

# 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 Cremo

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 Silvío 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 11

## DISTRIBUIÇÃO DAS VELOCIDADES E DIREÇÕES DO VENTO EM UM PLANTIO DE CUPUAÇUZEIRO COM AÇAÍ

Data de aceite: 21/05/2021

Data de submissão: 02/03/2021

### **Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes**

Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG  
Belém - PA  
<https://orcid.org/0000-0003-4072-003X>

### **Joyse Tatiane Souza dos Santos**

Universidade Federal do Pará  
Belém - PA  
<https://orcid.org/0000-0001-7292-8738>

### **Deborah Luciany Pires Costa**

Universidade Federal Rural da Amazônia –  
UFRA  
Belém - PA  
<https://orcid.org/0000-0002-3513-0759>

### **Denilson Barreto da Luz**

Universidade Federal Rural da Amazônia –  
UFRA  
Belém - PA  
<https://orcid.org/0000-0001-7192-3310>

### **Matheus Lima Rua**

Universidade Federal Rural da Amazônia –  
UFRA  
Belém - PA  
<https://orcid.org/0000-0002-5184-0726>

### **Erika de Oliveira Teixeira**

Universidade Federal Rural da Amazônia –  
UFRA  
Belém - PA  
<https://orcid.org/0000-0002-8413-7615>

### **Igor Cristian de Oliveira Vieira**

Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Jaboticabal - SP  
<https://orcid.org/0000-0002-0488-5008>

### **Adrielle Carvalho Monteiro**

Universidade Federal Rural da Amazônia –  
UFRA  
Belém - PA  
<https://orcid.org/0000-0003-0981-0002>

### **João Vitor de Nóvoa Pinto**

Universidade Federal Rural da Amazônia –  
UFRA  
Belém - PA  
<https://orcid.org/0000-0001-5194-0834>

### **Stefany Porcina Peniche Lisboa**

Universidade Federal Rural da Amazônia –  
UFRA  
Belém - PA  
<https://lattes.cnpq.br/6095647069043526>

### **Maria de Lourdes Alcântara Velame**

Universidade Federal Rural da Amazônia –  
UFRA  
Belém - PA  
<https://orcid.org/0000-0002-1894-5462>

### **Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza**

Universidade Federal Rural da Amazônia –  
UFRA  
Belém - PA  
<https://orcid.org/0000-0003-4748-1502>

**RESUMO:** Foram determinadas as direções e velocidades (VV) predominantes do vento para um consórcio de Açaí com Cupuaçu,

no município de Castanhal/PA em 2018. Os dados são de dois anemômetros, acima (17 metros) e abaixo do dossel (3,4 metros), instalados em uma torre. Foi utilizado o programa *WRPLOT View* na análise, permitindo a geração gráfica das frequências de ocorrências dos ventos e das classes de velocidade, através da adequação da escala de Beaufort para o sistema. Ainda foram selecionadas 10 árvores para a avaliação dos impactos causados pela ocorrência das elevadas VV ao cultivo do Cupuaçu. Nas alturas analisadas, ocorreu a predominância de ventos vindos de nordeste (> 43%). No anemômetro acima do dossel, as VV predominantes (61,25%) ocorreram entre 0,51 e 1,54 m s<sup>-1</sup>. Já no anemômetro abaixo do dossel as VV predominantes (77,75%) se deram em ventos calmos, decorrente da altura do Açai que diminuiu a intensidade dos ventos. No entanto, os eventos acima de 1,54 m s<sup>-1</sup>, ocasionaram o acamamento de sete árvores analisadas, demonstrando que há uma necessidade da adequação da escala de Beaufort para este tipo de sistema.

**PALAVRAS - CHAVE:** Escala de Beaufort; Anemômetro; *Euterpe Oleracea*.

## DISTRIBUTION OF WIND SPEEDS AND DIRECTIONS IN AN INTERCROPPED IN THE NORTHEASTERN PARÁ

**ABSTRACT:** This work determined the predominant wind directions and speeds (VV) in an intercropped with Açai and Cupuaçu, in Castanhal/PA (2018). The data are from two anemometers, which are above (17 meters) and below the canopy (3.4 meters), both installed in a tower. The *WRPLOT View* program was used in the analysis, allowing the graphical generation of the frequency of occurrences of the winds and the speed classes, by adapting the Beaufort scale to the system. In addition, ten trees were selected in order to evaluate the impacts caused by the occurrence of high VV to the Cupuaçu cultivation. In the analyzed heights, the predominance of winds coming from northeast (> 43%) occurred. In the anemometer above the canopy, the predominant VV (61.25%) occurred between 0.51 and 1.54 m s<sup>-1</sup>. On the other hand, in the anemometer below the canopy, the predominant VV (77.75%) occurred in calm winds, due to the height of the acai palms that diminished the intensity of the winds. However, the events above 1.54 m s<sup>-1</sup> caused the lodging of seven analyzed trees, demonstrating that there is a need to adapt the Beaufort scale to this type of system.

