

# GEOCIÊNCIAS:

## A história da terra



Luis Ricardo Fernandes da Costa  
(Organizador)

**Atena**  
Editora

Ano 2021

# GEOCIÊNCIAS:

## A história da terra



Luis Ricardo Fernandes da Costa  
(Organizador)

**Atena**  
Editora

Ano 2021

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Elói Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

#### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Gabriel Motomu Teshima  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Luis Ricardo Fernandes da Costa

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

G342 Geociências: a história da terra / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-120-3

DOI 10.22533/at.ed.203210106

1. Geociências. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da (Organizador). II. Título.

CDD 550

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## **APRESENTAÇÃO**

É com muito prazer que apresentamos a obra “Geociências: a história da Terra”, que apresenta uma série de dezessete artigos com diferentes abordagens e metodologias que abrem a discussão da produção acadêmica nesse segmento.

A obra é composta por trabalhos voltados para as geociências e que abordam diferentes metodologias, desde análises climáticas, passando pela interpretação de Modelos Digitais de Elevação e diferentes aplicações para o meio ambiente.

Como destaque, cabe ressaltar a aplicabilidade em diferentes contextos e realidades no Brasil e no exterior, além das experiências voltadas a consolidação do ensino de geociências a nível nacional, como é abordado ao longo do livro.

Diante dos desafios e atual conjuntura da ciência brasileira, a presente obra é uma possibilidade e esforço de divulgação de trabalhos em diferentes escalas e com a qualidade a nível Brasil, mesmo com os percalços e desafios da pesquisa cotidiana.

Convidamos a todos os leitores a percorrer pelo sumário e conferir essa incrível coleção, com possibilidades de expansão e disseminação nos próximos trabalhos da área.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

**A APLICAÇÃO DA TÉCNICA MULTIVARIADA (PCA) NA CORRELAÇÃO DO PALEOAMBIENTE DEPOSICIONAL DA FORMAÇÃO IRATI (BACIA DO PARANÁ) POR MEIO DE DADOS DE BIOMARCADORES**

Lorena Tuane Gomes de Almeida

Sidney Gonçalo de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.2032101061**

### **CAPÍTULO 2..... 15**

**A CRIAÇÃO DE UMA SALA DE EXPOSIÇÃO DE METEOROLOGIA NO MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL DA UFAL**

Natalia Fedorova

Vladimir Levit

Ana Paula Lopes da Silva

Jorge Luiz Lopes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.2032101062**

### **CAPÍTULO 3..... 30**

**ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL DOS MUNICÍPIOS DE BOM JESUS DO ITABAPOANA – RJ E BOM JESUS DO NORTE – ES, UTILIZANDO TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS E SENSORIAMENTO REMOTO**

Wallace Maciel Pacheco Neto

**DOI 10.22533/at.ed.2032101063**

### **CAPÍTULO 4..... 43**

**ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO SEGUNDO OS DADOS DE PLUVIÔMETRO, GPCC E TRMM PARA RONDON DO PARÁ E SUA RELAÇÃO COM ANOMALIAS DE TSM**

Priscila dos Santos Ribeiro

Juliana Cristina Silva do Nascimento

Fernando Bosco de Sousa Melo

Luciano André Barbosa da Silva

Paulo Rick Soares Rodrigues

Emily Amaro Pires

Davi Miranda Costa

Matheus Henrique Melo Farias

Laura Carolina Trindade Santos

Luan Bezerra Moreira dos Santos

Jordana do Socorro Silva do Nascimento

Talleson Gabriel Andrade dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.2032101064**

### **CAPÍTULO 5..... 58**

**PROSPECÇÃO GEOELÉTRICA DE OCORRÊNCIA DE COBRE EM FAIXA DE DOBRAMENTOS NA REGIÃO DE CAÇAPAVA DO SUL (RS)**

Shaiely Fernandes dos Santos

César Augusto Moreira

Fernanda Teles Gomes Rosa  
Karolliny Borssatto  
Marly Aparecida da Silva  
**DOI 10.22533/at.ed.2032101065**

**CAPÍTULO 6..... 76**

**AVALIAÇÃO NUMÉRICA DO IMPACTO DA RESSURGÊNCIA NO SISTEMA DE CIRCULAÇÃO DE BRISAS NO LITORAL DO RIO DE JANEIRO – BRASIL**

Caio Pereira de Souza  
Ana Cristina Pinto de Almeida Palmeira  
Luiz Paulo de Freitas Assad

**DOI 10.22533/at.ed.2032101066**

**CAPÍTULO 7..... 93**

**COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS DITAIS DE ELEVAÇÃO E CARTA TOPOGRÁFICA NA GERAÇÃO DE MAPAS DE DECLIVIDADE PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MATEUS – PR**

Sidival Antonio Calderan  
Ricardo Henrique Bueno  
Giovana Moreira Goes  
Rodrigo Gonçalves Ferreira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.2032101067**

