos projetos de Exploração, havia também o processamento para o Desenvolvimento da Produção no pré-sal, com suas dificuldades técnicas e a responsabilidade dos vultuosos investimentos. Trabalhou sempre privilegiando a incorporação das tecnologias mais avançadas da Geofísica e o rigor técnico. Sob sua liderança, foi realizado o primeiro processamento 4D para os reservatórios do pré-sal, com o desafio de obter sinal 4D nas rochas carbonáticas. O sucesso obtido teve consequências imediatas para a otimização da produção. Teve ainda participação fundamental no reposicionamento da Petrobras no estado da arte no que tange ao parque de *HPC - High Performance Computing*.

Líder e gestora, sempre foi reconhecida por seus pares e liderados, pela sua energia e entusiasmo para atingir os objetivos estratégicos da companhia, além da facilidade de liderar um grupo altamente qualificado e formar equipes comprometidas com os resultados.

No final de 2020, aposentou-se na Petrobras e, desde 2022, está no Instituto Tecgraf da PUC-Rio.



# CALL FOR PAPERS



## **18<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef**

**RIO DE JANEIRO 16-19 OCTOBER 2023**



PROMOTION



# A Rede Sismográfica Brasileira – Breve Histórico da Sismologia no Brasil

Sergio Fontes<sup>1</sup>, Thiago Sant'Anna<sup>1</sup>, Marcelo Assumpção<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ON/MCTI <sup>2</sup> IAG/USP

## O OBSERVATÓRIO NACIONAL (ON)

A Sismologia é o ramo da Geofísica que se dedica ao estudo dos terremotos, ao monitoramento dos movimentos da crosta terrestre, e a relação desses eventos com a evolução geodinâmica do planeta. Os terremotos aterrorizam os seres vivos desde sempre e as civilizações antigas acreditavam que os terremotos ocorriam por conta de anímais gigantes habitando o interior da Terra. Entre relatos episódicos, o que consta na literatura é que somente em 132 AC foi desenvolvido na China o primeiro sistema (sismoscópio) para acusar a ocorrência de um tremor. Pioneiro nas pesquisas em Sismologia no Brasil, o Observatório Nacional teria recebido o primeiro sismógrafo, um pêndulo triplíce do tipo Rebeur-Ehler (Rodrigues, 2012), que foi instalado no Morro do Castelo em 1892. A partir de 1900, Henrique Mourize, então astrônomo auxiliar e posteriormente diretor do ON, implantou um serviço regular de medidas sismológicas, iniciado com o sismógrafo Maincka, que se manteve até 1944. A estação RDJ, instalada em 1922 no prédio histórico do ON (Figura 1), presentemente ocupado pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins - MAST, ficou em funcionamento até 2012 e encontra-se em reforma, visando sua integração ao roteiro de visitas do MAST. Sismógrafos modernos registram a atividade sísmica em 3 componentes em cartões de memória e transmitem dados em tempo real (Figura 2).



Figura 1. Local da instalação dos primeiros sismógrafos no Brasil, na sede do Observatório Nacional, inaugurada em 1922.

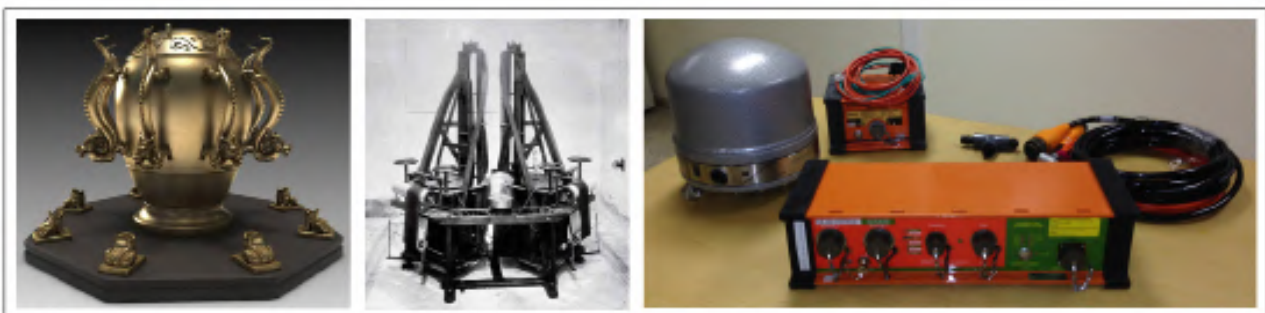


Figura 2. À esquerda, o modelo do primeiro sistema de detecção de sismos (China, 132 AC), ao centro o sismógrafo Maincka instalado pelo ON e à direita, a estação sismográfica Streckeisen (sensor e registrador) que atualmente integram a Rede Sismográfica Brasileira.

## O INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IAG/USP)

O IAG-USP iniciou suas atividades de Sismologia em 1975 com a estação de Valinhos, logo após a contratação do Prof. Marcelo Assumpção em 1974. Registrou seu primeiro sismo brasileiro em 30 de março de 1975 na plataforma continental com magnitude 3.5. Nos anos seguintes, com a contratação do Prof. Jesus Berrocal, iniciou o estudo sistemático da sismicidade do Brasil, com apoio da CNEN, pesquisando extensivamente dados históricos do Brasil, que ainda hoje é referência básica dos catálogos de sismos brasileiros. Com apoio da Petrobras, foi instalada uma pequena rede para monitorar a região Sudeste (SP, RJ e ES). Durante muitos anos, a Sismologia do IAG se restringiu a estudos temporários de surtos de atividade sísmica, monitoramento de alguns reservatórios hidrelétricos no Sudeste e Nordeste, e alguns estudos de refração sísmica profunda usando detonações em pedreiras. Com a implantação da RSBR em 2010 e apoio inicial da Petrobras, o IAG opera hoje 27 estações permanentes (sub-rede BL), como detalhado na apresentação da sub-rede da USP neste Boletim.

## A UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE (UFRN)

Iniciado por um grupo de professores do Departamento de Física Teórica e Experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), o Laboratório Sismológico (LabSis) atualmente está vinculado ao Departamento de Geofísica da universidade. Desde a década de 1970, o laboratório tem trabalhado em conjunto com várias entidades públicas e privadas no Brasil e no mundo a fim de informar e auxiliar as populações locais sobre eventos sísmicos locais, uso da sismologia para entender a estrutura e evolução da Terra e formação de recursos humanos de alto nível. Em particular, a relevância desse trabalho pode ser exemplificada por meio de casos como o de João Câmara/RN, em 1986. O município foi acometido por uma série de tremores de terra, dentre os quais, o de maior magnitude atingiu 5,1. Na época, o acontecimento foi extensamente relatado pela mídia nacional, que destacou o papel do laboratório em situações como essa. O papel do LabSis foi importante no sentido de assessorar as autoridades públicas nas tomadas de decisões. Atualmente, o LabSis também conta com estações de monitoramento sísmico em todos os estados do Nordeste para detectar vibrações dos terremotos que ocorrem nesta região. O LabSis está localizado no campus universitário central da UFRN, em Natal, ao lado da sede administrativa do Departamento de Geofísica.

## A UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)

O Observatório Sismológico da UnB é fruto de um projeto pioneiro para implantação dos primeiros arranjos sismográficos na América Latina, em 1966. Na época, o objetivo era colocar em operação o sistema SASS (South American Array System), para monitorar terremotos na região dos Andes. A Universidade, uma das grandes apoiadoras do projeto, ficou responsável pelos arranjos, instalados na instituição e no Parque Nacional de Brasília. Dessas estações, se originou, na década de 1980, o SIS, com a ampliação do número de instrumentos em outros estados e especialmente na região Amazônica. Nos anos 1990, a Estação Sismográfica de Brasília se tornou o Observatório Sismológico, com gestão independente na UnB. O OBSIS também mantém importante atuação no monitoramento de barragens hidrelétricas no território brasileiro. A Figura 3 ilustra um mosaico das instalações atuais dos quatro centros de sismologia que compõem a RSBR.



Figura 3. Instalações dos quatro centros de sismologia que compõem a RSBR. Respectivamente, da direita para a esquerda e de cima para baixo, ON, UnB, UFRN e IAG/USP.

## POR QUE UMA REDE PARA MONITORAR SISMOS NO BRASIL

Embora o Brasil esteja situado bem no meio da placa tectônica da América do Sul e, portanto, longe das bordas que geram terremotos de grandes proporções, terremotos de magnitudes maiores que 6 já ocorreram no país. Felizmente, apenas uma fatalidade foi registrada no Brasil até hoje, por conta de um terremoto de magnitude 4,9 que ocorreu em dezembro de 2007 na cidade de Itacarambi, no norte de Minas Gerais, quando uma menina morreu atingida por uma parede da casa, edificação precária muito comum no país. O terremoto de magnitude 5,1 em João Câmara no Rio Grande do Norte em 30 de novembro de 1986, seguido por mais de 50.000 réplicas ao longo de 10 anos, foi o evento de maior repercussão no Brasil, tendo afetado alguns milha-

res de casas e provocado pânico na população local. Os estudos que se seguiram indicaram que os tremores foram decorrentes da reativação da Falha de Samambaia, sem expressão em superfície (Bezerra et al. 2007).

Os terremotos mais fortes já registrados no Brasil ocorreram no município de Tarauacá no Acre, em 7 de junho de 2022, com magnitude 6,5 e profundidade acima de 600 km; na Serra do Tombador (MT), em 31 de janeiro de 1955, com magnitude de 6,6; e a 400 km offshore na latitude de Vitória, de magnitude 6,1, em 3 de março de 1955. Nenhum deles causou qualquer tipo de dano. A Figura 4 apresenta os sismos de magnitude superior a 2,5 no território brasileiro, entre 1720 e 2020. Sismos históricos reportados na imprensa da época são assinalados na cor azul.

O monitoramento da atividade sísmica no país, além de fornecer informações que possam ampliar o conhecimento e estabelecer políticas para a construção civil em áreas de maior risco sísmico, fornecem dados científicos valiosos que permitem conhecer melhor as estruturas geológicas da crosta e manto sob o território brasileiro, com benefícios para a sociedade.



## ARTIGO TÉCNICO I

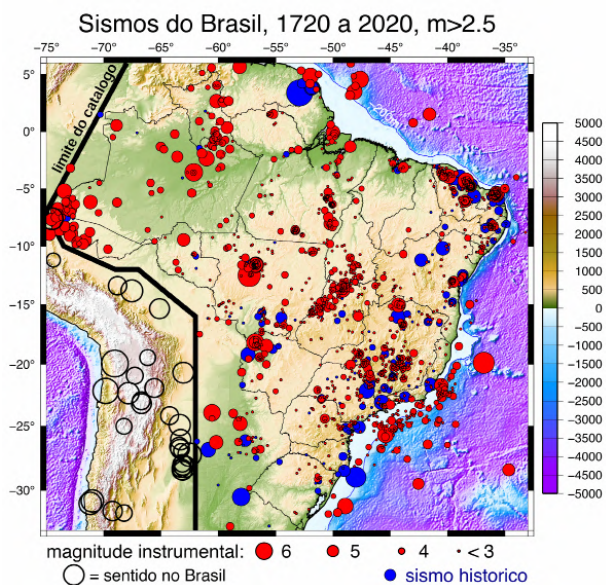


Figura 4. Distribuição de sismos no território brasileiro entre 1720 e 2020 (fonte: IAG/USP).

ao aumento da cobertura de estações, à predominância da coleta de dados em tempo real e pelo compartilhamento dos dados entre as instituições e com a comunidade em geral (Bianchi et al., 2018). Parte desses resultados são relatados em outros artigos deste Boletim, nas descrições de cada uma das sub-redes que compõem a RSBR.

Entre 2015 e 2020, e novamente a partir de 2023, o Serviço Geológico do Brasil (SGB) vem apoiando a manutenção da RSBR. As instituições da RSBR complementam recursos por intermédio de projetos de P&D e recursos próprios. A inserção internacional da RSBR advém do intercâmbio de dados junto ao IRIS, que é um consórcio de pesquisa universitária americano dedicado a explorar o interior da Terra por meio da coleta e distribuição de dados sismológicos e da filiação das instituições da RSBR ao Centro Sismológico Internacional – ISC, sediado na Inglaterra.

O futuro próximo reserva a instalação de link de satélites na totalidade das estações existentes, a implantação de novas estações sismográficas especialmente na Amazônia, por sua menor cobertura e a expansão da RSBR para o mar do sudeste brasileiro, com a implantação de sismômetro de fundo oceânico (OBS) e sismógrafos flutuantes (mermaids), com financiamento já assegurado da FINEP.