**KEYWORDS:** Beaufort Scale; Anemometer; *Euterpe Oleracea*.

## 1 | INTRODUÇÃO

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é nativo da Amazônia brasileira e pertence à família Arecaceae, é conhecido vulgarmente como açai-de-touceira, devido seu hábito de crescimento cespitoso, ou seja, com perfilhamentos (YAMAGUCHI et al., 2015). Possui bom desenvolvimento em climas quente e úmido, em solos de várzea, e atualmente, existem duas cultivares adaptadas aos solos de terra firme (BONOMO et al., 2014).

Seus principais produtos são o palmito e os frutos, e também fazem o uso da planta para o paisagismo, a recuperação de áreas degradadas e para o plantio consorciado, além dos seus caroços serem utilizados como substrato agrícola (COHEN et al., 2013). O Brasil é o maior produtor mundial, com a região norte brasileira sendo responsável por ±98% da

produção dos frutos, equivalente a 1,3 milhões de toneladas, em 2018. E nesse cenário, o estado do Pará é o principal produtor, seguido pelo Amazonas, Maranhão e Acre (IBGE, 2018).

Apesar de toda esta importância socioeconômica que o cultivo do açaí possui, ainda existem lacunas sobre sua produção e em especial, para as cultivares que foram adaptadas para terra firme e em sistemas de consórcios. As principais demandas de conhecimentos são sobre informações voltadas à interação solo-planta-atmosfera, como exemplo, a distribuição das velocidades e direções do vento em áreas de produção (ATAÍDE et al., 2015).

Pois, o vento é uma variável climática que possui grande importância para a agricultura, sendo responsável pelas trocas de calor entre as plantas e a atmosfera, atuando diretamente na transpiração das plantas (BUENO et al., 2011) e tendo papel fundamental durante a polinização e a disseminação de sementes (TELEWSKI, 2006).

No entanto, a ocorrência de altas velocidades, podem causar danos aos plantios, como o seu acamamento, a queda de árvores e frutos (BUENO et al., 2011). Portanto, o conhecimento do padrão de distribuição e velocidade dos ventos em plantios, auxilia no entendimento das características destas áreas e antecipando seus efeitos, pois os danos provocados pela ação do tempo e por ventos fortes causam perdas econômicas (ATAÍDE et al., 2015).

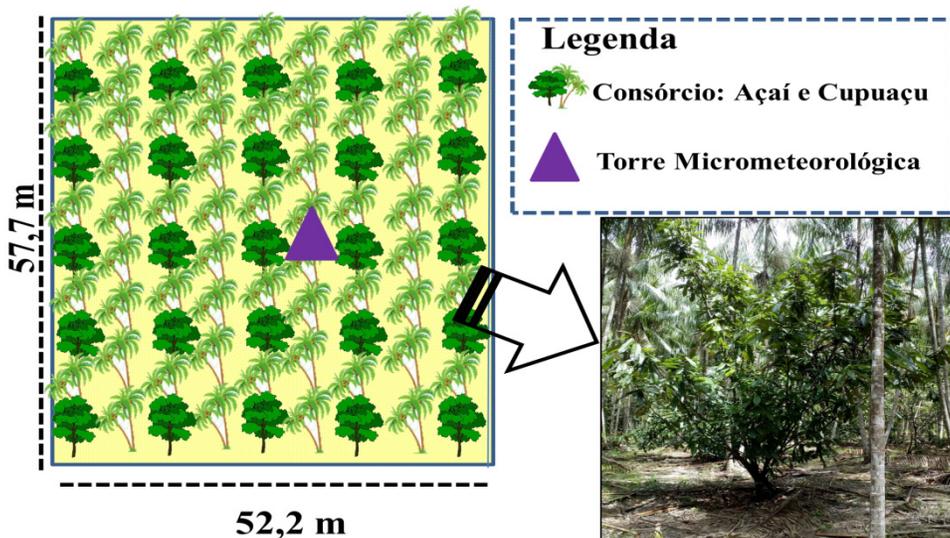
Para tal conhecimento, geralmente se faz uso da escala de Beaufort, quantificando os ventos e indicando suas consequências e efeitos em intervalos, por exemplo, qual intervalo foi capaz de provocar a quebra, o arranque e/ou distorção das plantas e/ou árvores (ZIELONKA et al., 2010). Mesmo com esta importância, ainda há poucos estudos com relação à adequação desta escala para a agricultura, principalmente para a região norte do país, se restringindo prioritariamente aos efeitos com relação às mares e os impactos na sociedade (ATAÍDE et al., 2015).