**CAPÍTULO 8..... 99**

**COMPARAÇÃO ENTRE O POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO E DIFERENTES MÉTODOS DE POSICIONAMENTO**

Juliana Tamires Ferreira Kizahy Nagem  
Maria Luiza de Castro Garcia  
Wanessa Dias Alves  
Samuel Salin Gonçalves de Souza  
Emerson Ricardo Barros Pires  
Nathalia de Souza Lima  
Marcus Vinicius Zamorim da Costa  
Júlio Anderson Araujo Pereira  
Wendell Fonseca Pinheiro  
Karen Patricia Macedo Cesário  
Patrick Rafael Silva Corrêa

**DOI 10.22533/at.ed.2032101068**

**CAPÍTULO 9..... 109**

**COMPARAÇÃO ENTRE OS INTERPOLADORES DO ARCGIS -PRO PARA DADOS GRAVIMÉTRICOS**

Leticia Cristina Ribeiro  
Danilo Fernandes de Medeiros  
Giuliano Sant'Anna Marotta  
Rejane Ennes Cicerelli

**DOI 10.22533/at.ed.2032101069**

<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>116</b>
<b>CONCENTRAÇÃO DE ELEMENTOS TRAÇOS, TERRAS RARAS E ESCÂNDIO EM PERFIL DE INTEMPERISMO DE ROCHA METALULTRAMÁFICA (BOM JESUS DA PENHA – MG)</b>	
Ilio Rodarte Faria Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.20321010610</b>	
<b>CAPÍTULO 11.....</b>	<b>135</b>
<b>DISTRIBUIÇÃO DAS VELOCIDADES E DIREÇÕES DO VENTO EM UM PLANTIO DE CUPUAÇUZEIRO COM AÇAÍ</b>	
Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes	
Joyse Tatiane Souza dos Santos	
Deborah Luciany Pires Costa	
Denilson Barreto da Luz	
Matheus Lima Rua	
Erika de Oliveira Teixeira	
Igor Cristian de Oliveira Vieira	
Adrielle Carvalho Monteiro	
João Vitor de Nóvoa Pinto	
Stefany Porcina Peniche Lisboa	
Maria de Lourdes Alcântara Velame	
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.20321010611</b>	
<b>CAPÍTULO 12.....</b>	<b>145</b>
<b>ESTUDOS DE DAM BREAK</b>	
Olavo Tozete Tercini	
Arthur Bucciarelli Andreetta	
Euclides Cestari Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.20321010612</b>	
<b>CAPÍTULO 13.....</b>	<b>151</b>
<b>MEDIDAS GERAIS PARA PRECAUÇÃO DE DESASTRES EM BARRAGENS</b>	
Olavo Tozete Tercini	
Arthur Bucciarelli Andreetta	
Mariane Chimite Nossa	
Douglas Meira Brito	
Euclides Cestari Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.20321010613</b>	
<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>157</b>
<b>MOVIMENTO DO PÓLO ANALISADO SOB A INFLUÊNCIA DO TERREMOTO DE SAMOA</b>	
Juliana Tamires Ferreira Kizahy Nagem	
Wendell Fonseca Pinheiro	
Maria Luiza de Castro Garcia	
Lucas Daniel Noronha Ferreira	
Mozart dos Santos Silva	

Marcos Gabriel Silva e Silva  
Arthur Jeronimo Santana Aragão  
Patrick Rafael Silva Corrêa  
Júlio Anderson Araújo Pereira  
**DOI 10.22533/at.ed.20321010614**

**CAPÍTULO 15..... 167**

**RECLASSIFICAÇÃO DO AMBIENTE FLUVIAL NO ESPAÇO URBANO DE PONTA GROSSA-PR: UM NOVO OLHAR**

Marcelo Mendes  
Maria Ligia Cassol-Pinto

**DOI 10.22533/at.ed.20321010615**

**CAPÍTULO 16..... 180**

**USO DE SÉRIE CLIMATOLÓGICA PARA CARACTERIZAÇÃO DA SAZONALIDADE E VARIABILIDADE CLIMÁTICA EM BELÉM-PA**

Gabriel Brito Costa  
Ana Caroline da Silva Macambira  
Letícia Victória dos Santos Matias  
Duany Thainara Corrêa da Silva  
João Thiago Rodrigues de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.20321010616**

**CAPÍTULO 17..... 198**

**VERIFICAÇÃO DO CÓDIGO FLORESTAL ATUAL EM APP DE RIOS PERENES E INTERMITENTES NO CONTEXTO URBANO DA CIDADE DE CURITIBA**

Carla Jaqueline Casaroti  
Flávia Silveira  
Gabriele Silveira Camara  
Luís Antônio Soares e Sousa  
Jorge Antonio Silva Centeno

**DOI 10.22533/at.ed.20321010617**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 212**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 213**

# CAPÍTULO 14

## MOVIMENTO DO PÓLO ANALISADO SOB A INFLUÊNCIA DO TERREMOTO DE SAMOA

*Data de aceite: 21/05/2021*

*Data de submissão: 03/03/2021*

### **Juliana Tamires Ferreira Kizahy Nagem**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Instituto Ciberespacial  
Belém – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/6963320505721746>