Figura 5. Portal Web da RSBR. Visite: [rsbr.on.br](http://rsbr.on.br)

## A REDE SISMOGRÁFICA BRASILEIRA – RSBR

A RSBR, composta atualmente por cerca de 94 estações, é constituída pela Rede Sismográfica Integrada do Brasil – BRASIS, sob a coordenação do Centro de Sismologia do IAG/USP, pela Rede Sismográfica do Nordeste do Brasil – RSISNE, sob a coordenação do Laboratório Sismológico da UFRN, pela Rede Sismográfica do Centro e Norte do Brasil – RSCN, sob coordenação do Observatório Sismológico da UnB e pela Rede Sismográfica do Sul e Sudeste, coordenada pelo ON. Os dados registrados nas estações sismográficas são transmitidos e analisados, para detecção de terremotos em tempo real. Os dados da RSBR são públicos e cada instituição componente da RSBR mantém páginas Web que disponibilizam boletins de sismos, serviços e informações gerais sobre Sismologia. O portal da RSBR (Fig. 5), contém informações sobre todas as estações, o catálogo brasileiro de eventos e acesso aos dados. A implantação da RSBR, financiada pela Petrobras entre 2008 e 2014 nos termos da lei do petróleo, representa um marco na Sismologia brasileira, sendo notável o avanço na pesquisa na área de Sismologia no país, devido

## REFERÊNCIAS

Bezerra, F.H.R., Takeya, M.K., Sousa, M.O.L., do Nascimento, A.F., 2007, Coseismic reactivation of the Samambaia fault, Brazil. *Tectonophysics* 439, 27–39.

Bianchi, M. B., Assumpção, M., Rocha, M. P., Carvalho, J. M., Azevedo, P. A., Fontes, S. L., et al. (2018). The Brazilian Seismographic Network (RSBR): Improving Seismic Monitoring in Brazil. *Seismological Research Letters*, 89(2A), 452–457. <https://doi.org/10.1785/0220170227>

Rodrigues, Teresinha J.A. 2012, Observatório Nacional 185 anos: protagonista do desenvolvimento científico-tecnológico do Brasil. Rio de Janeiro, ON CDU 520.1 (81)

Inscriva-se no nosso canal do  
**YouTube**

# Atuação e Resultados obtidos pelo Centro de Sismologia da USP no contexto da Rede Sismográfica Brasileira

Centro de Sismologia - IAG/IEE/USP

## INTRODUÇÃO

A implantação da Rede Sismográfica Brasileira (RSBR, Bianchi et al., 2018), por volta de 2009, dentro da iniciativa da Petrobras e suas redes temáticas, foi uma divisora de águas para os grupos de estudo sismológicos no Brasil.

Até 2009, o grupo de sismologia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP) dividia o seu foco entre a operação de estações temporárias para estudo de crosta e manto, a operação de redes de monitoramento para estudos de surtos de sismicidade local (ou mesmo dentro de convênios - CBA, COPEL, CHESF, Eletronuclear, Petrobras, e etc) e na manutenção da rede RESUSP (Rede Sismográfica da USP, que incluía dentre outras estações a estação VAO - hoje VABB) e uma estação internacional, sigla SPB, com o GEOSCOPE (França). Os dados coletados eram utilizados para a construção do boletim sísmico brasileiro, desde a década de 1970.

Tais estações foram efetivas nos primeiros estudos de espessura da crosta (Assumpção et al., 2002), tomografia do manto (Vandecar et al., 1995) e estudos de anisotropia do manto (James & Assumpção, 1996). Adicionalmente, cada estudo de surto de sismicidade colaborava com uma informação pontual do campo de esforço local. A informação em cada projeto ficava limitada à região de estudo e a integração entre as regiões nem sempre era possível por conta da distribuição espacial e temporal das estações. Notava-se claramente uma perda de resolução em determinadas regiões ou intervalos de tempo (quando o catálogo sísmico era considerado).

A partir de 2010, o grupo de sismologia da USP se organizou no Centro de Sismologia (CS), representando o compromisso da USP de operar uma rede de estações permanentes, a rede BL, manter os dados acessíveis e divulgar informações sismológicas básicas, resultados das atividades diárias dos pesquisadores e técnicos do Centro. Isso foi possível pela implantação do projeto BRASIS dentro do escopo das redes temáticas da Petrobras. Embora o projeto original tenha sido finalizado em 2015, o compromisso assumido se mantém, parcialmente fomentado pela iniciativa do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) implementado via Observatório Nacional (ON). A CPRM dentro desse contexto visa apoiar o monitoramento da sismicidade em território nacional.

O CS enxerga hoje a RSBR como uma infraestrutura de apoio à pesquisa sismológica e ciências da Terra. Seus dados podem complementar novos projetos (reduzindo custos) e, embora pesquisas tenham sido já desenvolvidas com os dados das estações da RSBR, ainda há muito o que fazer. Novos estudos mostram que a operação de uma rede permanente se justifica mesmo em um contexto de baixa sismicidade (comparado com outras regiões do planeta). Com ela é possível responder às demandas cada vez mais exigentes da sociedade civil e científica, como nos estudos associados a barragens de rejeito (Agurto et al. 2016) ou ao uso do ruído sísmico no monitoramento de tráfego (Dias et al., 2020).

Este artigo apresenta a atuação do Centro de Sismologia da USP, suas estações, soluções e serviços que integram a RSBR hoje.

## A REDE

O CS opera a rede de estações registrada sob o código BL dentro da FDSN. No total são 26 estações banda larga (período de resposta entre 120s e 50Hz), todas com transmissão em tempo real e mais duas estações de parceiros: Teles Pires (STP02) e Angra dos Reis (ESAR) - atualmente sem transmissão.

A Figura 1 mostra o mapa das estações da rede BL. Como estimado por de Araujo (2023) a mínima distância média entre estações da rede BL é de 194 km, valor este intermediário entre a mínima distância média das estações das redes ON (implementada pelo Observatório Nacional, ON) ou NB (implementada pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN) (135 km e 139 km respectivamente), e a rede BR (373 km) operada pela Universidade de Brasília (UnB).

<sup>1</sup>Federação internacional de dados sismográficos digitais (<https://www.fdsn.org/>).

## ARTIGO TÉCNICO II

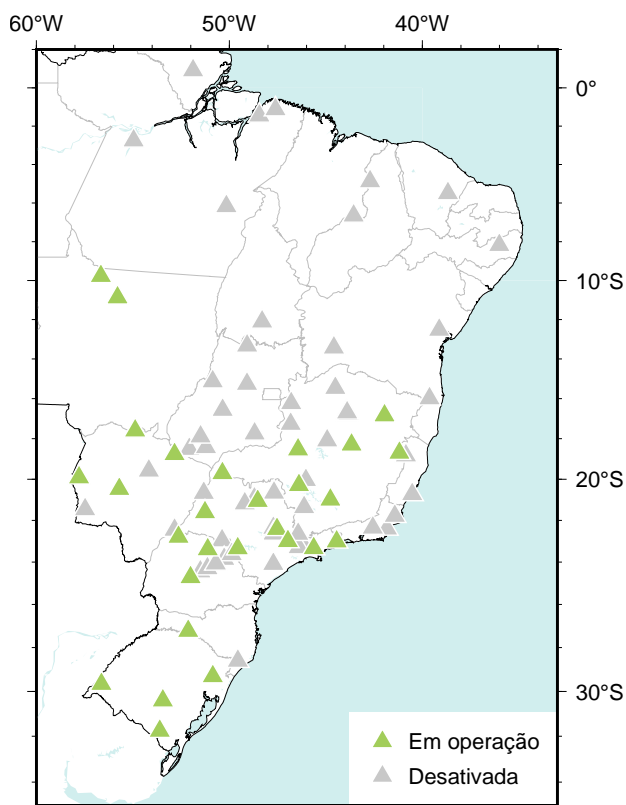


Figura 1: Estações integrantes da rede BL, operada pelo CS USP no contexto da RSBR.

## TRANSMISSÃO DE DADOS

Uma estação sismográfica operando com 100 amostras por segundo transfere em média 45 Mb de dados comprimidos (15 Mb por canal) em formato miniSEED por dia. Esse valor, embora pequeno atualmente, não pode ser transferido de uma vez, mas sim, em pequenos pacotes de dados ao longo do dia.

Dada a abrangência da rede BL, o CS adota diferentes meios de transmissão. Hoje, mantemos uma central de satélite própria montada com base nos equipamentos de baixo consumo (Tabela 1) fabricados pela empresa Nanometrics para até 30 enlaces. Este meio de transmissão é usado majoritariamente para as estações da rede BR, e uma estação da rede ON, no Arquipélago de Abrolhos/BA. Na rede BL, apenas 4 estações fazem uso desta tecnologia.

Além da central de satélite, o CS mantém um contrato com a empresa KORE de redes móveis e diversos contratos com provedores locais (WISP). Para maximizar a disponibilidade das nossas estações e ter liberdade na escolha dos pontos, o CS investe em testes de modems industriais de baixo consumo e, recentemente, no uso de outras tecnologias de transmissão por satélite, mas que até o momento são dificultadas pelo alto consumo de energia dos equipamentos.

Na Figura 3, mostramos uma foto dos receptores da empresa Nanometrics instalados no centro de dados do CS e o modem industrial atualmente em uso.

Para a escolha do ponto de instalação das estações consideramos: 1) A localização, visando uma rede com espaçamento homogêneo, mas garantindo estações em regiões de sismicidade conhecida, 2) O tipo de solo - é dada preferência a rochas duras ao invés de solo ou sedimentos e 3) A disponibilidade de Internet no local.

Geralmente as estações contam com uma estrutura de alvenaria para os equipamentos de registro, transmissão e energia e um abrigo independente para o sensor. Ainda é necessário minimizar as fontes de vibração (canos ou outros materiais soltos que possam vibrar, ou mesmo cursos de água próximos, etc.).

Na Figura 2, mostramos exemplos de instalações de equipamentos nas nossas estações sismográficas.



Figura 2: Exemplo de estação e equipamentos instalados. Vista geral da estação PMNB (Patos de Minas/MG) sobre afloramento de rocha dura: à esquerda caixa de terra cobrindo o sensor, à direita cabine com registrador e acessórios (a); Abrigo dos equipamentos na estação CPSB (Caçapava do Sul/RS) e (c) Sensor Nanometrics Trillium 120PA instalado no abrigo de uma estação.

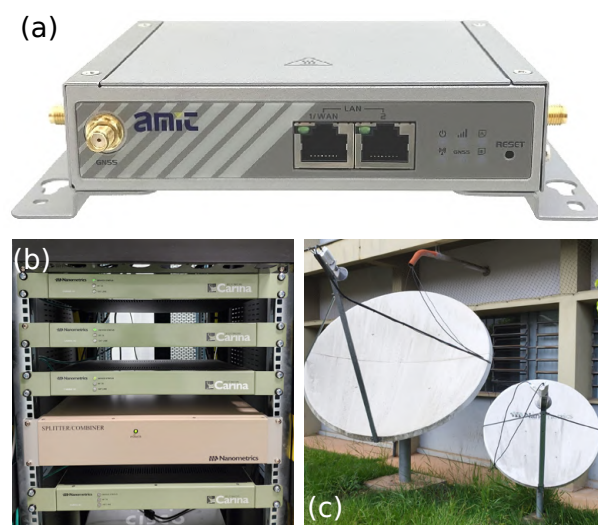


Figura 3: Equipamentos utilizados pela central de satélite do CS USP e modems para redes móveis. (a): Modem 3g veicular AMIT, (b) Separadores de sinal/Receptores/Transmissores Nanometrics e (c) Antena de recepção/transmissão.

Finalmente, a Tabela 1 consolida algumas informações e parâmetros associados com cada um dos tipos de transmissão adotados.

	VSAT privado	ViaSat	Redes Móveis	WISP
Consumo (W)	14.4	60	9.5	6.5
Disponibilidade <sup>2</sup>	99,9%	99%	95%	98%
Custo <sup>1</sup> mensal	33%	100%	17%	18%
Custo <sup>1</sup> implan.	100%	12%	3%	2%
% de estações	15.4 %	3.8%	42.3%	38.5%
Cap. Re.	baixa	alta	média	alta
Cobertura	alta	alta	média	baixa

Tabela 1: Comparativo dos meios de transmissão utilizados pelo CS USP. Cap. Re. = Capacidade de retransmissão.

<sup>1</sup>Valor em porcentagem referente ao item de maior custo por ponto; <sup>2</sup>Estimativa feita com base na experiência do CS durante os últimos anos.

copiados por outros membros. Tal iniciativa garante uma camada adicional de proteção para toda a RSBR.

Atualmente o volume de dados brutos da RSBR arquivados sob gestão do CS é de 3.8+2.0 Tb de dados próprios (redes BL e BR respectivamente), 2.4 Tb de dados da rede NB (UFRN) e 1.4 Tb de dados da rede ON. A Figura 4 mostra o número de estações arquivadas na rede BL em relação ao volume de dados da mesma rede. O volume de dados segue aproximadamente o número de estações e a taxa de amostragem escolhida (10 ou 100 amostras por segundo, antes e depois do projeto BRASIS). Picos no número de estações correspondem a projetos de pesquisa desenvolvidos na região Sul e Sudeste (Brazilian Lithospheric Seismological Projects 92, 95, 99 e 02).