Portanto, este trabalho avaliou as direções e velocidades do vento em um plantio consorciado de Açaí com Cupuaçu, em dois níveis, localizado no município de Castanhal para o ano de 2018. Principalmente pela importância das culturas para o estado do Pará e tendo em vista que há uma necessidade da adequação da escala de Beaufort para este tipo de consórcio baseando-se nos efeitos das velocidades dos ventos ao mesmo.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um cultivo de Açaí (cv. BRS-Pará) consorciado com o Cupuaçu (cv. Carimbó) (1,3235°S e 47,9606°W) (espaçamento de 4x8 m nas linhas com Cupuaçu) localizado na fazenda escola de Castanhal, pertencente à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) (Figura 1). O clima local é do tipo Am, conforme a classificação climática de Köppen (SOUZA et al., 2017), com temperatura média anual de 26 °C, e com

temperatura máxima e mínima correspondente a 28 e 22 °C, respectivamente. A precipitação anual é de 1781,60 mm em média, com duas estações bem definidas (FARIAS et al., 2017).



**Figura 1** - Área experimental e localização da torre micrometeorológica em um cultivo consorciado de Açaí com Cupuaçu (em destaque), em Castanhal-PA.

Fonte: NUNES, H. G. G. C. (2021).

Na área foi instalada e instrumentada uma torre micrometeorológica de 17m de altura com sensores de radiação global (RG, MJ m<sup>-2</sup>) (CMP10-L, Kipp & Zonen B.V., Delft, NL, HL), precipitação (PP, mm) (TB4, Hydrological Services, Sydney, NSW, AUS) temperatura e umidade do ar (Tar e Ur, °C e %) (2 metros acima da superfície) (HMP45C, Campbell Scientific Instrument, Logan, UT, USA). Estes sensores foram conectados a um Datalogger (CR1000, Campbell Scientific, Instrument, Logan, UT, USA), com programação de leituras a cada 10 segundos e armazenamento de médias a cada 20 min e que foram usados para a caracterização climática de 2018.

Para a caracterização da velocidade (VV, m s<sup>-1</sup>) e direção do vento (DV, °) foram usados dois anemômetros (modelo 03002, R. M. Young, Inc.) que também estão acoplados ao Datalogger, em dois níveis: Um anemômetro (**17 metros**) que está acima (5 metros) do dossel do Açaí (12 m) e um anemômetro (**3,4 metros**) abaixo do dossel (3,4 metros acima do solo). Nesta determinação foi usado o mês de Março (Chuvoso) e Agosto (Seco) e ainda foi realizada a marcação de árvores (10 árvores de Cupuaçu) próximas à torre, durante os meses estudados, utilizados na avaliação dos impactos dos maiores eventos (VV) ocorridos no período de estudo e que podem provocar alguns danos ao plantio.

Os valores de VV e DV foram analisados através do programa WRPLOT View (THÉ; THÉ; JOHNSON, 2016), que realiza a análise gráfica (rosa dos ventos) da frequência de ocorrência dos ventos em cada um dos setores de direção especificados (foram utilizados 20 classes e/ou setores) e separa em classes de velocidade (foram usadas quatro classes conforme a adaptação da escala proposta por Beaufort) para um determinado local e período de tempo.