### **Wendell Fonseca Pinheiro**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Instituto Ciberespacial  
Belém – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/3968831225890130>

### **Maria Luiza de Castro Garcia**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Instituto Ciberespacial  
Belém - Pará  
<http://lattes.cnpq.br/5767555814318016>

### **Lucas Daniel Noronha Ferreira**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Instituto Ciberespacial  
Belém – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/0884614780522894>

### **Mozart dos Santos Silva**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Instituto Ciberespacial  
Belém – Pará

### **Marcos Gabriel Silva e Silva**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Instituto Ciberespacial  
Belém – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/3909951119633630>

### **Arthur Jeronimo Santana Aragão**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Instituto Ciberespacial  
Belém – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/4293400820099639>

### **Patrick Rafael Silva Corrêa**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Instituto Ciberespacial  
Belém – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/9088181719206448>

### **Júlio Anderson Araújo Pereira**

Universidade Federal Rural da Amazônia  
Instituto Ciberespacial  
Belém – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/8879640195054600>

**RESUMO:** O movimento do polo é causado por variações na distribuição da massa terrestre junto com sua atmosfera, causada por vários fenômenos, como erupções vulcânicas e terremotos. Neste trabalho, é feita uma análise do movimento do polo em relação ao terremoto que atingiu as ilhas de Samoa, no Oceano Pacífico, em setembro de 2009, contemplando aspectos físicos, sua formulação e análise desse efeito mostrando o movimento polar de Chandler. Para este propósito, os dados do IERS foram coletados da Terra, correspondentes aos meses anteriores e após o terremoto, dados X e Y dos polos e criação dos gráficos que mostraram o movimento circular e espiral confirmando o movimento de Chandler permanecendo inalterado e não afetando parâmetros da rotação da Terra, embora tenha causado alterações na



superfície da Terra e na formação de tsunamis.

**PALAVRAS - CHAVE:** geodésia; terremoto; movimento polar; Chandler.

## MOVEMENT OF THE ANALYZED POLE UNDER THE INFLUENCE OF EARTHQUAKE OF SAMOA

**ABSTRACT:** O The pole's motion is caused by variations in the distribution of land mass together with its atmosphere, caused by various phenomena such as volcanic eruptions and earthquakes. In this work, an analysis is made of the pole's movement in relation to the earthquake that hit the islands of Samoa, in the Pacific Ocean, in September 2009, contemplating physical aspects, its formulation and analysis of this effect showing Chandler's polar movement. For this purpose, IERS data were collected from the Earth, corresponding to the months before and after the earthquake, X and Y data from the poles and creating the graphs that showed the circular and spiral movement confirming Chandler's movement remaining unchanged and not affecting parameters of Earth's rotation, although it has caused changes in the Earth's surface and in the formation of tsunamis.

**KEYWORDS:** geodesy; earthquake; pole's motion; Chandler.

### 1 | INTRODUÇÃO

O eixo de rotação da Terra varia em relação à figura da Terra, principalmente devido às suas propriedades elásticas e a sua interação com a atmosfera, causando o chamado movimento do polo. Esse movimento é causado por variações na distribuição em massa da Terra e sua atmosfera, que podem ocorrer devido a fenômenos meteorológicos, geológicos e geofísicos, como: o movimento da atmosfera e dos oceanos, mudanças na distribuição em massa da superfície (erosão), mudanças na crosta e fluidos (erupções vulcânicas, terremotos), movimento entre a crosta terrestre e seu interior.

Esse efeito influencia as coordenadas de todos os pontos terrestres, o conceito de movimento do polo é a rotação do verdadeiro polo celeste (eixo instantâneo de rotação) em relação ao polo de um sistema de referência convencional fixado à Terra (CIO - Origem Internacional Convencional).

Neste trabalho, realizaremos um estudo com ênfase nas mudanças na crosta (terremoto) que ocorreram em Samoa em 29/09/2009 - 8.3 considerando aspectos físicos, sua formulação matemática e análise desse efeito.

#### 1.1 Área de estudo

O arquipélago de Samoa, antigamente chamado de Ilhas dos Navegadores) é um conjunto de treze ilhas localizadas no centro-sul do oceano pacífico, pertencentes à Polinésia. Politicamente o arquipélago está dividido entre duas entidades: Samoa, um estado chamado também Samoa Ocidental ou Samoa Independente, e Samoa Americana, um território dos Estados Unidos da América, também chamado Samoa Oriental. O

arquipélago inclui 13 ilhas entre os 13° e 14° de latitude sul e 169° e 173° de longitude oeste, com cerca de 480 km de extensão leste-oeste. As maiores ilhas são de origem vulcânica, montanhosas e cobertas de floresta tropical úmida. Um fator interessante a se ressaltar é que essas ilhas estão localizadas numa região onde as placas tectônicas se unem e é comum a atividade vulcânica e sísmica.

