



Luis Ricardo Fernandes da Costa  
(Organizador)

# Geociências: Estabelecimento e Evolução da Civilização Humana 2

 **Atena**  
Editora

Ano 2020



Luis Ricardo Fernandes da Costa  
(Organizador)

# **Geociências: Estabelecimento e Evolução da Civilização Humana 2**

**Atena**  
Editora

Ano 2020

### **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

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

### **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  
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. Eloi 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  
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
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  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
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. 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
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. 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  
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 Miranilde 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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
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  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza 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. Ma. 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. 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  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
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 Alborno – 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/UFPA  
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 Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
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. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

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

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

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Luis Ricardo Fernandes da Costa

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

G342 Geociências: estabelecimento e evolução da civilização humana 2 / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-555-6

DOI 10.22533/at.ed.556200911

1. Evolução. 2. Geociências. 3. Civilização Humana. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da (Organizador). II. Título.  
CDD 576.8

**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)

## APRESENTAÇÃO

É com muito prazer que divulgamos a obra “Geociências: Estabelecimento e Evolução da Civilização Humana 2”, que apresenta uma série de cinco artigos que agregam mais discussões e estudos de caso para as geociências.

A abertura do livro, com o capítulo “Análise espacial dos padrões de variabilidade da precipitação sobre a América do Sul”, apresenta excelente contribuição para a compreensão das condições pluviométricas, com o objetivo de determinar o padrão de variabilidade dessas precipitações na América do Sul.

No capítulo 2 “A compartimentação do Parque Natural Municipal de Jacarenema segundo a hierarquia da paisagem proposta por Bertrand” elabora uma proposta e discute a análise e compartimentação ambiental para a área.

No capítulo 3 “Matriz de incidência da CFEM e sua semelhança com tributo” é apresentado um estudo que estuda as receitas públicas enfatizando a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais e os tributos, de modo que apresenta a semelhança existente entre estas duas receitas governamentais.

No capítulo 4 “Greve dos Caminhoneiros e a diminuição dos poluentes monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio e o aumento do ozônio na Região Metropolitana de São Paulo” apresenta um estudo que demonstra a relação direta existente entre a diminuição do tráfego de veículos pesados e conseqüentemente veículos leves durante a greve dos caminhoneiros no período de 21 a 31 de maio de 2018 e a concentração de poluentes atmosféricos na RMSP.

Para o encerramento da presente obra, o leitor(a) é contemplado com importante contribuição intitulada “Turismo rural e agricultura familiar do ‘caminho de São Francisco da Esperança”, Guarapuava, PR” onde apresenta ações que visam consolidar o “Caminho de São Francisco da Esperança” como um roteiro turístico, conhecido pelos brasileiros e mundialmente, tornando-o um potencial turístico rural sustentável para o desenvolvimento, econômico, social, ambiental e cultural.

Dessa forma, a coleção de artigos consolida mais uma obra na área das Geociências, proporcionando uma série de possibilidades de pesquisas na área.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE ESPACIAL DOS PADRÕES DE VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO SOBRE A AMÉRICA DO SUL	
Mariah Sousa Gomes	
Iracema Fonseca de Albuquerque Cavalcanti	
Gabriela Viviana Müller	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5562009111</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
A COMPARTIMENTAÇÃO DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DE JACARENEMA SEGUNDO A HIERARQUIA DA PAISAGEM PROPOSTA POR BERTRAND	
Carlos Alberto Kuster Pinheiro	
Cláudia Câmara Vale	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5562009112</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
MATRIZ DE INCIDÊNCIA DA CFEM E SUA SEMELHANÇA COM TRIBUTO	
Antônio Teotônio de Souza Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5562009113</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
GREVE DOS CAMINHONEIROS E A DIMINUIÇÃO DOS POLUENTES MONÓXIDO DE CARBONO E ÓXIDOS DE NITROGÊNIO E O AUMENTO DO OZÔNIO NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO	
Débora Souza Alvim	
Júlio Barboza Chiquetto	
José Roberto Rozante	
Dirceu Luis Herdies	
Ludmilla Manera Conti	
Vinícius Rozante	
João Paulo Assis Gobo	
Marlon Faria	
Ariane Frassoni dos Santos	
Silvio Nilo Figueroa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5562009114</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>54</b>
TURISMO RURAL E AGRICULTURA FAMILIAR DO ‘CAMINHO DE SÃO FRANCISCO DA ESPERANÇA’, GUARAPUAVA, PR	
Valeria Terezinha Stocki	
Glaucio Nonose Negrão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5562009115</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>67</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>68</b>