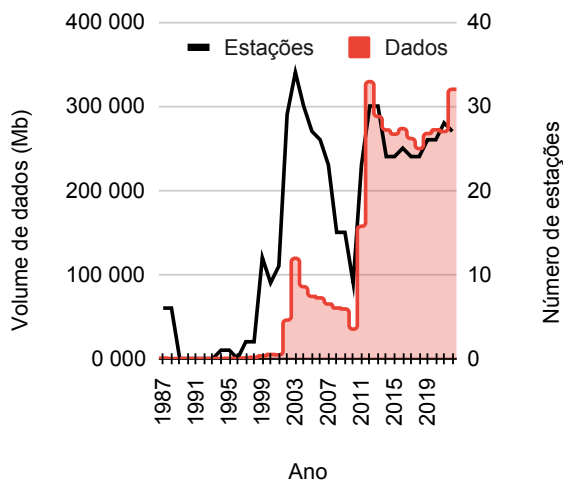


Figura 4: Volume de dados e número de estações na rede BL sob gestão do CS por ano. Embora o projeto BRASIS tenha iniciado em 2009, a rede BL consolida estações temporárias operadas até 2009 pela USP.

e mais de 1 000 000 leituras automáticas apenas para a rede BL. Tais informações são de difícil interpretação, mas refletem a qualidade e disponibilidade dos dados.

Na Tabela 2, consolidamos a porcentagem de leituras automáticas e manuais no total por rede processada. O aproveitamento foi definido como a porcentagem de leituras manuais frente às automáticas. Cada sub-rede da RSBR apresenta características próprias. A rede BR mostra um excesso de leituras automáticas e por consequência um valor baixo de aproveitamento. Isso pode decorrer da dificuldade de manutenção na região, por outro lado, é uma das redes com a maior contribuição de leituras manuais (provavelmente devido à alta disponibilidade de transmissão

## O CENTRO DE DADOS

Os dados são transmitidos via Internet (dados móveis, WISP e ViaSat) ou link VSAT privado das estações para o Centro de processamento em São Paulo. Todos os dados recebidos das estações da rede BL (e BR) são retransmitidos, e podem ser acessados em tempo real utilizando um cliente SeedLink compatível.

O Centro de dados tem três níveis de serviços internos: a aquisição (responsável pela coleta dos dados das estações em tempo real), o processamento (responsável pela detecção e revisão dos eventos) e a disseminação (disponibilização de dados brutos e demais resultados). Todos os serviços são implementados com base na ferramenta SeisComp (atualmente versão v2020.330).

Como parte das atividades da RSBR, o CS sincroniza os dados brutos da rede ON e NB localmente. Dessa forma, temos uma cópia fiel dos dados brutos de ambas as instituições (recebemos localmente os dados da rede BR), assim como oferecemos nossos dados para serem

Além dos dados brutos o CS gerencia outros tipos de dados, dentre eles:

1. Metadados das estações - informações do instrumento e localização das estações sísmográficas.
2. Leituras automáticas e manuais de tempos de chegadas de fases sísmicas.
3. Lista de eventos em forma de catálogo e boletins - listagens das coordenadas, profundidades, magnitudes e horas de origem de eventos localizados e revisados.
4. Relatos de tremores de terra reportados pela população.

Em números, o catálogo de eventos do CS conta com mais de 23 000 eventos e 175 000 origens (tentativas de localização de um evento). Quando comparamos o número de eventos no catálogo para a região estável da América do Sul temos catalogados em média 7.5 eventos/ano entre 1900-2010, e após a implementação da RSBR esse número aumentou para 295 eventos/ano (39 x mais). Para apoiar esse número de eventos, o banco de dados contém mais de 170 000 leituras manuais

<sup>2</sup>O endereço seedlink do centro de sismologia é [seisrequest.iag.usp.br](http://seisrequest.iag.usp.br) porta tcp/ip 18000.

## ARTIGO TÉCNICO II

VSAT privada). As redes ON e NB mostram valores baixos de leituras tanto automáticas quanto manuais, indicando possivelmente uma menor disponibilidade dos dados transmitidos.

	Automáticos	Manuais	Aproveitamento
BL	20%	37%	12%
BR	72%	43%	4%
ON	4%	11%	16%
NB	4%	8%	12%

Tabela 2: Número percentual de leituras automáticas e manuais consolidadas por rede. Aproveitamento é a razão entre o número de leituras manuais e automáticas.

SeisComp na forma como utilizado hoje tem o foco apenas na localização de eventos globais de magnitudes acima de 5 mb, enquanto que os eventos que ocorrem na plataforma estável, tem na sua grande maioria magnitudes menores (< 4 mb). Dessa forma, os analistas do centro buscam manualmente por eventos em registros diários para complementar o catálogo. Eventos reconhecidos são localizados, com sua magnitude determinada e, quando relevantes, informes específicos são publicados de forma rotineira<sup>3</sup>. Os resultados das análises ficam disponíveis para consulta automaticamente.

O controle de qualidade dos dados envolve diferentes etapas: 1) Acompanhamento semanal de parâmetros das estações remotamente (disponibilidade de enlace, ciclo de carga da bateria e % de dados recebidos), 2) Acompanhamento do nível do ruído nas estações (através de PDFs, Figura 5) e 3) Arquivamento dos dados coletados.

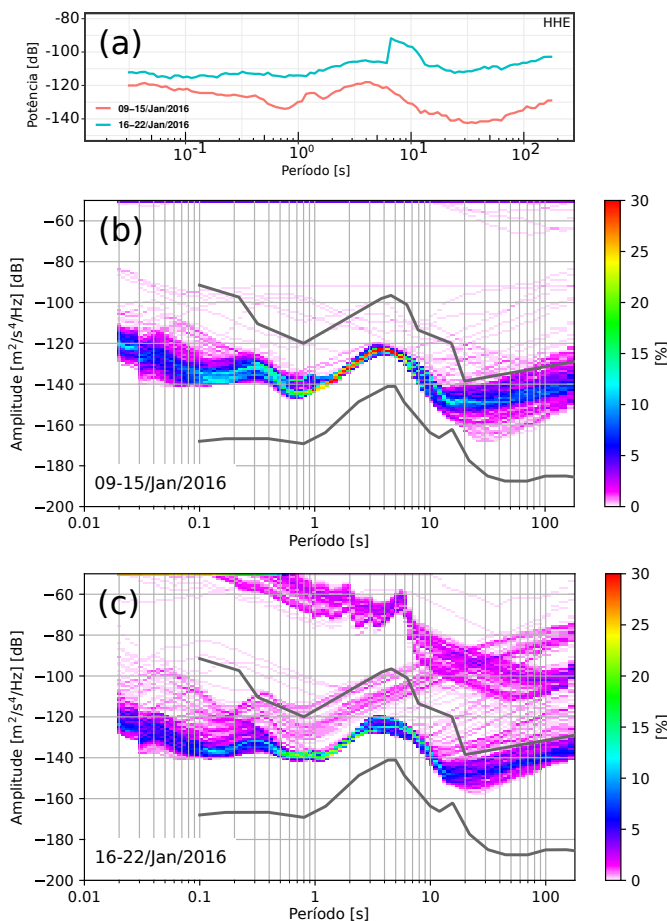


Figura 5: Gráfico da densidade espectral (PDF), computada através dos espectros de uma hora para a estação BB19B, canal HHE em dois períodos diferentes: 09-15/Jan (b) e 16-22/Jan (c) do ano de 2016. Em (a) observamos a comparação da mediana da máxima densidade espectral que descreve o comportamento médio da estação no período. No período de 16-22/Jan houve uma deterioração na qualidade do sinal (aumento do ruído) devido à infiltração de água no abrigo do sensor.

Finalmente, desde 2015 o CS coleta, interpreta e arquiva os relatos macro sísmicos via plataforma própria.

## OS PROCEDIMENTOS

O CS durante o projeto BRASIS desenvolveu procedimentos em que são revisados de tempos em tempos focados em: 1) Busca e localização de eventos em território nacional, 2) Controle de qualidade das estações.

O processamento automático realizado pelo

Embora todas as estações<sup>4</sup> transmitam seus dados em tempo real, e tenham algum nível de retransmissão quando o enlace é restabelecido, não é incomum falhas pontuais na transmissão que causam lacunas de dados arquivados completados pela coleta manual, realizada durante as visitas de manutenção que ocorrem em um intervalo médio de 6 meses a 1 ano. Completar a base de dados é um processo delicado para o qual desenvolvemos procedimentos próprios que consideram: 1) O dado coletado nas visitas é o melhor dado existente da estação, 2) Lacunas no dado coletado são preenchidas com dados da transmissão, e 3) O dado coletado deve sempre completar a base de dados existente, mantida a prioridade de qualidade dos dados.

## OS SERVIÇOS

Todo o trabalho desenvolvido pelo CS alimenta uma série de serviços disponíveis para acesso.

### Página Web

Desde a sua criação o CS mantém uma página WEB onde consolida informações relevantes (<https://sismo.iag.usp.br/><sup>5</sup>). Recentemente toda a infraestrutura do Centro migrou seus serviços WEB para https, mantendo-se atualizado à tecnologia vigente.

<sup>3</sup><https://sismo.iag.usp.br/reports/>

<sup>4</sup>Excluindo as estações de parceiros.

<sup>5</sup>Alternativamente é possível também usar <https://moho.iag.usp.br/>

O sítio WEB do CS foi totalmente reescrito pelo grupo em 2015 com um conceito minimalista e se divide basicamente em Terremotos, Estações, Dados, Informes e Sobre. O foco adotado foi oferecer uma informação confiável e ferramentas responsivas.<sup>6</sup>

### Catálogo Sísmico

O catálogo sísmico é a listagem de eventos, suas origens e leituras. O catálogo é uma listagem dinâmica que tem eventos adicionados, removidos ou mesmo modificados sem aviso prévio.

O catálogo é a fonte de informação para a listagem e mapa de eventos em <https://sismo.iag.usp.br/eq/latest> assim como em <https://sismo.iag.usp.br/monitor/>. O monitor sísmico é um painel interativo que pode ser integrado em qualquer display ou dispositivo com acesso à internet.

### Boletim Sísmico

O boletim sísmico é uma listagem revisada de parâmetros hipocentrais. Ele não contém leituras, apenas coordenadas dos eventos, hora de origem, magnitude e alguma informação macrossísmica.

É possível pensar no boletim como uma versão filtrada e congelada do catálogo. Hoje o boletim está acessível em <https://sismo.iag.usp.br/eq/bulletin/> e tem sido mantido sob controle de versão. O boletim tem a sua importância para estudos de ameaça sísmica e outras publicações já que é um produto citável, e suas versões são imutáveis.

Além disso, o boletim recebe eventos de outras instituições da Rede que podem ou não estar presentes no catálogo do CS.

### Dados

A disseminação de dados brutos é feita seguindo os critérios estabelecidos pela FDSN que considera dados de forma de onda, dados de eventos (catálogo) e dados de estações (metadados). Dados arquivados podem ser acessados via o servidor FDSNws localizado em <https://sismo.iag.usp.br/fdsnws/> ou, através de páginas específicas para auxiliar o usuário em <https://sismo.iag.usp.br/rq/>. O CS tem seus serviços registrados e integrados à FDSN, sendo o único centro de dados Sul Americano listado.

Dados de forma de onda em tempo real devem ser acessados via SeedLink, em [seisrequest.iag.usp.br](https://seisrequest.iag.usp.br) porta tcp/ip 18000. Hoje o CS compartilha dados em tempo real com mais de 25 instituições ao redor do mundo.

### Relatos Macrossísmicos

A última forma de dado que o Centro coleta são os relatos de tremores sentidos. O nome desse produto é SentiuAi? e foi lançado em 2015 com a modernização do site. Até hoje recebemos um total de 5026 relatos, dos quais 1205 foram associados a eventos contidos no nosso catálogo sísmico.

## CONCLUSÃO

O projeto BRASIS, dentro da RSBR representou uma mudança na forma como os estudos sismológicos foram executados e, permitiu novas formas de planejamento de novos estudos - com base em uma rede permanente existente. Hoje o Centro mantém colaborações com empresas do setor privado oferecendo a possibilidade de compartilhar os seus dados dentro da RSBR, como é o caso das estações ESAR e STP02 já integradas. No longo prazo, o BRASIS permitiu ao grupo de sismologia da USP atuar como Centro de apoio a pesquisa sismológica tanto para a comunidade externa quanto para os próprios pesquisadores e alunos da USP.

## AGRADECIMENTOS

As pessoas que hoje tornam o Centro uma realidade são: Marcelo Assumpção, Marcelo Belentani de Bianchi, Carlos Moreno Chaves, José Roberto Barbosa, Cleusa Barbosa, Luis Galhardo Filho, Jackson Calhau, Bruno Collaço, Emília Brasília, Daniel Rosa, Caio Augusto Deiroz Amaral. Durante a implantação da rede BL, contamos com o apoio de Marlon Pirchiner, Marcos Vinícius, Sergio Fachin, Nilton Silva e Felipe Neves dentre outros.

<sup>6</sup>Ferramentas responsivas focam na usabilidade e também na precisão com que a informação pode ser buscada, garantindo sempre uma sincronia entre a informação entregue e a gerada pelos procedimentos internos do Centro. Pensamos no site como uma ferramenta de precisão para a comunidade e para nós mesmos.