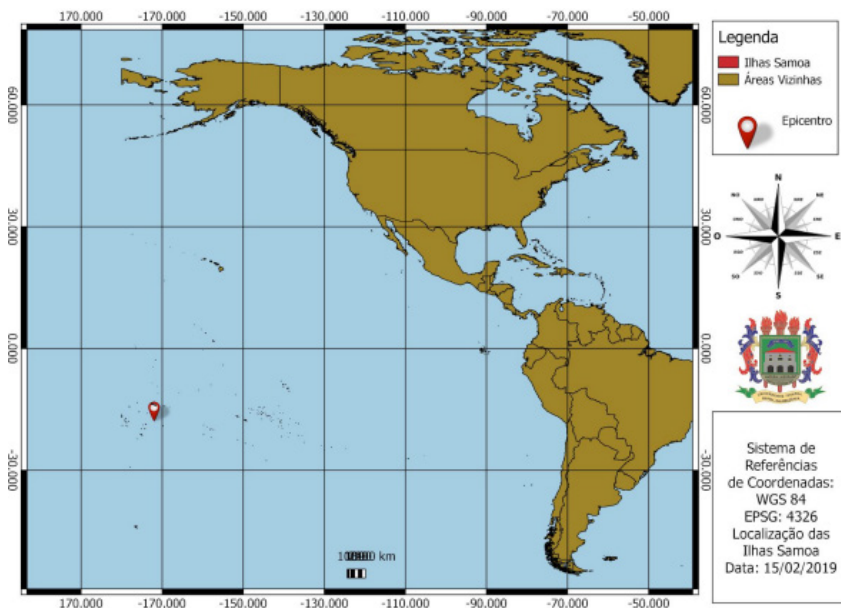


Figura 1 - Localização do Arquipélago de Samoa no mapa mundi.

Fonte: Própria (2019).

## 1.2 O Sismo de Samoa, 2009

Samoa está localizada na região tectônica de Tonga (Pacífico). O contexto tectônico dessa região é dominado pela convergência relativa da placa australiana com a placa do Pacífico. Esta última placa afunda a subducção sob a placa australiana ao longo do fosso de Tonga. No epicentro, a velocidade relativa de convergência das duas placas é estimada entre 86 e 236 mm / ano. Esta área de fronteira de placas Austrália / Pacífico é uma das regiões sísmicas mais ativas do mundo. O local fica dentro do chamado “Anel de Fogo do Pacífico”, que sofre habitualmente terremotos de intensidade forte ou moderada pela atividade de vários vulcões submarinos.

Na “Bacia Norte de Lau”, situada entre Fiji, Samoa e Tonga no Pacífico Sul, há dezenas de vulcões ativos localizados entre mil e 1,5 mil metros de profundidade sob as águas e que escondem amplas reservas de minerais.

O terremoto que ocorreu no dia 29 de setembro de 2009 às 6h 48min 11s em

horário local no oceano pacífico, atingindo as Ilhas de Samoa e de Tonga, foi originado pelo movimento de duas placas tectônicas que se chocaram, tendo seu epicentro na Zona de subducção de Kermadec-Tonga.

Apesar de haver uma distância considerável entre o seu epicentro e as ilhas atingidas, este terremoto provocou o surgimento de três tsunamis separados, sendo inicialmente registrados com uma altura de 76 mm (em Kermadec-Tonga) e chegando a 1,6 m acima do nível do mar, causando mais de duzentas mortes.

A primeira quebra ocorreu dentro da placa do Pacífico entre a fossa oceânica e a costa, em uma falha normal, perto da ponta nordeste da placa de Tonga Excepcionalmente, este terremoto intra-placa desencadeou dois terremotos na zona de subducção, de acordo com uma falha reversa.

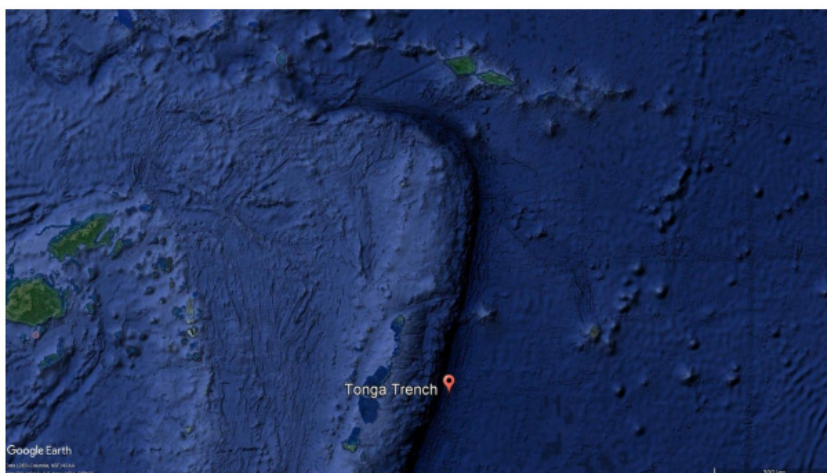


Figura 2 - Epicentro (Tonga Trench) representado no Google Earth

Fonte: Google Earth (2019).