# CAPÍTULO 1

## ANÁLISE ESPACIAL DOS PADRÕES DE VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO SOBRE A AMÉRICA DO SUL

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 05/08/2020

### **Mariah Sousa Gomes**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Pós-Graduação em Meteorologia  
São José dos Campos – São Paulo

### **Iracema Fonseca de Albuquerque Cavalcanti**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Pós-Graduação em Meteorologia  
São José dos Campos – São Paulo

### **Gabriela Viviana Müller**

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas  
Universidad Nacional del Litoral, Centro de Estudios de Variabilidad y Cambio Climático,  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas  
Santa Fe - Argentina

**RESUMO:** A América do Sul apresenta grandes dimensões territoriais, abrangendo, assim, climas de aspectos distintos. Da mesma forma, alterações na circulação atmosférica em grande escala podem influenciar em seus padrões de variabilidade da precipitação, e conseqüentemente na ocorrência de extremos climáticos. Embora alguns estudos tenham demonstrado o comportamento médio das chuvas em dadas macro-regiões, importantes localmente por questões econômicas, o padrão espacial no continente é pouco evidenciado. Com objetivo de determinar o padrão de variabilidade de precipitação na América do Sul, o conjunto

de dados do *Global Precipitation Climatology Project (GPCP)* foi utilizado para o cálculo do Índice de Precipitação Padronizado (SPI), ponto a ponto de grade, para cada mês, tendo como período base 1982 - 2019. Aplicou-se a análise de Componentes Principais Modo S (ACP) às séries de SPI e obteve-se o padrão espacial de variabilidade de chuvas em cada mês do ano. Os resultados obtidos para o verão (DJF) e primavera (SON) se mostraram consistentes com aspectos já conhecidos da estação chuvosa do Sistema de Monções da América do Sul, contrastando com o regime mais seco de inverno (JJA). Os meses de maio, junho e setembro apresentaram maiores diferenças dos padrões espaciais das estações correspondentes, o que pode ser explicado pelo fato de pertencerem a períodos de transição entre estações, os quais ainda necessitam de um melhor entendimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Padrão espacial, Variabilidade, Precipitação, América do Sul.

### SPATIAL ANALYSIS OF PRECIPITATION VARIABILITY PATTERNS OVER SOUTH AMERICA

**ABSTRACT:** South America has large territorial dimensions, with climates of different aspects. Similarly, changes in large scale atmospheric circulation can influence the variability patterns in South America and, consequently, the occurrence of climatic extremes. Although some studies have shown the mean behavior of rainfall in specific macro-regions, which are important locally for economic reasons, the spatial patterns of precipitation variability on the continent is not so evident. In order to determine the spatial

variability patterns of rainfall over South America at each month, the Principal Component Analysis Mode S (PCA) was applied to the Standardized Precipitation Index (SPI). The dataset was obtained from the Global Precipitation Climatology Project (GPCP) for the base period 1982 - 2019. The results obtained for summer (DJF) and spring (SON) were consistent with aspects already known from the rainy season of the South American Monsoon System, in contrast to the drier winter regime (JJA). The months of May, June and September showed differences from the spatial patterns of the corresponding season, which can be explained by the fact that they correspond to periods of transition between seasons, which still need a better understanding.