## ARTIGO TÉCNICO II

## REFERÊNCIAS

Agurto-Detzel, H., Bianchi, M., Assumpção, M., Schimmel, M., Collaço, B., Ciardelli, C., et al. (2016). The tailings dam failure of 5 November 2015 in SE Brazil and its preceding seismic sequence. *Geophys. Res. Lett.*, 43(10), 4929–4936. <https://doi.org/10.1002/2016GL069257>

Assumpção, M., James, D., & Snoke, A. (2002). Crustal thicknesses in SE Brazilian Shield by receiver function analysis: Implications for isostatic compensation. *J. Geophys. Res.*, 107(B1), ESE 2–1–ESE 2–14. <https://doi.org/10.1029/2001JB000422>

Bianchi, M. B., Assumpção, M., Rocha, M. P., Carvalho, J. M., Azevedo, P. A., Fontes, S. L., et al. (2018). The Brazilian Seismographic Network (RSBR): Improving Seismic Monitoring in Brazil. *Seismological Research Letters*, 89(2A), 452–457. <https://doi.org/10.1785/0220170227>

Dias, F. L., Assumpção, M., Peixoto, P. S., Bianchi, M. B., Collaço, B., & Calhau, J. (2020). Using Seismic Noise Levels to Monitor Social Isolation: An Example From Rio de Janeiro, Brazil. *Geophys. Res. Lett.*, 47(16), e2020GL088748. <https://doi.org/10.1029/2020GL088748>

James, D. E., & Assumpção, M. (1996). Tectonic implications of S-wave anisotropy beneath SE Brazil. *Geophys J Int*, 126(1), 1–10. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1996.tb05263.x>

de Araujo, V. O. S. M. P. (2023). Otimização do software SeisComP para detecção e localização automática de eventos sísmicos regionais no Brasil (Doutorado). Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas; Universidade de São Paulo.

VanDecar, J. C., James, D. E., & Assumpção, M. (1995). Seismic evidence for a fossil mantle plume beneath South America and implications for plate driving forces. *Nature*, 378(6552), 25–31. <https://doi.org/10.1038/378025a0>



Siga a SBGf no Instagram @sbgf.geof



# Pearl

*Pearl changes the rules of Ocean Bottom Seismic, offering better survey designs for exploration, appraisal, development, production optimisation and monitoring.*

[shearwatergeo.com](https://shearwatergeo.com)



**SHEARWATER**

# Rede Sismográfica do Sul e do Sudeste do Brasil – RSIS

Laboratório de Geofísica Aplicada LGA/ON

## INTRODUÇÃO

A Rede Sismográfica do Sul e do Sudeste do Brasil - RSIS ([www.rsis.on.br](http://www.rsis.on.br)), operada pelo Observatório Nacional (ON), é composta atualmente por 20 estações sismográficas de alto desempenho. Desde o início de seu funcionamento regular em 2011, cada estação abriga sistemas sismográficos de banda-larga para monitorar continuamente a atividade sísmica e definir o padrão sismológico da margem continental sudeste e sul do Brasil, gerando dados valiosos para o melhor conhecimento geológico do território nacional.

A RSIS integra a Rede Sismográfica Brasileira - RSBR ([rsbr.on.br](http://rsbr.on.br)) que inclui o segmento nordeste, a cargo da UFRN, a porção centro sul, com a coordenação da USP e o segmento centro-norte, sob a responsabilidade da UnB. Os dados das estações da RSIS são transmitidos em tempo real para o centro de dados do ON, sendo tornados públicos à medida que são adquiridos. A primeira publicação em periódico descrevendo a RSBR foi apresentada por Bianchi et al. (2018).

A RSIS e por extensão a RSBR, após sua implantação com recursos da Petrobras entre 2007 e 2014, foi apoiada pelo Serviço Geológico do Brasil (SBG-CPRM) entre 2015 e 2020 e atualmente em novo Convênio, iniciado em 2023.

A Figura 1 ilustra o portal Web da RSBR e a distribuição das estações sismográficas das quatro redes que compõem a RSBR. Em destaque vermelho as estações da rede RSIS e as outras cores estão relacionadas às demais sub-redes que cobrem o território nacional.



Figura 1. Portal Web da RSBR com a distribuição das estações sismográficas da RSBR. Em destaque estão as estações da rede RSIS.

A RSIS conta com uma estrutura robusta e confiável para fomentar pesquisa científica de qualidade, contribuindo significativamente para a sismologia brasileira. O processo se inicia na escolha do local da instalação de uma estação sismográfica em função de requisitos técnicos, em rochas aflorantes e com baixo ruído antropogênico. A Figura 2a ilustra algumas etapas do processo de construção, que inclui testes da qualidade dos sinais, enquanto a Figura 2b exibe a estação finalizada. A variação do número de estações sismográficas ao longo dos anos e o volume de dados armazenados anualmente no banco de dados é apresentada na Figura 3. Os valores decrescentes de dados armazenados nos últimos anos são resultado da combinação do fim do contrato de locação de link de satélites e da epidemia de Covid-19.

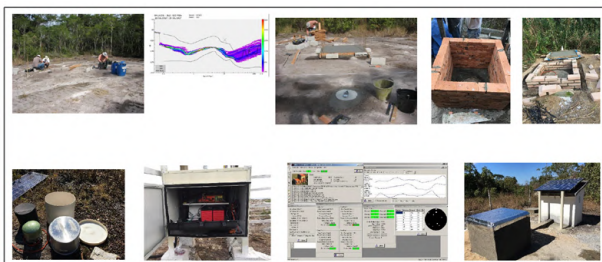


Figura 2a. Algumas etapas no processo de construção de uma estação sismográfica.

## A RSIS

Desde o início de sua operação, em março de 2011, a rede RSIS vem sendo aperfeiçoada em suas funcionalidades e extensão. Foram implantadas novas estações, incorporados recursos humanos, ações de divulgação e disseminação científica, o desenvolvimento de produtos, processos e programas computacionais, telemetria, documentação, metodologia das atividades relacionadas a campo, melhoramento de ferramentas para disseminação de dados e informações para a comunidade brasileira. Assim, como as demais redes da RSBR, a operação de aquisição e arquivamento dos dados e dos terremotos, entre outros, é baseada no pacote de software SeisComP® (<https://geofon.gfz-potsdam.de/software/seiscomp/>), desenvolvido pela GEOFON em colaboração com gempa GmbH.



Figura 2b. Estação ANA01 - Lindo Horizonte, BA.

## ARTIGO TÉCNICO III

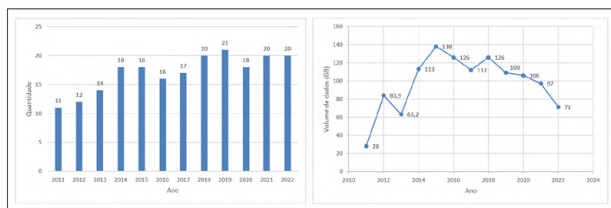


Figura 3. O gráfico à esquerda exibe a quantidade de estações desde o início das atividades e o gráfico à direita ilustra o volume de dados gerados pelas estações ao longo dos anos.

falta de insolação adequada em algumas regiões. Vale enfatizar que o parâmetro “Estado Atual de Transmissão” na Tabela 1 deve ser considerado o estado funcional padrão da estação, onde independente se a estação está ou não transmitindo seus dados pela internet, os dados são continuamente armazenados no próprio equipamento por longos períodos, como, por exemplo, durante a epidemia de Covid-19, sendo incorporados ao banco de dados quando a estação recebe visita de manutenção.

Nome da Estação	Município - Estado	Data da Instalação	Ano da Última Manutenção	Tipo de Transmissão	Estado Atual de Transmissão
GDU01	Gandu - BA	28/04/2014	2022	3G	não
ANA01	Lindo Horizonte - BA	25/06/2018	2022	3G	não
CMC01	Camacan - BA	17/04/2014	2022	3G	intermitente
GUA01	Guaratinga - BA	19/09/2013	2021	3G	sim
ABR01	Abrolhos - BA	20/12/2014	2019	SAT*	sim
CAR01	Carai - MG	12/07/2018	2021	3G	não
RIB01	Rio Bananal - ES	04/04/2011	2022	3G	intermitente
TRIO1	Ilha de Trindade - ES	18/10/2014	2019	-	armazenamento local
ALF01	Alfredo Chaves - ES	13/08/2011	2021	3G	intermitente
CAM01	Campos - RJ	16/08/2011	2022	3G	sim
DUB01	Duas Barras - RJ	09/09/2011	2019	3G	não
VAS01	Vassouras - RJ	14/09/2011	2022	3G	intermitente
MAN01	Mangaratiba - RJ	06/10/2011	2019	3G	não
SLP01	São L. Paraitinga - SP	06/05/2011	2022	-	armazenamento local
PET01	Pedro de Toledo - SP	25/04/2011	2020	3G	intermitente
CAJ01	Cajati - SP	16/04/2019	2019	-	armazenamento local
TIJ01	Tijucas do Sul - PR	01/12/2011	2022	3G	sim
MAJ01	Major Gercino - SC	28/11/2011	2022	-	armazenamento local
POA01	Ponte Alta - SC	02/04/2019	2019	3G	não
TER01	Treze de Maio - SC	09/07/2012	2021	3G	sim
JAC01	Jacupiranga - SP	27/10/2011 - 08/07/2015			
NAN01	Nanuque - MG	20/11/2016 - 01/07/2019			

Tabela 1. Estado em 01/03/2023, das estações da Rede Sismográfica do Sul e do Sudeste do Brasil – RSIS.

de internacional entre 2015 e 2022.

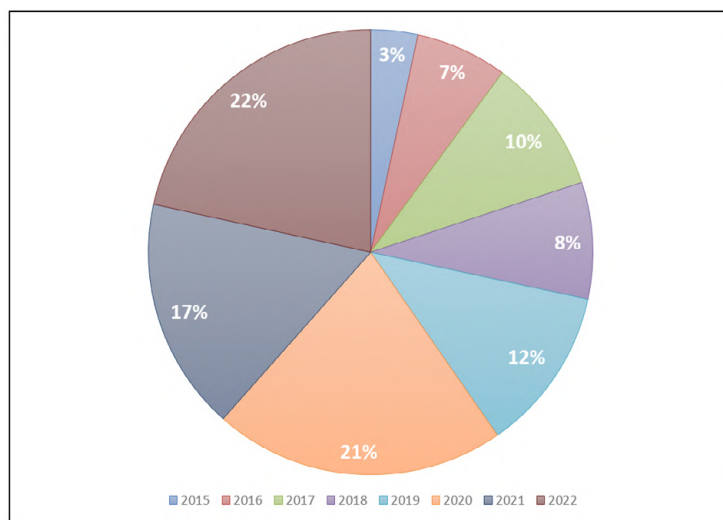


Figura 4. Porcentagem dos dados requisitados ao longo dos anos pelo IRIS. Fonte: IRIS – Incorporated Research Institutions for Seismology ([www.iris.edu](http://www.iris.edu)).

A Tabela 1 lista alguns parâmetros das estações que fizeram e fazem parte da RSIS. Devido à localização das estações ao longo do bioma da Serra do Mar, a transmissão dos dados em tempo-real torna-se um grande desafio em razão das características ambientais naturais. Por ser uma região montanhosa na qual prejudica a qualidade do meio de transmissão, seja em razão da falta de visada entre a antena posicionada na estação e uma determinada antena de rádio-difusão de alguma operadora de telefonia móvel, bem como a

## OS DADOS

O Observatório Nacional – ON/MCTI mantém estrutura computacional regularmente atualizada com recursos do tesouro e de projetos. Isso possibilita a aquisição remota dos dados sismológicos em tempo real das estações RSIS e das demais subredes que compõem a RSBR, além de outras redes internacionais, possibilitando a detecção e divulgação de terremotos em qualquer parte do mundo em tempo real.

Os dados sismológicos de todas as subredes da RSBR são armazenados no ON e estão disponíveis gratuitamente no Portal da RSBR ([rsbr.on.br](http://rsbr.on.br)). Os dados da RSBR são também compartilhados com o IRIS (Consórcio americano de instituições de pesquisa incorporadas para Sismologia) ([www.iris.edu](http://www.iris.edu)), o que o torna mais acessível à comunidade sismológica internacional. A Figura 4 ilustra o uso crescente dos dados da RSIS pela comunidade

## ACOMPANHAMENTO E MANUTENÇÃO

A manutenção das estações sismográficas ocorre em visitas de campo com periodicidade anual para atividades rotineiras como revisão, limpeza, cópia dos dados que são armazenados localmente, troca de baterias, substituição de equipamentos e ajustes no sistema de telemetria. Por meio de monitoramento remoto, obtêm-se informações sobre diversos parâmetros fundamentais, conforme a Figura 5, onde uma amostra de parâmetros de algumas estações é apresentada com vistas a atestar o funcionamento das estações sismográficas. Tais informações críticas representam o “estado de saúde” da estação e dependem de um bom sistema de transmissão de dados para serem efetivas. A Figura 6 é um exemplo da ferramenta de visualização

da recepção dos dados em tempo real por meio do *software scrttv* que integra o sistema SeisComp®.