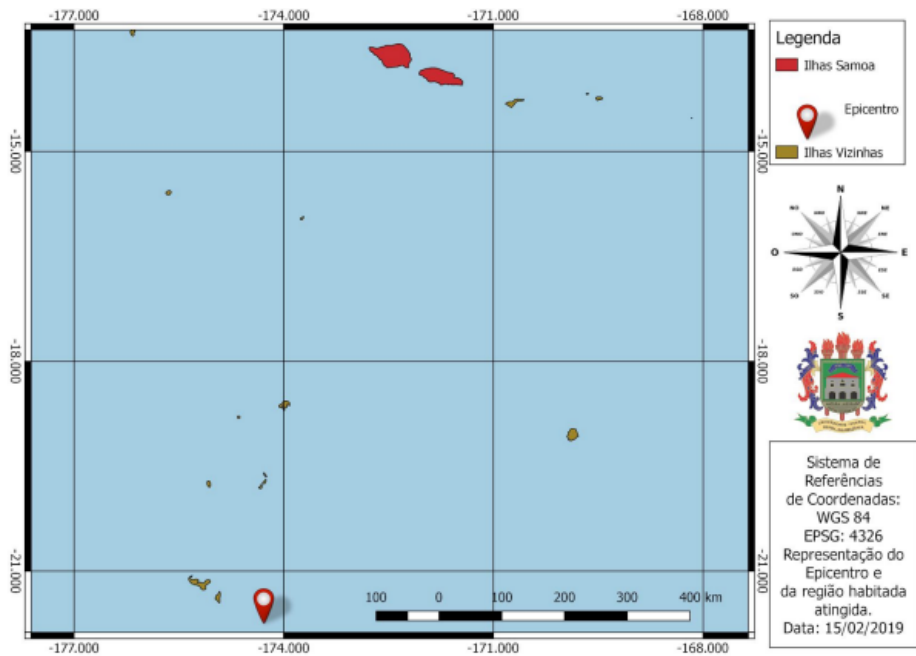


Figura 3 - Mapa de Localização do Epicentro às Ilhas Samoa

Fonte: Própria(2019).

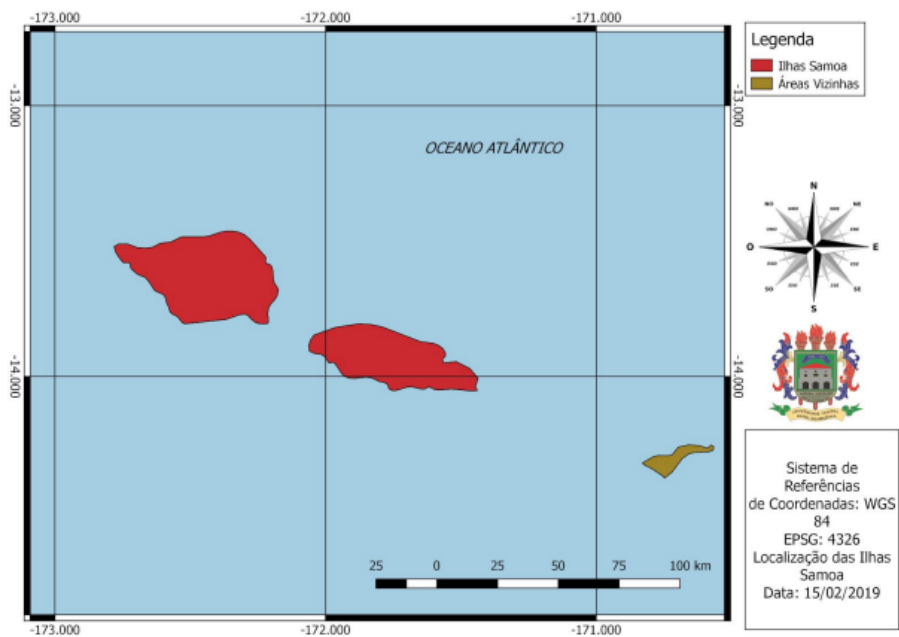


Figura 4 – Ilhas atingidas

Fonte: Própria(2019).

Vale ressaltar que o epicentro do terremoto foi localizado a 35 quilômetros abaixo do fundo do oceano, exatamente 200 quilômetros de Samoa e 190 quilômetros da Samoa Americana.

Este desastre foi noticiado pela imprensa internacional e as imagens de destruição foram vinculadas ao redor do mundo.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Levantamento bibliográfico

#### 2.1.1 *Movimento de Rotação*

A rotação da Terra se dá em torno do imaginário eixo da Terra, o qual passa pelos pólos norte e sul geográficos. O período de rotação da Terra é de cerca de 23h56m04s, sendo, portanto, cerca de 03m56s mais curto do que o período correspondente a um dia solar de 24h00m00s.