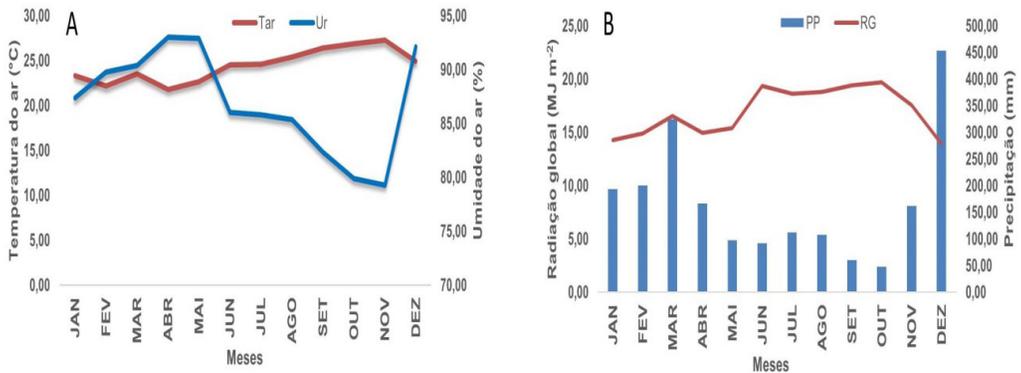
O solo da área é do tipo Latossolo Amarelo (EMBRAPA, 2018). Foi realizada a coleta de amostras (indeformadas e deformadas) de solo das camadas, de 0-20cm e 20-40cm, usadas para a análise química, física e granulométrica (Tabela 1).

<b>Atributos químicos</b>	<b>0-20 cm</b>	<b>20-40 cm</b>
pH (H <sub>2</sub> O)	5,925	5,690
Organic matter (%)	1,143	0,905
P (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	11,371	0,953
K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,545	0,380
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,850	0,350
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,500	0,100
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,400	1,100
<b>Atributos físico-hídrico</b>		
Areia (%)	86,546	74,010
Silte (%)	9,370	11,126
Argila (%)	4,081	14,864
Densidade do solo (g cm <sup>-3</sup> )	1,545	1,625
Capacidade de campo (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,238	0,318
Ponto de murcha permanente (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,066	0,076

**Tabela 1-** Atributos químico e físico-hídrico solo da área experimental de cultivo de açaizeiro, Castanha-PA (2018).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2018, tivemos uma estação chuvosa que foi de Dezembro a Abril, responsável por ±66% (1.337,14 mm) da precipitação (PP) anual (2.014,38 mm) no período e recebe o nome de “Inverno” na região. Já a outra estação menos chuvosa, que foi de Agosto a Outubro (responsável por ±10% da PRP anual) é regionalmente chamada de “Verão”. O mês mais chuvoso foi Dezembro, com uma PP mensal de 453,14 mm (representando ±22% da PRP anual) e o menos chuvoso foi o mês de Outubro (47,77 mm) (Figura 2B).



**Figura 2** – Variabilidade climática da Precipitação (PP), da Temperatura do ar (Tar) média, da Umidade (Ur) do ar e da Radiação global (RG), para a área de experimento em 2018.

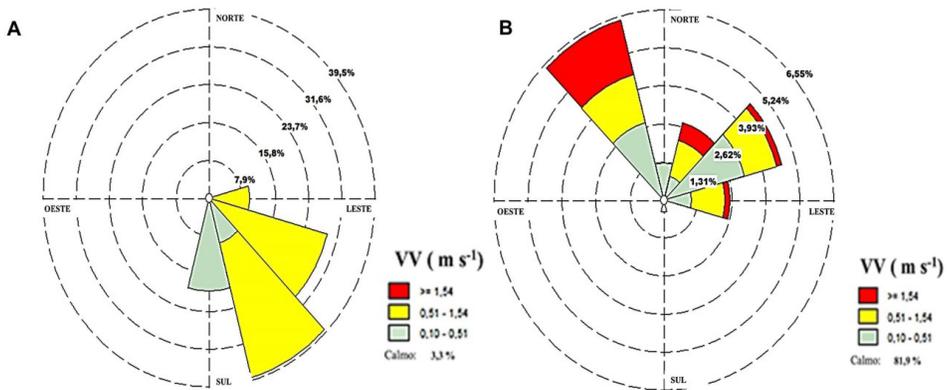
Fonte: NUNES, H. G. G. C. (2021).

Com relação às temperaturas do ar (Tar), variaram de 21,79 (Abril) a 27,23 °C (Novembro), com uma média anual de 24,46 °C. Já a umidade do ar (Ur) variou anualmente, entre 79,26 e 92,09 %, ou seja, têm-se elevada Ur durante o ano todo, em torno médio de 86,98 %, o que proporciona uma sensação de mais calor nos dias quentes (Figura 2A). Já a radiação global (RG) média da região foi de 16,95 MJ m<sup>-2</sup> para o período avaliado e principalmente pela proximidade da região com a linha do Equador. O mês de Outubro foi o que apresentou maiores valores de RG (19,67 MJ m<sup>-2</sup>) e o mês de Dezembro (13,93 MJ m<sup>-2</sup>) os menores, estes valores estão intimamente ligados à variação sazonal da região (Figura 2B).