Station	Last Update	Primary Voltage	Mass Calibration	Active Media	Reserve Media
POA01	2022-06-03 15:03:08	13.033	Ch1: -6 Ch2: -11 Ch3: 9	MEDIA 1 free=96.227%	MEDIA 2 free=99.999%
PET01	2022-06-03 15:03:31	12.857	Ch1: -25 Ch2: 30 Ch3: -9	MEDIA 1 free=93.804%	MEDIA 2 free=99.999%
TER01	2022-06-03 15:05:13	12.673	Ch1: -29 Ch2: 14 Ch3: 23	MEDIA 1 free=95.572%	MEDIA 2 free=99.999%
TIJ01	2022-06-03 15:06:06	13.014	Ch1: 0 Ch2: -20 Ch3: -3	MEDIA 1 free=95.970%	MEDIA 2 free=99.999%

Figura 5. Exemplo de monitoramento remoto por meio da intranet disponível para equipe do projeto.

A verificação da qualidade dos dados, como o nível de ruído ambiental em torno da estação, orientação correta do sensor, completude dos dados, criação e manutenção dos metadados, acesso mais eficiente a informações da estação e dos dados arquivados, entre outros, resulta num banco de dados consistente, conforme as Figuras 7 e 8. Por meio da ferramenta interativa Data-Completeness desenvolvida no ON, pode-se analisar as principais informações com o simples passar do mouse (Figura 7). A cor vermelha significa que os dados foram parcialmente armazenados. Já a cor rosa significa não haver dados para aquele dia. O verde significa que 100% dos dados estão disponíveis para download. A Figura 8 é outro exemplo de monitoramento utilizando o aparelho celular.

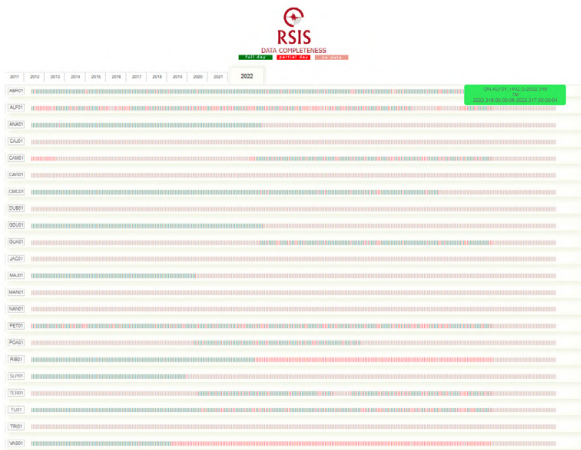


Figura 7. Exemplo do visualizador da completude dos dados das estações sismográficas da rede RSIS. Pode-se avaliar toda a sequência de dados ao longo dos anos para cada estação. ([http://www.rsis.on.br:8080/RsisManager/log\\_sds\\_on\\_2022.jsp](http://www.rsis.on.br:8080/RsisManager/log_sds_on_2022.jsp))

parceiros das outras redes por conta dessa valiosa infraestrutura de pesquisas. Neste ano de 2023, graças a um novo Convênio assinado entre o ON e o SGB para apoiar toda a RSBR, além das manutenções periódicas anuais, prevê-se que todas as estações da RSIS serão equipadas com sistemas de satélites para transmissão de dados em tempo real, muito mais confiáveis que as redes 3G atualmente utilizadas.

## AGRADECIMENTOS

A RSIS foi implantada graças à inestimável colaboração de vários profissionais. Da equipe ON, participaram Sérgio Fontes, Darcy do Nascimento Jr., Charles Rité, Stéphane Drouet, Fabio Dias, Thiago Moeda Sant'Anna, Diogo Coelho, Ronaldo Marins de Carvalho, Vagner Aleixo, Emanuele La Terra, Ítalo Maurício, Eveline Sayão, Elisabeth Lima, Marcos Furtado, e o apoio administrativo permanente da Maria das Graças Brito de Vargas. A instalação das primeiras estações da RSIS contou com a colaboração do George Sand e colegas da UnB.

## REFERÊNCIAS

Bianchi, M. B., Assumpção, M., Rocha, M. P., Carvalho, J. M., Azevedo, P. A., Fontes, S. L., et al. (2018). The Brazilian Seismographic Network (RSBR): Improving Seismic Monitoring in Brazil. *Seismological Research Letters*, 89(2A), 452–457. <https://doi.org/10.1785/0220170227>

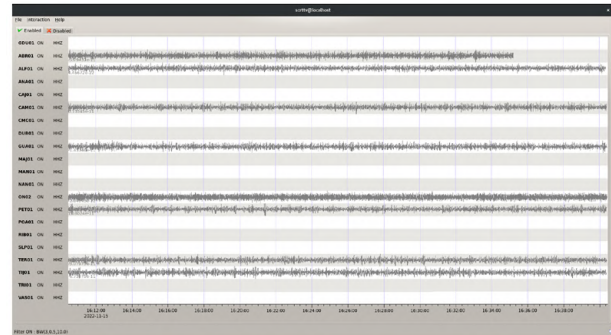


Figura 6. Recepção dos Dados em Tempo Real das Estações da Rede Sismográfica do Sul e Sudeste do Brasil.



Figura 8. Monitoramento remoto por meio do aplicativo RsisManager.

Muitos artigos, dissertações e teses foram publicados utilizando os dados sismológicos adquiridos pela RSIS, já citados nos textos das demais redes. Projetos de pesquisa e desenvolvimento foram desenvolvidos e outros se encontram em desenvolvimento no ON e nos



# Resultados sismológicos na região Amazônica utilizando dados da Rede Sismográfica Brasileira

Marcelo Peres Rocha – Observatório Sismológico da Universidade de Brasília

## INTRODUÇÃO

A Rede Sismográfica Brasileira (RSBR, Figura 1) é uma rede permanente de estações sismográficas, instaladas em todo o território brasileiro, que opera desde 2011 (Bianchi et. al., 2018; Rocha, 2020). Sua instalação e manutenção foi inicialmente financiada pela Petrobras, via Cláusula de Investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento dos contratos de concessão da Agência Nacional do Petróleo (ANP). Atualmente a RSBR conta com recursos do Serviço Geológico do Brasil (SGB), de diversos projetos de pesquisa, e das instituições que operam as estações (Observatório Sismológico da Universidade de Brasília - OBSIS/UnB; Centro de Sismologia da Universidade de São Paulo - IAG/USP; Laboratório de Sismologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - LABSIS/UFRN; Observatório Nacional do Ministério de Ciência e Tecnologia no Rio de Janeiro - ON/MCTIC). A principal motivação para a existência da RSBR é o monitoramento contínuo e em tempo real da sismicidade brasileira, e o desenvolvimento de uma base de dados para estudo de imageamento da crosta e manto sob o Brasil com técnicas sismológicas.

Nos últimos anos, diversos trabalhos científicos foram desenvolvidos utilizando dados da RSBR, especialmente em regiões onde a cobertura de estações era deficiente antes de sua instalação. A Amazônia, por exemplo, é a região com a menor cobertura de estações no país, e a instalação da RSBR teve um impacto significativamente positivo nas condições de monitoramento sismológico naquela região. As estações na região Amazônica foram instaladas e mantidas pelo Observatório Sismológico da Universidade de Brasília com o apoio técnico e operacional de outras instituições (USP, UFOPA, UFRR, UFAC, UNIMONTES).

Após a instalação das estações da RSBR, a capacidade de detecção de eventos sismológicos aumentou em cerca de 10 vezes (Rocha, 2020). Além disso, diversos trabalhos de imageamento da crosta e do manto foram desenvolvidos para a região norte do país, trazendo informações sem precedentes sobre a estrutura do Cráton Amazônico e regiões adjacentes. Neste artigo são apresentados alguns dos principais resultados de trabalhos que utilizaram técnicas sismológicas, a partir de dados das estações da RSBR instaladas na região Amazônica, para estudo da crosta e do manto sob aquela região.

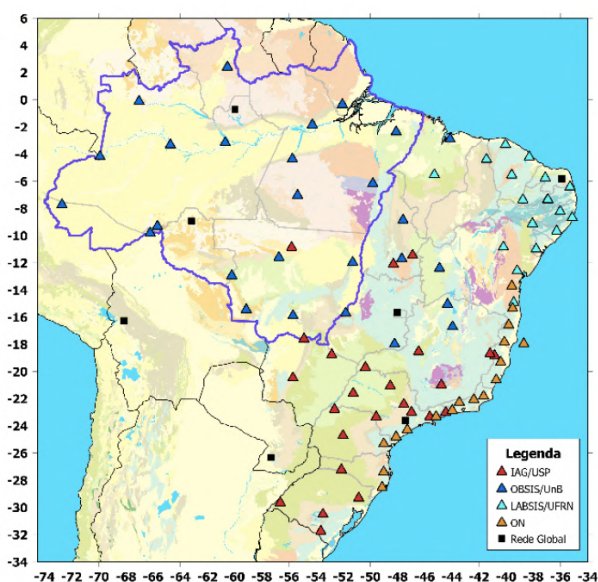


Figura 1 – Configuração atual da Rede Sismográfica Brasileira. Os triângulos são as estações da RSBR, sendo que as cores indicam as diferentes sub-redes. Os quadrados são as estações da Rede Global. A região Amazônica está indicada pelo polígono lilás.

km, próxima da média global para a crosta continental (39,2 km).

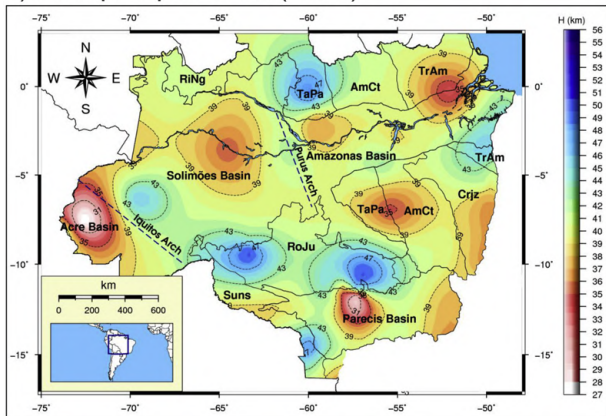
## A CROSTA SOB A AMAZÔNIA

A quantidade de medidas de espessura crustal sob a região amazônica cresceu de maneira significativa após a instalação da RSBR. A técnica sismológica mais tradicional para obtenção dessas medidas é a Função do Receptor (FR, Ligorria & Ammon, 1999), que obtém a espessura crustal a partir da deconvolução da componente vertical pela componente radial (ou transversal) dos registros de eventos distantes (telessismos), o que permite isolar a estrutura crustal imediatamente abaixo das estações.

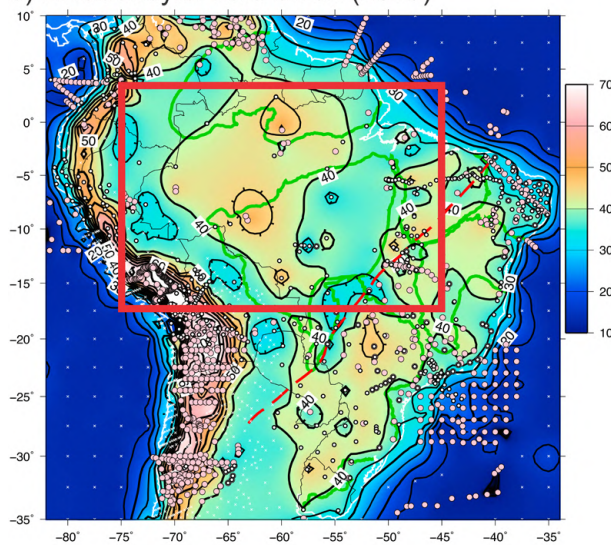
O primeiro resultado de espessura crustal sob a região Amazônica, com FR, após a instalação da RSBR, foi publicado por Albuquerque et al. (2017, Figura 2a). Posteriormente, uma compilação de todas as medidas de espessura crustal foi feita por Rivadeneyra-Vera et al. (2019, Figura 2b). Em ambos os trabalhos, observou-se que a porção central do Cráton Amazônico possui maiores espessuras do que as suas bordas ou regiões adjacentes, com algumas regiões de afinamento na sua porção central. A espessura média na região é de 38,2



a) Albuquerque et al. (2017)



b) Rivadeneyra-Vera et al. (2019)



c) Ferreira et al. (2023, em revisão)

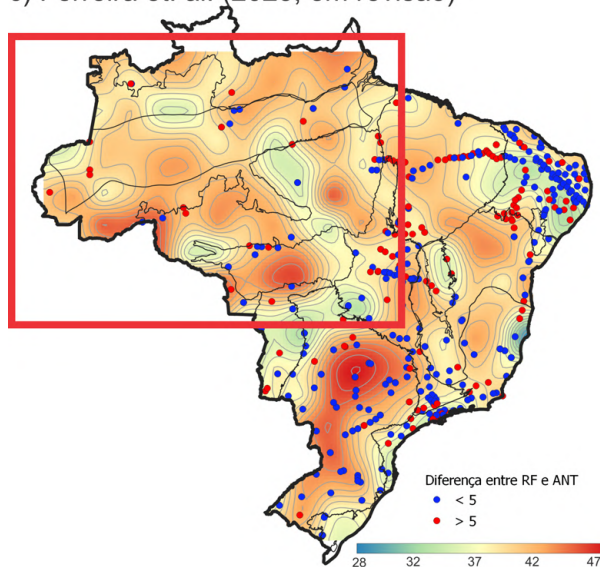


Figura 2 – Modelos de espessura crustal para a região amazônica. a) Resultados de FR obtidos por Albuquerque et al. (2017). b) Compilação dos resultados de espessura crustal para toda a América do Sul por Rivadeneyra-Vera et al. (2019). c) Modelo de espessura crustal obtido a partir de tomografia com ruído ambiental (ANT) por Ferreira et al. (2023, em revisão) para todo o Brasil. Os pontos vermelhos e azuis indicam a diferença entre o modelo de FR e ANT. Os retângulos vermelhos em (b) e (c) indicam a área de estudo de (a).