**KEYWORDS:** Spatial pattern, Variability, Rainfall, South America.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com grande extensão continental, a América do Sul apresenta fatores diversos determinantes ao clima, como relevos distintos, cobertura da superfície diversa e ampla abrangência em termos latitudinais, impossibilitando uma homogeneização de todo território quanto aos padrões atmosféricos e de precipitação predominantes. Sabe-se, ainda, que os diferentes setores do continente, apresentam respostas distintas a padrões de teleconexões; o regime de chuvas de cada região depende do clima local, e sua variabilidade está associada tanto a fatores locais quanto remotos, em escalas de tempo e espaço variadas (CAVALCANTI, 2012).

A determinação do clima de uma região deve levar em consideração as condições meteorológicas médias, extraídas a partir de uma significativa série temporal de dados, e frequência e intensidade de extremos climáticos que a afetam. Como a irregularidade na distribuição espaço-temporal da precipitação é um desafio em estudos para amplos territórios, torna-se uma útil ferramenta o uso de índices climáticos para quantificar a variabilidade em áreas distintas.

Em larga escala, o regime de monção pode ser considerado um dos mais importantes sistemas meteorológicos atuantes em latitudes tropicais na América do Sul. Consiste em grandes diferenças de precipitação entre verão e inverno, com verões chuvosos e invernos secos, e mudanças na circulação atmosférica em altos e baixos níveis. De acordo com Gan et al. (2004) e Raia e Cavalcanti (2008), no Sistema de Monção da América do Sul (SMAS), há uma reversão na componente zonal do vento no núcleo da monção quando se iniciam a estação seca e chuvosa. Em baixos e altos níveis, uma série de peculiaridades do escoamento contribuem para a organização da convecção e conseqüentemente o início da estação chuvosa na região central e sudeste do Brasil: 1) transporte de umidade em baixos níveis proveniente da Amazônia; 2) redução da pressão sobre a região do Chaco (conhecida como Baixa do Chaco); 3) influência da Alta Subtropical do Atlântico Sul no escoamento continental; 4) formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS); 5) formação da Alta da Bolívia (AB); 6) configuração do Jato de Altos Níveis (JBN) (ZHOU; LAU, 1998).

O Índice Padronizado de Precipitação (SPI), adotado neste estudo, foi desenvolvido por McKee et al. (1993, 1995) para fornecer uma melhor representação de umidade e seca que o Índice de Palmer (GUTTMAN, 1999), permitindo que o mesmo seja adotado para diferentes escalas de tempo. Ele apresenta uma série de vantagens em relação aos demais, dentre as quais a capacidade de se adequar à diferentes escalas de tempo e permitir uma comparação entre períodos secos e chuvosos em locais distintos, por ser normalizada (BONACCORSO et al. 2003). A baixa complexidade do seu cálculo também é um fator vantajoso para sua utilização, uma vez que é necessário apenas a disponibilidade de dados de precipitação. Por estas razões, esse índice vem sendo amplamente utilizado, como por exemplo em estudos relativos a risco de inundações (SEILER et al., 2002), análise dos padrões espaço-temporal de eventos de seca (PATEL, et al., 2007; LIVADA & ASSIMAKOPOULOS, 2007), e zoneamento de áreas climáticas (GIDDINGS et al., 2005), como será aplicado neste trabalho.

## 2 | DADOS

O conjunto de dados utilizado provem da versão 2.3 do Projeto de Climatologia de Precipitação Global (GPCP), fornecida pela NOAA / OAR / ESRL PSD. A base consiste em dados mensais, resultantes da fusão entre estimativas de satélites e pluviômetros. Os dados apresentam resolução espacial de 2,5° x 2,5° e cobertura global (88,75°N – 88,75°S, 1,25°E – 358,25°W) (ADLER et al., 2018). O período analisado é 1982-2019, e a área de estudo compreende as latitudes de 60°S – 5°N e longitudes de 85°W – 30°W.