Logo, a variabilidade climática na área de experimento é definida pela sua pluviosidade (precipitação) sendo determinante na definição de suas estações. Justificando o porquê de a PP na região equatorial ser o elemento meteorológico que mais define o clima, já que a Tar e outras variáveis (como por exemplo, a Ur, a RG e outras variáveis) não possuem variações marcantes para demonstrarem mudanças sazonais (ALVARES et al., 2013).

Com relação à velocidade (VV) e direção (DV) do vento, durante o mês chuvoso (Março), para as alturas analisadas, os ventos possuem predominância de sudeste e nordeste na área experimental para a DV, e são coerentes com a direção climatologicamente observada (DINIZ; RAMOS; REBELLO, 2018), com as maiores variações (noroeste, norte, nordeste e este) ocorrendo no anemômetro instalado abaixo dossel e se diferenciando do anemômetro instalado acima do dossel tanto para a DV quanto para VV (Figura 3). Esse efeito provocado nas VV (Figura 3B) pode se chamar de barreira (presenças de ventos calmos (81,9%), nas observações) (quebra-vento), com o objetivo de defender os plantios

mais baixos aumentando a resistência principalmente ao acamamento das plantas quando submetidas a elevadas velocidades de ventos (VV), conforme foi observado no estudo de Bueno et al. (2011).

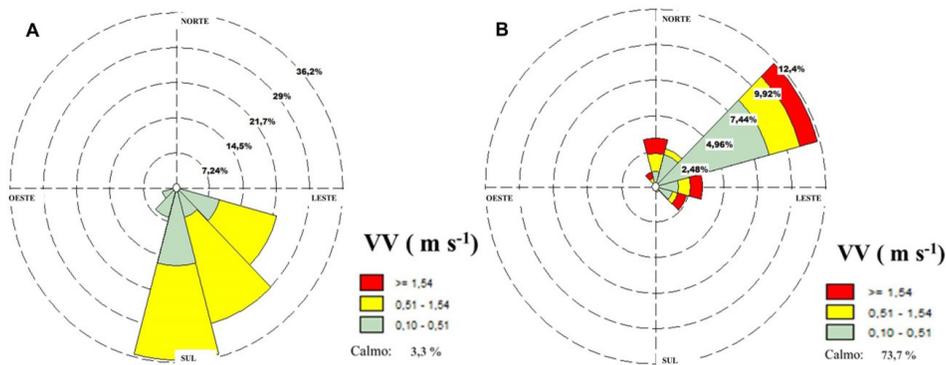


**Figura 3** – Rosas dos ventos em dois anemômetros, acima do dossel do Açaí (A) e um abaixo do dossel (B), durante o mês de Março (chuvoso), em Castanhal-PA. Onde VV é a velocidade do vento.

Fonte: NUNES, H. G. C. N. (2021).

O anemômetro instalado acima do dossel (Figura 3A) registrou a VV média de 0,66 m s<sup>-1</sup>, durante o mês chuvoso, com o intervalo de 0,51 a 1,54 m s<sup>-1</sup> apresentando a maior frequência (67,7% dos eventos), principalmente pela diminuição do atrito com o dossel do Açaí, conforme também foi observado no estudo da relação entre as árvores e o vento, de Ataíde et al. (2015). Isto implicou diretamente na diminuição da VV abaixo do dossel fazendo com que a predominância da frequência (81,9%) das VV fosse abaixo de 0,10 m s<sup>-1</sup> (ventos calmos) (Figura 3B).

Já durante o mês seco (Agosto), os ventos possuem predominância de sul e nordeste para a DV, em ambas as alturas analisadas (acima e abaixo do dossel) respectivamente (Figura 4). O anemômetro instalado acima do dossel registrou VV médias de 0,63 m s<sup>-1</sup>, durante Agosto, com uma frequência de 54,8% destas VV's no intervalo de 0,51 a 1,54 m s<sup>-1</sup> (Figura 4A). Ocasionalmente novamente a diminuição das VV abaixo do dossel (predominância (73,7%) de ventos calmos (0,10 m s<sup>-1</sup>)), e diminuindo a VV média (0,83 m s<sup>-1</sup>) quando comparada ao mês chuvoso (Figura 4B).



**Figura 4** – Rosas dos ventos em dois anemômetros, acima do dossel do Açai (A) e um abaixo do dossel (B), durante o mês de Agosto (seco), em Castanhal-PA. Onde VV é a velocidade do vento.