#### 2.1.2 *Movimento de Translação:*

O movimento de translação da Terra é aquele componente responsável pelo movimento da Terra em torno do Sol. O movimento combinado de rotação e translação é o movimento orbital da Terra em torno do Sol. O movimento de translação tem um período de cerca de 365d06h09m09,5s e é um pouco mais comprido do que o Ano das Estações que é de 365d05h48m46s. A pequena diferença se deve ao efeito do movimento de precessão do eixo da Terra.

#### 2.1.3 *Movimento de Precessão e Nutação*

Os movimentos de precessão e nutação são efeitos resultantes da atração gravitacional do Sol e da Lua sobre a protuberância equatorial da Terra, o que implica que o movimento total resultante possa ser decomposto em uma componente principal secular (precessão) e em uma componente secundária periódica (nutação) (McCARTHY e PETIT,2004).

O planeta Terra não é perfeitamente esférico, sendo achatado nos pólos e bojudado na região equatorial (o diâmetro equatorial é cerca de 40 km maior do que o diâmetro polar). Além disso, o plano do equador terrestre e, portanto, o plano do bojo equatorial apresenta uma inclinação de 23° 26' 21, 412" em relação ao plano da eclíptica que, por sua vez, está inclinado 0 ' 5 11 em relação ao plano da órbita da Lua (TORGE, 2001),

Em função deste movimento, as forças diferenciais tendem não apenas a achatar ainda mais a Terra, como também a alinhar o eixo de rotação da Terra ao eixo da eclíptica. Desta forma, estando a Terra em seu movimento de rotação, o seu eixo não se encontra

alinhado ao da eclíptica, pressionando-se em torno deste de forma similar a um pião, que posto a girar se precessiona em torno do eixo vertical em relação ao solo (VANÍCEK e KRAKIWSKY, 1986).

No caso da Terra, as forças gravitacionais do Sol e da Lua produzem um torque que tende a alinhar o eixo de rotação da Terra com o eixo da eclíptica. Todavia, como esse torque é perpendicular ao momento angular de rotação da Terra, seu efeito é mudar a direção do eixo de rotação, sem para tanto alterar sua inclinação. Portanto, os pólos celestes não ocupam uma posição fixa no espaço, ou seja, cada pólo celeste se move lentamente em torno do respectivo pólo da eclíptica, descrevendo uma circunferência em torno dele com raio de 0

5,23 (VANÍCEK e KRAKIWSKY, 1986).

O movimento de Precessão da Terra é conhecido como Precessão dos equinócios, porque devido a este movimento os equinócios (ponto vernal e ponto outonal) se deslocam ao longo da eclíptica no sentido de ir ao encontro do Sol (retrógrado em relação ao movimento da Terra em torno do Sol), de  $18^{\circ} 18'$  a  $28^{\circ} 36'$ , (OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 2007). A variação da direção do eixo da Terra é de, aproximadamente, “ 50 de arco por ano ou 0 360 em cerca de 26000 anos. Esse fenômeno não se realiza uniformemente, mas sofre oscilações periódicas denominadas Nutação (VANÍCEK e

KRAKIWSKY, 1986)

Nutação, trata-se da componente não circular (bamboleio) do movimento do pólo da Terra em torno do pólo da eclíptica, causada pelas variações na inclinação da órbita da Lua em relação à órbita da Terra em torno do sol. A principal contribuição da Nutação na obliquidade da Terra tem uma amplitude de “ 9,21 e período de, aproximadamente, 18,6 anos, porém têm-se ainda contribuições menores como “ 57,0 com períodos de 182,62 dias (VANÍCEK e KRAKIWSKY, 1986)

#### *2.1.4 Movimento dos Polos*

Os parâmetros da orientação da Terra não podem ser descritos em teoria, sendo assim determinados por observações astronômicas realizadas por vários serviços internacionais ao longo do tempo como ILS (International Latitude Service), IPMS (International Polar Motion Service), IERS (International Earth Rotation and Reference System Service), etc (McCARTHY e PETIT,2004).

O Movimento Polar afeta as coordenadas de todos os pontos da Terra. Esse movimento é causado pela variação na distribuição da massa terrestre e de sua atmosfera, que pode ocorrer devido a fenômenos meteorológicos, geológicos e geofísicos, como movimento da atmosfera e oceanos, erosão, erupções vulcânicas, terremotos, entre outros (CHUERUBIM, 2009)

Um dos principais componentes do movimento polar é uma oscilação de Chandler

que seria a discrepância entre os períodos de movimento polar (cerca de 304 dias se a Terra fosse um corpo rígido) e o período de movimento real observado da Terra (de 435 dias) (JEKELI, 2002). A amplitude do período Chandler é de 0,2 arcsec. O movimento anual tem alcance de aproximadamente 0,05 a 0,1 arcsec (JEKELI, 2002).

## 2.2 Métodos

Primeiro, os dados de orientação terrestre foram coletados através do site do IERS. Como o terremoto em questão ocorreu em setembro de 2009, dados correspondentes de maio de 2009 a março de 2010 foram selecionados, considerando alguns meses antes e depois do evento. Os dados foram passados para o software Notepad ++ e salvos como um arquivo “txt”. Esses dados também foram passados para o software Office Excel.