As regiões com maiores espessuras estariam relacionadas com blocos cratônicos mais antigos, porém os autores não observaram uma correlação clara entre variações na espessura crustal e as províncias geocronológicas do Cráton Amazônico (Santos et al., 2000). Tais trabalhos também indicam a variabilidade composicional da crosta na região amazônica a partir de estimativas da razão  $V_p/V_s$ .

Recentemente, um modelo de espessura da crosta sob o Brasil foi criado a partir de resultados de tomografia sísmica com ruído ambiental (Ambient Noise Tomography – ANT) utilizando principalmente dados da RSBR (Figura 2c, Ferreira et al. 2023, em revisão). Em geral, os resultados da técnica ANT são modelos da distribuição da velocidade com a profundidade. Para dados de ANT, altas velocidades observadas em maiores profundidades indicam regiões de crosta mais fina, pois a descontinuidade de Mohorovic mais rasa permite ascensão do manto litosférico mais rápido. Por sua vez, baixas velocidades, indicam crosta mais espessa.

Definindo-se uma velocidade que seja representativa da interface entre a crosta e o manto, é possível definir a sua profundidade a partir dos dados da ANT (Figura 2c). A velocidade média para todo o Brasil utilizada por Ferreira et al. (2023, em revisão) foi de 4.1 km/s. Os resultados foram comparados com o modelo de espessura crustal (pontos azuis e vermelhos na Figura 2c) obtido por Rivadeneyra-Vera et al. (2019). A vantagem dessa abordagem é a obtenção de um modelo com a distribuição contínua da espessura e não somente uma interpolação de valores pontuais. A desvantagem é que erros na escolha da velocidade influenciam os valores calculados para a espessura crustal.

Na Figura 2c, observa-se regiões de crosta mais fina com direção NW-SE concordantes com a direção dos limites entre as províncias geocronológicas, e que poderiam estar associadas ao limite de diferentes compartimentos formadores do Cráton Amazônico. Porém, em geral, a crosta na região é mais espessa como observado nos resultados de FR.

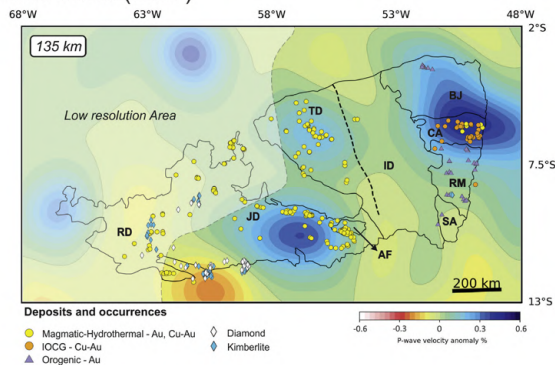
## O MANTO SOB A AMAZÔNIA

Após a instalação da RSBR, modelos tomográficos utilizando diversos métodos foram desenvolvidos para a região do Cráton Amazônico (Figura 3).

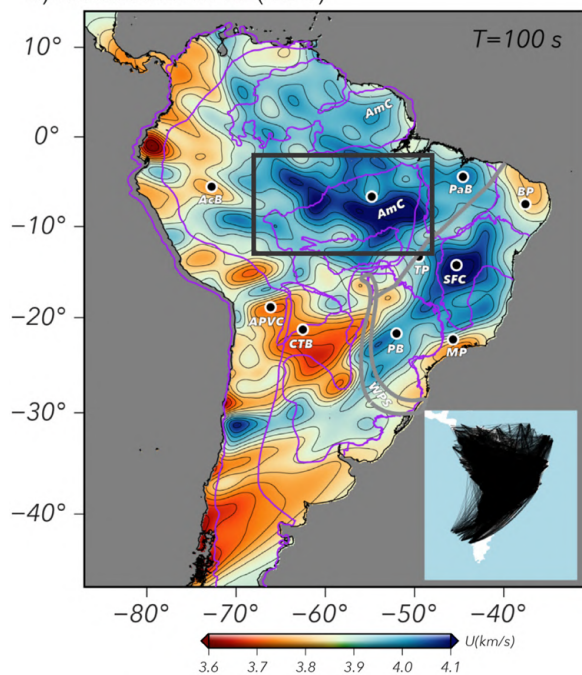


## ARTIGO TÉCNICO IV

a) Costa et. al. (2020)



b) Nascimento et. al. (2021)



c) Ciardelli et. al. (2022)

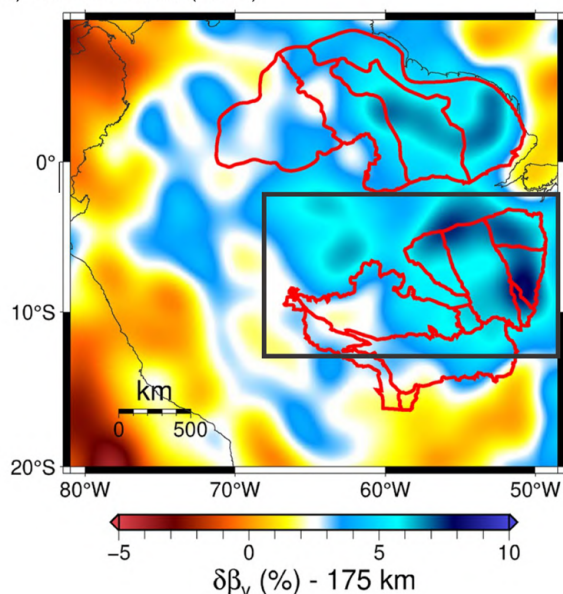


Figura 3 – Modelos de tomografia sísmica publicados após a instalação da RSBR. a) Modelo de tomografia com ondas P utilizando múltiplas frequências de Costa et al. (2020). b) Modelo de ondas S obtido pela inversão de curvas de dispersão de ondas superficiais gerado por Nascimento et al. (2021). c) Modelo de ondas S obtido com inversão de forma de ondas completa gerado por Ciardelli et al. (2022). Os retângulos pretos em (b) e (c) indicam a área de estudo de (a).

O primeiro modelo publicado para a região amazônica após a instalação da RSBR foi o de Costa et al. (2020, Figura 3a), que utilizou o método de tomografia sísmica com ondas P usando frequências finitas (múltiplas frequências). Esse trabalho gerou imagens principalmente da porção sudeste do Cráton Amazônico, com destaque para a região da Província Mineral de Carajás. Nesse trabalho, observou-se uma concordância espacial entre anomalias de alta velocidade, relacionadas com porções mais espessas e frias, e aglomerados de importantes depósitos de Au, Cu–Au e IOCG, bem como intrusões de kimberlitos, mostrando um controle em escala de província na distribuição de depósitos minerais e ocorrências no Sul do Cráton Amazônico.

Um segundo trabalho de tomografia, utilizando dados da RSBR, foi publicado por Nascimento et al. (2021) utilizando a técnica de inversão de curvas de dispersão de ondas de superfície (Figura 3b). Esse trabalho é a compilação mais recente de dados de ondas de superfície disponível para a América do Sul. Na região amazônica foram observadas anomalias de alta velocidade (velocidade de grupo) no mapa para o período de 100 segundos, que é representativo de profundidades no manto superior.

O terceiro trabalho de tomografia realizado após a instalação da RSBR foi publicado por Ciardelli et al. (2022, Figura 3c). Nesse trabalho foi utilizada a técnica de Inversão completa de forma de ondas (Full Waveform Inversion – FWI). Essa técnica tomográfica é a que permite maior resolução do meio por aproveitar o sismograma completo para geração dos modelos de velocidade, e por isso o modelo obtido nesse trabalho pode ser considerado o mais completo obtido para o Cráton amazônico (e para o Brasil), até o momento. É possível observar anomalias de altas velocidades intensas, especialmente na porção oeste do Cráton Amazônico (Figura 3c). Além disso, é possível observar uma tendência de aumento da intensidade das anomalias com a idade média das províncias geocronológicas do Cráton Amazônico. A partir dos modelos de velocidade de onda S obtidos nesse trabalho foi gerado um modelo da espessura da litosfera para toda a América do Sul.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação da RSBR deu grande impulso para o desenvolvimento da pesquisa em sismologia no Brasil, permitindo a formação de pessoal especializado (mestres e doutores). Os dados da RSBR permitiram a geração de modelos da crosta e do manto utilizando técnicas sismológicas, além de gerar condições de monitorar terremotos de todo o território nacional em tempo real. Diversos artigos foram e estão sendo publicados para diversas partes do país com dados da RSBR. Outros trabalhos estão sendo desenvolvidos para a região amazônica, mas optou-se por apresentar apenas os trabalhos publicados ou de revisão nesse artigo.

A instalação das estações da RSBR na região amazônica permitiu imagear a estrutura crustal e litosférica de maneira sem precedentes, trazendo várias informa-

ções para melhoria dos modelos geotectônicos desenvolvidos para a região. Infelizmente, devido à dimensão da região e às dificuldades logísticas, além da falta de recursos para ampliação na quantidade de estações, a distância média entre as estações na Amazônia é da ordem de 800 km. Tal espaçamento não permite a geração de modelos mais detalhados que possam fornecer informações em escala mais locais, como, por exemplo, para modelos prospectivos.

Finalmente, a RSBR foi impactada nos últimos anos pela falta de recursos para pesquisa, tendo sido o seu funcionamento comprometido, especialmente das estações instaladas na região amazônica. A RSBR não conta com uma fonte contínua de recursos, e por isso a manutenção da rede atual tem sido um desafio para todas as instituições que operam as estações. Muitas estações têm deixado de funcionar devido a efeitos nos equipamentos que já tem em média mais de 10 anos. A RSBR é uma estrutura de pesquisa muito importante para o país e precisa ser mantida em funcionamento.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, D. F., et al., 2017. Crustal structure of the Amazonian Craton and adjacent provinces in Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 79, 431–442. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.08.019>

BIANCHI, M.B., et al., 2018. The Brazilian Seismographic Network (RSBR): Improving Seismic Monitoring in Brazil. *Seismol. Res. Lett.* 89, 452–457.

CIARDELLI, C., et al., 2022. Adjoint Waveform Tomography of South America. *Journal of Geoph. Res.: Solid Earth*, 127(2), 1–36. <https://doi.org/10.1029/2021JB022575>

COSTA, I. S. L., et al., 2020. Lithospheric structure of the southern Amazonian Craton from multiple-frequency seismic tomography: Preliminary insights on tectonic and metallogenic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, 101, 102608. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102608>

FERREIRA et al., 2023. Crustal imaging on the main tectonic domains of Brazil using ambient noise tomography. *Geophysical Journal International*. Em revisão.

LIGORRÍA, J. P., & AMMON, C. J., 1999. Iterative deconvolution and receiver-function estimation. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 89(5), 1395–1400. <https://doi.org/10.1785/BSSA0890051395>

RIVADENEYRA VERA, C., et al., 2019. An Updated Crustal Thickness Map of Central South America Based on Receiver Function Measurements in the Region of the Chaco, Pantanal, and Paraná Basins, Southwestern Brazil. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 124(8), 8491–8505. <https://doi.org/10.1029/2018JB016811>

ROCHA, M. P., 2020. Rede Sismográfica Brasileira: Compartilhamento de dados sismológicos e os avanços obtidos. *Boletim SBGf* 114 (Julho/Agosto/Setembro): Dados Públicos em Geofísica, 16–18, ISSN 2177-9090

SANTOS, J. O. S., et al., 2000. A New Understan-

ding of the Provinces of the Amazon Craton Based on Integration of Field Mapping and U-Pb and Sm-Nd Geochronology. *Gondwana Research*, 3(4), 453–488. [https://doi.org/10.1016/S1342-937X\(05\)70755-3](https://doi.org/10.1016/S1342-937X(05)70755-3)

Atualize seu cadastro  
no site  
[www.sbgf.org.br](http://www.sbgf.org.br)

Curta a SBGf  
no facebook!