## 3 | METODOLOGIA

### 3.1 Cálculo do SPI

Reconhecido pela comunidade operacional como o indicador de seca (KEYANTASH et al., 2018), o Índice de Precipitação Padronizado (SPI), é recomendado pela Organização Meteorológica Mundial para monitoramento de tais eventos (HAYES et al., 2011). Neste trabalho, o cálculo do índice foi realizado mensalmente, para todos os doze meses do ano.

Inicialmente, os dados de precipitação devem ser ajustados a uma função de distribuição de probabilidade a qual seja capaz de representar as séries temporais. Em geral a distribuição gama (NURY; HASAN, 2015) é a recomendada por apresentar bom ajuste para variáveis contínuas com limite inferior igual a zero e sem limite superior, como é o caso da precipitação (WILKS, 2011). A função gama é dada por:

$$g(x) = \frac{x^{\alpha-1} \cdot e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\alpha} \cdot \Gamma(\alpha)}$$

para  $X > 0$ ; sendo  $\alpha > 0$  o parâmetro de forma,  $\beta > 0$  o parâmetro de escala,  $x > 0$  a quantidade de precipitação em milímetros (mm) e  $\Gamma(\alpha)$  a função gama completa, cuja definição para  $\alpha > 0$  é dada por:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} x^{\alpha-1} e^{-x} dx$$

E  $\alpha$  e  $\beta$  estimados por:

$$\alpha = \frac{1}{4A}$$

e

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha}$$

sendo  $\bar{x}$  a precipitação média, e  $A$  dado por

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n}$$

dado que  $n$  é o número de observações.

As estimativas dos parâmetros mencionados são utilizadas para derivar a probabilidade cumulativa dos valores de precipitação para determinadas escalas temporais. Ela é então transformada em probabilidade normal, média igual a zero e desvio padrão igual a um. A função normal inversa, com média zero e variância igual a um, é então aplicada à probabilidade cumulativa, sendo o resultado disto, o SPI.

O procedimento descrito foi aplicado a cada ponto de grade do domínio estudado, para assim obter o padrão de variabilidade de precipitação no continente sul-americano.

### 3.2 Determinação do padrão espacial de variabilidade de precipitação

Tendo uma série temporal de dados de SPI para cada ponto de grade, torna-se fundamental identificar áreas que apresentem padrão de variabilidade semelhante, e assim, caracterizar áreas sobre o continente que possuam um regime de chuvas com comportamento espacial semelhante.

A Análise de Componentes Principais (ACP), refere-se a uma técnica estatística de análise multivariada, amplamente utilizada em estudos sobre padrões de tempo e clima, a qual reduz a dimensionalidade dos dados originais, enfatizando padrões e também a relação entre variáveis e observações (KAHYA et al., 2008). Essa redução ocorre através de combinações lineares entre as variáveis originais, de maneira a representar a fração máxima possível da variabilidade nelas contidas, dando origem a novas variáveis; quanto maior for a compactação dos dados originais em novas variáveis, mais eficaz será. Os elementos

que compõe os novos vetores com combinações lineares são chamados de componentes principais (WILKS, 2011). O mesmo autor sugere que, usualmente, é conveniente calcular essas componentes principais como combinações lineares de anomalias (como neste estudo, em que são calculadas para anomalias normalizadas).

Dados  $k$  elementos da variável em questão (precipitação mensal) em um certo período de tempo  $i$ ,  $X_{i,1}$ ,  $X_{i,2}$ , ...,  $X_{i,k}$ ,  $k$  componentes principais são produzidas para os mesmos intervalos de tempo  $Y_{i,1}$ ,  $Y_{i,2}$ , ...,  $Y_{i,k}$  usados nas primeiras, de acordo com:

$$\begin{aligned} Y_{i,1} &= a_{11} X_{i,1} + a_{12} X_{i,2} + \dots + a_{1k} X_{i,k} \\ Y_{i,2} &= a_{21} X_{i,1} + a_{22} X_{i,2} + \dots + a_{2k} X_{i,k} \\ &\dots \\ Y_{i,k} &= a_{k1} X_{i,1} + a_{k2} X_{i,2} + \dots + a_{kk} X_{i,k} \end{aligned}$$