O código que relaciona as coordenadas polares e o Greenwich apparent sidereal time (GAST) foi usado no software Gnuplot, gerando um gráfico 2D e um 3D da movimentação estudada, além disso o Excel foi utilizado para plotar um gráfico em linhas. Para concluir se houve ou não a movimentação do Pólo adotou-se como critério a discricção do Movimento Polar de Chandler.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O movimento do pólo é previsto, ou seja, é comum visualizarmos o círculo e a espiral presentes nas figuras 5 e 6, entretanto em eventos de alta magnitude, é possível que haja picos nessas geometrias. Logo teremos situações divergentes, quando o círculo é claramente representado no momento da plotagem dos gráficos, e quando este apresenta variações como picos.

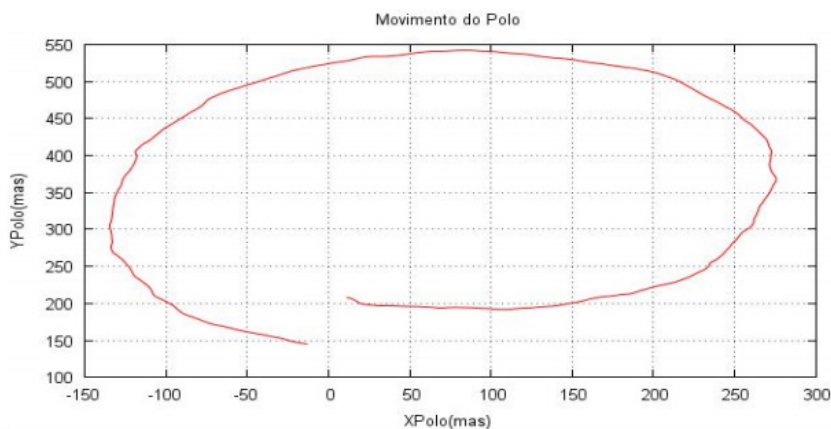


Figura 5 - Gráfico 2D de movimento do Polo relacionado ao terremoto de Samoa

Fonte: Própria (2019).

### Movimento do Polo

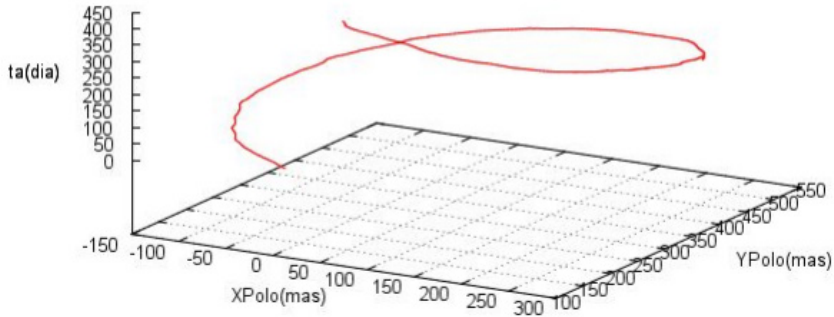


Figura 6 - Gráfico 3D de movimento do Polo relacionado ao terremoto de Samoa

Fonte: Própria (2019).

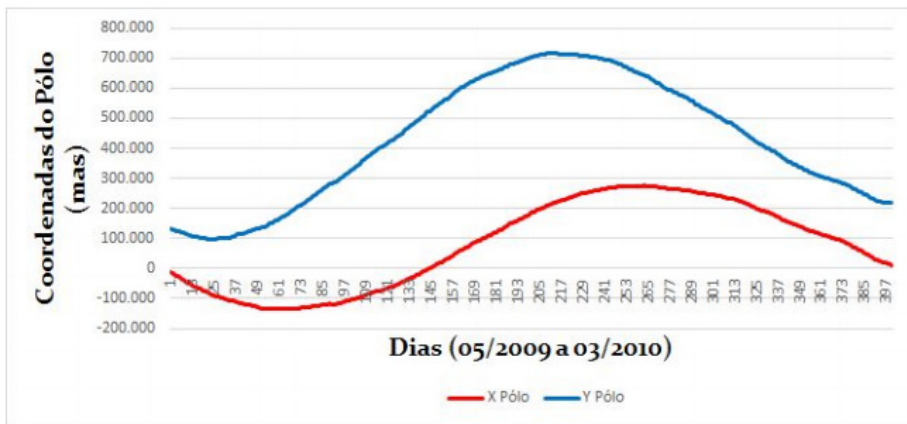


Figura 7 - Gráfico de movimento do Polo relacionado ao terremoto de Samoa

Fonte: Própria (2019).

Caso o círculo seja descrito, o Movimento de Chandler é confirmado, uma vez que mesmo com um terremoto de grande magnitude, o movimento do pólo se manteve inalterado, ou seja, o fenômeno do terremoto mesmo que tenha causado inúmeras mudanças na superfície física da Terra e que tenha desencadeado outros eventos (como no caso de Samoa em que o sismo resultou na formação de tsunamis), este não afetou nenhum dos parâmetros de rotação observados na terra.