[www.facebook.com/sbgf.org](http://www.facebook.com/sbgf.org)



EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA  
TECNOLOGIA  
E AÇÃO SOCIAL

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA DO PETRÓLEO -  
DEPETRO

### Áreas de Atuação

Análise de Bacias Sedimentares

Conversão e Formatação de Dados Sísmicos (Padrão BR, Padrão ANP)

Recuperação e Transcrição de Dados de Fitas

Remasterização e Vetorização de Dados Sísmicos e de Poços

Guarda de Mídias

Treinamento em Gestão de Dados de E&P

Rede de Dados Geofísicos - RDG

CONTATOS: Fundação Gorceix - DEPETRO  
[www.gorceix.org.br](http://www.gorceix.org.br)  
[depetro@gorceix.org.br](mailto:depetro@gorceix.org.br)  
Telefones: (31) 3559-7189 / 3559-7100

# Atuação e principais resultados sobre a Rede Sismográfica do Nordeste (RSISNE)

Aderson Farias do Nascimento, José Augusto Silva da Fonsêca, Joaquim Mendes Ferreira, Eduardo Alexandre Santos de Menezes – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

## INTRODUÇÃO

Desde muito tempo, terremotos têm sido alvos de interesse devido aos efeitos provocados na sociedade. O primeiro instrumento desenvolvido voltado para análise de sismos que se tem notícia foi inventado na China, chamado de sismoscópio. Esta tecnologia foi construída no intuito de registrar a ocorrência de sismos. Embora rudimentar, ela não foi superada até 1890, quando o primeiro sismógrafo foi desenvolvido.

O sismógrafo é um dispositivo capaz não só de registrar o tempo em que o evento ocorreu, mas também de medir a amplitude do movimento do solo. O produto desse dispositivo é representado pelo registro de sinais temporais do movimento do solo (amplitude vs. tempo), denominado sismograma. Muitos avanços têm sido realizados, estendendo a sua capacidade de registro para eventos decrescentes, em 3 direções distintas (N-S, L-O e Vertical), digitalmente e abrangendo uma ampla faixa de frequência. Como resultado, essa evolução permitiu não só o desenvolvimento de métodos de localização de epicentros de terremotos e um maior entendimento de sua gênese (e.g., sua correlação com falhas geológicas), como também a elaboração de modelos mais acurados da dinâmica da Terra (como, por exemplo, composição em diferentes camadas e placas tectônicas). Além disso, possibilitou o aprimoramento de técnicas para quantificação e redução da ameaça sísmica, o aperfeiçoamento de construções mais resilientes a sismos, dentre muitos outros progressos.

O primeiro registro histórico de terremoto no Brasil data de 1724 na cidade de Salvador, Bahia. A partir de meados do século XIX, alguns pesquisadores iniciaram a sistematização do registro de outros eventos sísmicos, notadamente no Nordeste brasileiro. Alguns eventos sísmicos tiveram repercussão à época: o de 1808 em Açu, no Rio Grande do Norte, e o de 1811, sentido em Recife, Olinda e várias outras cidades do agreste pernambucano. Os relatos desse último chegaram em 1860 ao Instituto Histórico Geográfico e Etnográfico pelas mãos do próprio imperador, D. Pedro II. Ainda em 1910, com um trabalho intitulado "Terremotos no Brasil" publicado pelo Bulletin of the Seismological Society of America, John Casper Branner chamou à atenção para o fato de que terremotos no Brasil ocorrem, mesmo com uma menor frequência que em outros países. Branner finalizou seu clássico artigo com a seguinte mensagem: "É bastante provável que, com o aumento natural da população e o aumento das facilidades de comunicação, a frequência dos terremotos pareça aumentar um pouco no futuro, mas tal aumento será mais aparente do que real".

De acordo com Bianchi et al. (2015), apesar do primeiro sismógrafo datar de 1899 no Brasil, somente a partir da década de 1960 que as estações sismográficas começaram a ser mais densamente instaladas. Este processo foi intensificado entre as décadas de 1970 e 1980, principalmente nas Regiões Sudeste e Nordeste (Bianchi et al., 2018). Nessa época, isso foi especialmente motivado por estudos de ameaça sísmica para usinas hidrelétricas e monitoramento de sismicidade induzida por barragens. Até o início do século XVI, redes sismográficas permanentes e temporárias eram implementadas e administradas por diferentes instituições (Observatório Nacional, ON; Universidade de Brasília, UnB, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN; Universidade de São Paulo, USP; Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo e a Universidade Estadual de São Paulo de Rio Claro).

Em meados de 2010, a sismicidade do Brasil passou a ser monitorada pela Rede Sismográfica Brasileira (RSBR, Bianchi et al., 2018), um consórcio que reúne diferentes sub redes de estações permanentes, administrado pelo ON, UnB, UFRN e USP. O consórcio foi inicialmente financiado pela PETROBRÁS e hoje é mantido com o auxílio do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e apoio do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Estudos Tectônicos (INCT-ET/CNPq). Dentre essas redes, a Rede Sismográfica do Nordeste (RSISNE/UFRN) foi projetada para monitorar a Região Nordeste do Brasil. Nessa área, a sismicidade possui um dos níveis mais elevados do país, com eventos importantes de magnitudes equiparáveis a 5,2 mb (Cascavel-CE, 1980) e 5,1 mb (João Câmara-RN, 1986). Sismos de tamanho moderado nessa região não são raros e podem causar danos significativos em construções civis (Assumpção et al., 2014).

Este trabalho tem como objetivo apresentar um breve resumo das atividades e resultados obtidos no Nordeste do Brasil por meio da operacionalidade da RSISNE. A Figura 1 apresenta, em seu inset, o mapa da configuração da RSBR com cada estação simbolizada por triângulos coloridos conforme respectiva administração (ver legenda). A Figura principal mostra a disposição das estações da RSISNE (triângulos em azul) em comparação com a distribuição anterior de redes temporárias utilizadas a partir da década de 1980 (triângulos menores de cor vermelha). Eventos sísmicos, coletados do catálogo de Sismos do Brasil (SISBRA) são representados por círculos brancos, sendo os dois maiores sismos indicados pelas estrelas em amarelo.

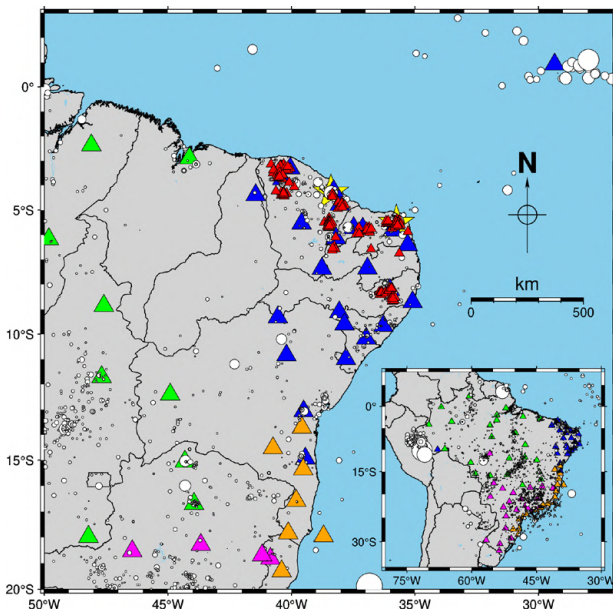


Figura 1: Mapa da distribuição de estações da RSBR ao longo do território brasileiro com epicentros com magnitude conforme a escala mR. A cor de cada estação indica a administração a qual pertence (laranja: On; verde: UnB; azul: UFRN; magenta: USP). Os triângulos em vermelho indicam as estações das redes temporárias para monitoramento da sismicidade do Nordeste do Brasil antes da instalação da RSISNE. Os epicentros foram coletados do Catálogo de Sismos do Brasil (SISBRA).

#### A RSISNE E O SEU PAPEL DENTRO DA RSBR

A maneira como um sismógrafo “escuta” a vibração do solo depende do tipo de sensor e do registrador. A RSISNE detém 25 estações com especificações padronizadas segundo a RSBR. Cada sismógrafo possui sensores de velocidade banda larga e acelerômetros tri-axiais (registros nas direções N-S, L-O e Vertical), operando a uma taxa de 100 amostras por segundo. Aqui,

o termo banda larga refere-se à resposta instrumental plana entre 120 s e 50 Hz.

Um importante parâmetro para avaliar o nível de detectabilidade de uma rede sismográfica é a Magnitude de completude ( $M_c$ ).  $M_c$  é a magnitude assumida que todos os eventos com magnitude igual ou superior são registrados por uma determinada rede (Mignan and Woessner, 2012).

Neste trabalho, separamos os eventos ocorridos na porção continental do Nordeste do Brasil (Figura 1) que foram registrados pela RSISNE para estimar  $M_c$  através do método da máxima curvatura. Isto é, em uma relação gráfica entre o logaritmo do número de eventos e a magnitude, os eventos cujas magnitudes são superiores a  $M_c$ , são esperadas seguir uma distribuição linear (Lei de Gutenberg-Richter). O valor correspondente a interrupção dessa linearidade é assumida ser o  $M_c$ . A Figura 2 mostra a relação entre frequência e magnitude dos sismos, onde o valor  $M_c$  é igual a 2,0.

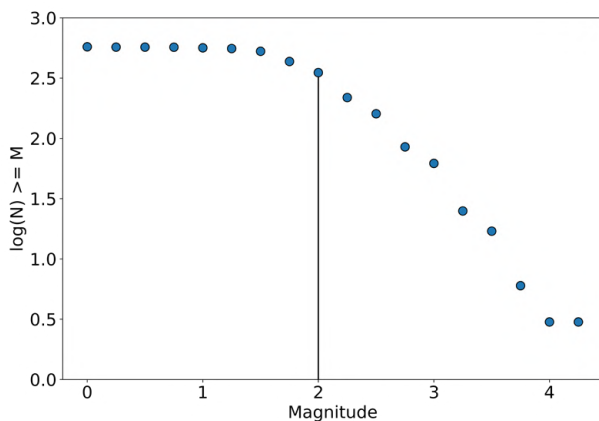


Figura 2: Relação entre frequência de ocorrência de sismos e magnitude. A linha vertical preta indica o valor de  $M_c = 2,0$ .

Este valor de  $M_c$  implica dizer que a detectabilidade da RSISNE equipara-se à identificação de eventos tão pequenos quanto 2,0 mR. Em comparação com o nível de detecção estimado para todo o território brasileiro (Bianchi et al. 2018),  $M_c$  do Nordeste do Brasil utilizando a RSISNE é cerca de 2,5 unidades menores. A razão para esse menor valor de  $M_c$  pode ser (pelo menos parcialmente) atribuída à geologia do Nordeste, que tipicamente proporciona um bom acoplamento entre as rochas e os sensores sísmicos das estações. Segundo Ferreira (et al. 1998) e Assumpção et al., 2014, a dis-

tância média entre as estações da RSISNE é cerca de 200 km e a sismicidade ocorre comumente em profundidades não superiores a 12 km.

A RSISNE propicia um monitoramento contínuo das atividades sísmicas no Nordeste do Brasil com acurácia suficiente para indicar onde e quando implementar redes temporárias para fins de estudos locais. Nesse sentido, diversos trabalhos foram produzidos, beneficiando-se do seu sistema de monitoramento. do Nascimento et al. (2021) avaliaram a sismicidade e sua correlação com segmentos reativados do Lineamento Pernambuco. Embora nenhum evento expressivo foi registrado, a micro sismicidade analisada permitiu concluir que a interação complexa entre esses segmentos pode deter importante papel na gênese de terremotos na área. De maneira similar, Fonsêca et al. (2021) analisaram diversos novos agrupamentos de eventos na região de Cascavel-CE, área onde ocorreu o maior sismo já registrado no Nordeste do Brasil, e também observaram interações complexas entre segmentos de falhas sismogênicas. de Menezes et al. (2020) reproduziram análises semelhantes com respeito a sequências sísmicas ocorridas em Irauçuba-CE. Os autores identificaram uma micro falha sismogênica, cujo comportamento permitiu inferir que a pressão de poros pode atuar como fator importante na geração de sismos. Por outro lado, a utilização de dados diretamente oriundos de estações da RSISNE tem provado eficácia em modelar o comportamento de fontes sísmicas de eventos com magnitude moderada (Leite Neto et al., 2023)

## ARTIGO TÉCNICO V

## RSISNE E SOCIEDADE

Sabemos que uma rede sismográfica pode ser um instrumento para engajamento da sociedade na temática de geociência. Nesse sentido, a RSISNE tem contribuído de forma sustentável para uma sinergia entre geocientistas e a gestão pública, notadamente a Defesa Civil dos diversos municípios afetados pela ocorrência de eventos sísmicos. O monitoramento contínuo a nível nacional tem identificado áreas sísmicas outrora desconhecidas e tem auxiliado o esclarecimento à população sobre fenômenos geológicos e dado apoio às ações da Defesa Civil em atividades sísmicas em várias regiões do NE.