Fonte: NUNES, H. G. C. N. (2021).

No entanto, a ocorrência de alguns eventos (3,0% na Figura 3B e 4,3% na Figura 4B) acima de  $1,54 \text{ m s}^{-1}$  provocou o acamamento em três e quatro indivíduos avaliados, em Março e Agosto, respectivamente. Isto demonstra que mesmo o plantio (Cupuaçu) estando abaixo do dossel do Açai, o mesmo sofre com os eventos de maiores VV, podendo prejudicar seu crescimento e/ou produção (Figura 5).



**Figura 5** – Cupuaçuzeiro de porte ideal (A) e Cupuaçuzeiro acamado (B) após um evento de velocidade do vento acima de  $1,54 \text{ m s}^{-1}$ , na área experimental.

Fonte: NUNES, H. G. C. N. (2021).

## 4 | CONCLUSÃO

Durante o período estudado houve uma maior predominância (> 43%) de ventos de nordeste (NE), em ambas as alturas analisadas, e para o anemômetro instalado acima do dossel ocorreu uma maior distribuição da DV com ventos de sul (S) e sudeste (SE), além da maior predominância (> 61%) de velocidades (acima de  $0,51 \text{ m s}^{-1}$ ) nesta altura. Para o anemômetro instalado abaixo do dossel, os eventos de velocidade superior a  $1,54 \text{ m s}^{-1}$  mesmo que com menor frequência (< 4,3% em ambos os meses avaliados) provocaram o acamamento de algumas árvores (7 plantas) de cupuaçu analisadas, demonstrando haver uma maior necessidade da adequação da escala de Beaufort para este tipo de cultivo e a realização de estudos mais detalhados tanto para o Cupuaçu quanto para o Açaí, principalmente sobre os efeitos da velocidade do vento sobre este tipo de consórcio que possui grande importância na região.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESPA pelos recursos financeiros (FAPESPA/ICAAF 009/2017). À Universidade Federal Rural da Amazônia e a Fazenda Escola de Castanhal pelo apoio logístico, ao proprietário do plantio comercial pela concessão da área de estudo e ao Grupo de Pesquisa Interação Solo-Planta-Atmosfera na Amazônia (ISPAAm) pelo laboratório cedido durante a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ATAÍDE, G. DA M. et al. Interaction of trees and winds: Ecophysiological aspects and forestry. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 2, p. 523-536, 2015.
- BONOMO, L. DE F. et al. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) modulates oxidative stress resistance in caenorhabditis elegans by direct and indirect mechanisms. **PLoS ONE**, v. 9, n. 3, p. e89933, 2014.
- BUENO, R. C. et al. Estudo de rajadas de ventos e direções predominantes em Lavras, Minas Gerais, por meio da distribuição gama. **Ciência Agrotécnica**, v. 35, n. 4, p. 789-796, 2011.
- COHEN, Y. et al. Characterization of growth-retardant effects on vegetative growth of date palm seedlings. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 32, n. 3, p. 533–541, 2013.
- DINIZ, F. DE A.; RAMOS, A. M.; REBELLO, E. R. G. Brazilian climate normals for 1981-2010. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 2, p. 131-143, 2018.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Brasília, DF: **Revista e Ampliada**, 2018.

FARIAS, V. D. S. et al. Water demand, crop coefficient and uncoupling factor of cowpea in the eastern Amazon. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 1, p. 190-200, 2017.

IBGE. **Censo Agropecuário**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2018-censo-agropecuaria.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

SOUZA, P. J. DE O. P. DE et al. Cowpea leaf area, biomass production and productivity under different water regimes in Castanhal, Pará, Brazil. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 748-759, 2017.

TELEWSKI, F. W. A unified hypothesis of mechanic perception in plants. **American Journal of Botany**, v. 93, n. 10, p. 1466-1476, 2006.

THÉ, J. L.; THÉ, C. L.; JOHNSON, M. A. (ORG.). **WRPLOT View - User Guide**: Wind and rain rose plots for meteorological data. 1. Ed. Columbia: Lakes Environmental Software, 2016. 110 p.

YAMAGUCHI, K. K. D. L. et al. Amazon acai: chemistry and biological activities: A review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137–151, 15 jul. 2015.

ZIELONKA, T. et al. A tree-ring reconstruction of wind disturbances in a forest of the Slovakian Tatra Mountains, Western Carpathians. **Journal of Vegetation Science**, v. 21, n. 1, p. 31-42, 2010.

## 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