Se ocorrer o contrário, e existir alguma variação no círculo, entende-se que



houve um deslocamento anormal no pólo em torno do seu eixo de referência decorrente, provavelmente do terremoto sucedido, ou seja, o fenômeno teve uma magnitude intensa o suficiente para alterar algum dos parâmetros da orientação da terra, que no caso seria o movimento do pólo. Neste caso, podemos citar o sismo de magnitude 8,9 graus na Escala Richter que ocorreu no dia 11 de março de 2011 no Japão que deslocou o eixo da terra em aproximadamente oito centímetros.

O terremoto de Samoa apresentou grandes alterações na superfície física da terra, no entanto, como pode ser observado nas figuras 3 e 4, o evento manteve o eixo de rotação da terra intacto.

Portanto, partir dos resultados obtidos, o objetivo de determinar a influência do terremoto, que atingiu as Ilhas Samoa, nos parâmetros de orientação da terra, mais especificamente a sua consequência no movimento dos pólos, foi alcançado, sendo possível gerar os gráficos dos seus movimentos em seis meses anteriores e posteriores, e em seguida analisá-los e concluir que apesar de sua grande magnitude, e de ter causado danos ambientais e humanos irreparáveis, não gerou uma mudança no eixo de rotação da Terra.

## REFERÊNCIAS

TORGE, W. Geodesy. Berlin: 3rd Edition, Walter de Gruyter, 2001. 416p

VANÍČEK, P; KRAKIWSKY, E. J. GEODESY: The Concepts. 2nd edition, Amsterdam, McCARTHY D. D.; PETIT, G. IERS Conventions (2003), IERS Technical Note 32, Central Bureau of IERS- Observatoire de Paris, 127p., 2004.

CHUERUBIM, Maria Lígia. Integração de Redes GNSS locais ao SIRGAS. 2009.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Altitudes normais ortométricas 109  
Ambiente Depositional 1, 6, 7, 9, 10, 11  
Anemômetro 136, 138, 140, 141, 143  
APPs 198, 201, 206, 208  
Argilominerais neoformados 116

### B

Bacia do Paraná 6, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13  
Barragens 8, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156  
Biomarcadores 1, 2, 3, 6, 7, 8, 11

### C

Chandler 157, 158, 163, 164, 165  
Classificação de Imagens 30, 172, 198, 204, 205, 209  
Clima 15, 19, 43, 44, 45, 53, 78, 117, 137, 140, 171, 180, 182, 193, 195, 211  
Cobertura do Solo 182, 198, 204  
Curitiba 9, 12, 41, 115, 198, 201, 203, 204, 208, 209, 211

### D

Dam Break 8, 145, 146, 150  
Desastres 8, 44, 55, 151, 152, 153, 155

### E

Educação 15, 18, 19, 20, 26, 27, 41  
ENOS 43, 44, 48, 51, 52, 54, 56, 180, 185, 188  
Enriquecimento laterítico 116, 131  
Equações Empíricas 145, 146, 147, 148  
Escala de Beaufort 136  
Escândio 8, 116, 125, 130  
Euterpe Oleracea 136, 143  
Evolução Temporal 30, 182

### F

Formação Irati 6, 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14

## **G**

Geodésia 100, 110, 158

Gestão ambiental 30

Gravimetria 109

Greenstone Belt Morro do Ferro 116, 117, 118

## **I**

Imagens de Satélite 30, 31, 40, 199, 202, 209

Interpolação 55, 68, 80, 94, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115

## **L**

Legislação Ambiental 167, 168, 169

## **M**

Medidas 8, 63, 64, 65, 80, 96, 110, 111, 150, 151, 152, 153, 155, 169, 182, 184

Morfometria fluvial 167, 174

Movimento Polar 157, 158, 163, 164

Mudanças Climáticas 110, 168, 180, 182

Museu 6, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 135

## **P**

Planejamento Urbano 199, 203

Plano de Ação 145

## **R**

Rios Urbanos 167, 168, 173, 174, 175, 205

## **S**

Sensoriamento Remoto 6, 30, 31, 32, 34, 37, 40, 41, 74, 80, 85, 167, 168, 198, 201, 209

## **T**

Tempo 5, 15, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 31, 40, 44, 46, 63, 78, 82, 84, 100, 101, 103, 107, 110, 137, 139, 146, 147, 148, 149, 163, 186, 196, 204

Terremoto 8, 157, 158, 159, 160, 162, 164, 165, 166

TSM 6, 43, 44, 45, 47, 48, 54, 55, 56, 76, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 87, 88

## **U**

Urbanização 40, 167, 168, 175, 176, 177, 180, 186, 197

## V

Variável hidrológica 44

# GEOCIÊNCIAS:

## A história da terra



-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)





**Atena**  
Editora

Ano 2021

# GEOCIÊNCIAS:

## A história da terra



-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

**Atena**  
Editora

Ano 2021