A cada dia conhecemos mais sobre a sismicidade no Brasil. Várias questões sobre essa temática ainda são temas em aberto. Uma questão que se coloca é como podemos nos planejar melhor (em termos de obras de infraestrutura, indústria e residências) para a ameaça de terremotos que, embora seja menor do que em outros países da América Latina, não devem ser negligenciados. Com o aumento populacional da demanda energética e do crescimento da infraestrutura e exploração de recursos naturais para nosso desenvolvimento (ex. mineração, exploração de O&G convencional e não-convencional, parques eólicos, energia geotérmica, armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> e de H<sub>2</sub>, dentre outras tecnologias), a avaliação de risco que a sismicidade natural e/ou antropogênica podem exercer são temas cada vez mais relevantes. Neste sentido, a RSBR pode ser vista como uma ferramenta de conhecimento geocientífico do país para tomada de decisão e avaliação de riscos para um melhor planejamento da infraestrutura nacional.

## REFERÊNCIAS

- Assumpção, M., Ferreira, J., Barros, L., Bezerra, H., França, G.S., Barbosa, J.R., Menezes, E., Carlos Ribotta, L., Pirchiner, M., Nascimento, A. do, Dourado, J.C., Talwani, P., 2014. Intraplate seismicity in Brazil, in: *Intraplate Earthquakes*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 50–71. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139628921.004>
- Bianchi, M.B., Assumpção, M., Agurto-Detzel, H., Carvalho, J., Rocha, M., Drouet, S., Fontes, S., Ferreira, J.M., Nascimento, A., Veloso, J.A. V., 2015. The Brazilian Seismographic Network Historical Overview and Current Status. *Isc* 49, 70–90. <https://doi.org/10.5281/zenodo.998851.7>
- Bianchi, M.B., Assumpção, M., Rocha, M.P., Carvalho, J.M., Azevedo, P.A., Fontes, S.L., Dias, F.L., Ferreira, J.M., Nascimento, A.F., Ferreira, M. V., Costa, I.S.L., 2018. The Brazilian seismographic network (RSBR): Improving seismic monitoring in Brazil. *Seismol. Res. Lett.* <https://doi.org/10.1785/0220170227>
- de Melo, G.W.S., do Nascimento, A.F., 2018. Earthquake Magnitude Relationships for the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Equatorial Atlantic. *Pure Appl. Geophys.* 175, 741–756. <https://doi.org/10.1007/s00024-017-1732-6>
- de Menezes, E.A.S., do Nascimento, A.F., Neto, H.C.L., Sousa, M.O.L., Fonsêca, J.A.S., Ferreira, J.M., Bezerra, F.H.R., 2021. Seismicity in a low-strain area: Example of the Irauçuba fault in NE Brazil. *J. South Am. Earth Sci.* 106, 103034. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.103034>
- do Nascimento, A.F., Fonsêca, J.A.S., Bezerra, F.H.R., Sousa, M.O.L., Ferreira, J.M., 2021. Multi-fault segments in the Pernambuco Lineament, Brazil: Implications for fault architecture in intraplate areas. *J. South Am. Earth Sci.* 111, 103494. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103494>
- Ferreira, J. M. et al. (1998) 'Superposition of local and regional stresses in northeast Brazil: evidence from focal mechanisms around the Potiguar marginal basin', *Geophysical Journal International*, 134(2), pp. 341–355. doi: 10.1046/j.1365-246x.1998.00563.x.
- Fonsêca, J.A.S., Ferreira, J.M., do Nascimento, A.F., Bezerra, F.H.R., Lima Neto, H.C., de Menezes, E.A.S., 2021. Intraplate earthquakes in the Potiguar Basin, Brazil: Evidence for superposition of local and regional stresses and implications for moderate-size earthquake occurrence. *J. South Am. Earth Sci.* 110, 103370. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103370>
- Leite Neto, G.S., Julià, J., 2023. Determination of intraplate focal mechanisms with the Brazilian Seismic Network: A simplified Cut-and-Paste approach. *J. South Am. Earth Sci.* 121, 104149. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.104149>
- Lima Neto, H.C., Ferreira, J.M., Bezerra, F.H.R., Assumpção, M., do Nascimento, A.F., Sousa, M.O.L., Menezes, E.A.S., 2014. Earthquake sequences in the southern block of the Pernambuco Lineament, NE Brazil: Stress field and seismotectonic implications. *Tectonophysics* 633, 211–220. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2014.07.010>
- Lima Neto, H.C., Ferreira, J.M., Bezerra, F.H.R., Assumpção, M.S., do Nascimento, A.F., Sousa, M.O.L., Menezes, E.A.S., 2013. Upper crustal earthquake swarms in São Caetano: Reactivation of the Pernambuco shear zone and trending branches in intraplate Brazil. *Tectonophysics* 608, 804–811. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2013.08.001>
- Mignan, A., Woessner, J., 2012. Estimating the magnitude of completeness for earthquake catalogs, Community Online Resource for Statistical Seismicity Analysis,. *Community Online Resour. Stat. Seism. Anal.* <https://doi.org/10.5078/corssa-00180805>

# Mulheres na SBGf

Por Roberta Vidotti (UnB e presidente da SBGf, biênio 2021/2023)

Apresento neste artigo os dados históricos da participação das mulheres na SBGf, desde sua fundação em 1978 até os dias atuais. Os dados analisados consideram a participação das mulheres na diretoria, secretarias regionais e conselho, assim como nas ações da SBGf, como premiações e homenagens.

Iniciamos esta análise, observando os dados obtidos no Diagnóstico III da SBGf realizado em 2020 e publicado no Boletim 117. De acordo com a autodeclaração de gênero, 33,9 % são mulheres. Distribuídas por faixa etária, as mulheres são 14,49 % das pessoas acima de 50 anos; 26,32 entre 40 e 50 anos; 32,5% entre 30 a 40 anos; e 44,38% entre 20 e 30 anos. Os resultados demonstram que há maior equidade de gênero entre os mais jovens. Nas áreas com maior quantidade de profissionais, as mulheres são 21% dos que atuam em óleo e gás; 22% em mineração e 32% na academia.

A fundação da SBGf, ocorrida em 30 de outubro de 1978, foi realizada por um grupo de 68 geofísicos(as), dos quais 8 (12%) eram mulheres. Em comparação ao quadro atual, a diretoria é composta por 3 mulheres e quatro homens, onde somos 43%, e temos a maior participação da história. Em 6 biênios (30%), não havia nenhuma mulher na diretoria, 35% dos biênios apenas uma, em outros 30% duas. A SBGf foi presidida por mulheres em apenas 4 biênios (20%), na vice-presidência apenas duas vezes (10%), a maior parte das participações de mulheres em diretorias foi na posição relativa a atual Secretaria de Relações Acadêmicas (Figura 1).

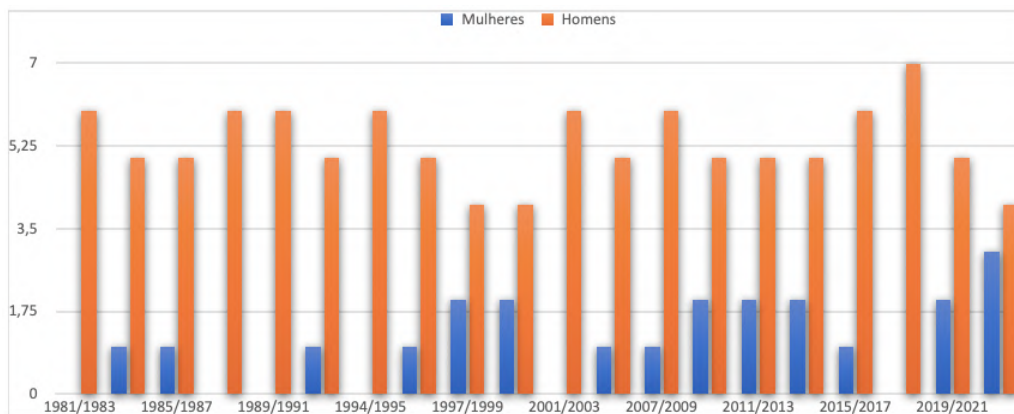


Figura 1 – Gráfico com a distribuição de gênero entre os membros de todas as diretorias da SBGf.

No Conselho Nacional, nos últimos 10 anos, observamos uma maior participação de mulheres entre os conselheiros, sendo que no biênio 2017/2021 havia equidade de gênero entre eles. No entanto, neste biênio a diretoria era composta exclusivamente por homens. Com relação às Secretarias Regionais, durante 9 biênios só havia homens como Secretário Regional, e desde 2011, isso não se repetiu. Em somente em 3 biênios, observamos equidade de gênero entre os secretários regionais.

Nas premiações concedidas a cada biênio pela SBGf desde 1999, apenas 6% dos premiados são mulheres, todos os 3 prêmios foram concedidos por atuação na Área Acadêmica, considerando a quantidade de mulheres no diagnóstico III, conforme descrito no início deste texto, assim como sua distribuição por área de atuação, notamos que este número não corresponde a distribuição de profissionais por área.

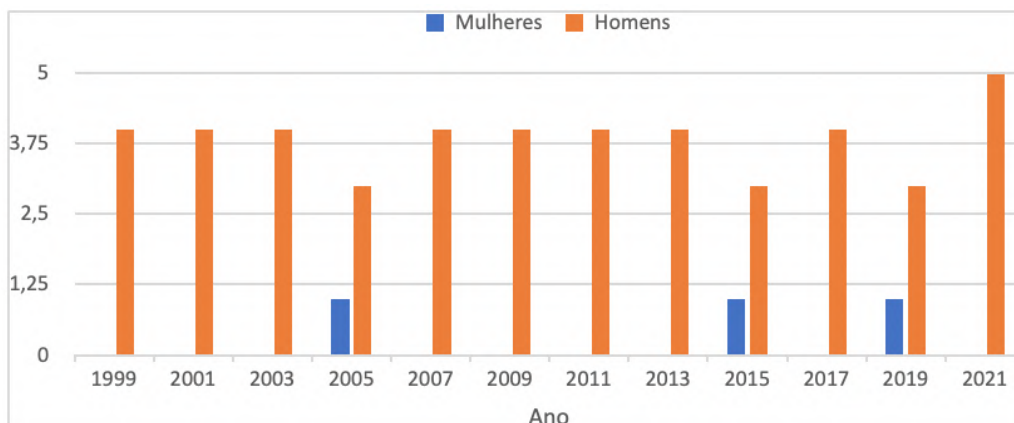


Figura 2 – Gráfico com a quantidade de prêmios por ano, de acordo com o gênero.

## ARTIGO

Diante dos dados apresentados fica a reflexão sobre como devemos pensar na composição de diretorias, secretarias regionais, conselho, assim como na distribuição de prêmios. Penso que os homens sempre foram e ainda são maioria e, por isso, são mais lembrados, porém precisamos também lembrar das mulheres que são destaque na sua atuação profissional. Ainda temos um longo caminho de luta por igualdade de direitos e representatividade. Convido todas as mulheres de todas as idades e nas diferentes áreas de atuação que participem de nossa sociedade, precisamos de mais mulheres ativas e que nos representem.

Finalizando, ressalto que este texto traz uma análise e reflexão com dados que temos disponíveis sobre gênero, e em homenagem ao mês marcado pelo Dia Internacional da Mulher, se há uma caminho longo neste sentido precisamos ficar atentos a outros dados como etnia, distribuição geográfica, entre outros.

Atualize seu cadastro  
no site

[www.sbgf.org.br](http://www.sbgf.org.br)

## Longevidade sustentável para todos

Entregamos soluções para mitigar e reduzir os impactos ambientais, e, simultaneamente, otimizar as operações de nossos clientes.

- ✦ Licenciamento Ambiental
- ✦ Implementação de Projetos Ambientais
- ✦ Avaliação Ambiental e Sustentabilidade:
  - Análise de Conformidade Ambiental e Passivo Ambiental de Ativos
  - Inventário de Emissões Atmosféricas
  - Relatórios de Sustentabilidade

☎ +55 (21) 3578-5560  
✉ [contato@toveri.com.br](mailto:contato@toveri.com.br)  
🌐 [toveri.com.br](http://toveri.com.br)



# 50°

levantamento sísmico  
GeoStreamer  
4D



Leia mais

A Sociedade Brasileira de Geofísica agradece  
às empresas que participam do Fundo SBGf  
de Apoio à Ciência Geofísica  
2023

Diamante



Ouro



Prata



Bronze



2023

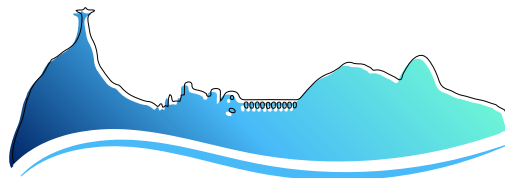
▶ 18th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

16 a 19 de outubro

EXPO MAG Convention Center – Rio de Janeiro

Mais informações no [site](#).

CALL FOR PAPERS



18th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

RIO DE JANEIRO 16-19 OCTOBER 2023



INOVAÇÃO É TRANSFORMAR

TECNOLOGIA

EM COMPROMISSO COM O MEIO AMBIENTE.

Para a Petrobras, inovar pensando no meio ambiente é um compromisso. Por isso, investimos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias que aumentem a eficiência e a qualidade dos nossos produtos e que também reduzam a nossa pegada de carbono. Criamos tecnologia hoje para transformar o amanhã.

Petrobras.  
Energia para transformar.

Saiba mais em  
[tecnologia.petrobras.com.br](http://tecnologia.petrobras.com.br)