Os elementos  $X_{i,k}$  são referentes à série SPI,  $k$  é igual ao número de pontos de grade do domínio estudado, e  $i$  é referente ao comprimento da série SPI em cada um destes pontos.  $Y$  representa variáveis ortogonais não correlacionadas, sendo  $Y_{i,1}$  a que explica a maior parte da variância, diminuindo gradativamente nas combinações lineares posteriores. Os coeficientes presentes nestas combinações são chamados de “loadings” e representam os pesos das variáveis originais. Segundo Wilks (2011), as novas variáveis ou componentes principais, que são os elementos do vetor  $Y$ , responderão sucessivamente à quantidade da máxima variabilidade conjunta de  $x$ , e serão definidas unicamente pelos autovetores da matriz de covariância dos elementos iniciais; em particular, cada componente principal é obtida como uma projeção do vetor de dados  $x$  no autovetor correspondente.

Os autovetores representam, em termos geométricos, em qual direção do espaço dimensional das variáveis originais, os vetores de dados apresentam de forma conjunta maior variabilidade; o primeiro autovetor está associado ao primeiro autovalor e assim sucessivamente. Há, no entanto, diferentes técnicas para análise de autovetores. O modo S, consiste na análise de uma variável que possui uma série temporal (no caso o SPI). Richman e Lamb (1985) sugeriram que, por tratar-se da análise de uma variável considerada contínua no tempo e no espaço, o método é o adequado para regionalização de parâmetros. Como o modo S permite a identificação de áreas homogêneas quanto à variabilidade temporal (COMPAGNUCCI et al., 2001), o mesmo foi empregado neste trabalho com o propósito de identificar grupos com um mesmo padrão quanto à variabilidade de precipitação.

## 4 | RESULTADOS

Foi realizado o cálculo do SPI em cada ponto de grade para o domínio do estudo, de maneira separada, para todos os meses. Com isso, foram obtidas séries temporais

do índice para cada um dos meses, totalizando 12 conjuntos de dados distintos, para um período compreendido entre 1982 – 2019. Posteriormente, foi aplicada a técnica estatística de Análise de Componentes Principais a cada uma das 12 séries de SPI, e extraída das mesmas, somente a primeira componente principal, a qual representa, em percentual, a maior variância explicada, as quais são mostradas nas Figuras 1 a 4.

Durante o período de verão (Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Figura 1), que corresponde ao início da estação chuvosa de monção em grande parte do continente, há sinais opostos entre a região de formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que estende-se no sentido NO-SE no continente, e a região sul do Brasil, incluindo Uruguai e nordeste da Argentina, também conhecida como Sudeste da América do Sul (SESA). Tal configuração foi previamente discutida em outros estudos, como Carvalho et al. (2002), Cunningham e Cavalcanti (2006), entre outros, e pode ser associada à variabilidade apresentada pela ZCAS, e também ao trem de ondas PSA (Pacific South America), que dispõe de centros de anomalias da circulação alternados. Além desse padrão de dipolo, um sinal oposto ao da ZCAS também ocorre no Noroeste da América do Sul em Janeiro (Figura 1b), com variância explicada de 14,85%, e Fevereiro (Figura 1c), com 12,04%. Essa configuração foi discutida por Cavalcanti et al. (2016) em análises de extremos chuvosos e secos no Sudeste do Brasil e Acre, durante Janeiro. Em Dezembro, a variância explicada para a primeira componente principal é de 12,53%, e observa-se que o sinal é bem intenso no SESA e bem fraco no Noroeste do continente. Durante o mês de Janeiro, o padrão espacial mostrado na análise apresenta outras 2 sub-regiões sobre a Argentina, uma abrangendo a região mais central do país, e outra o extremo sul.

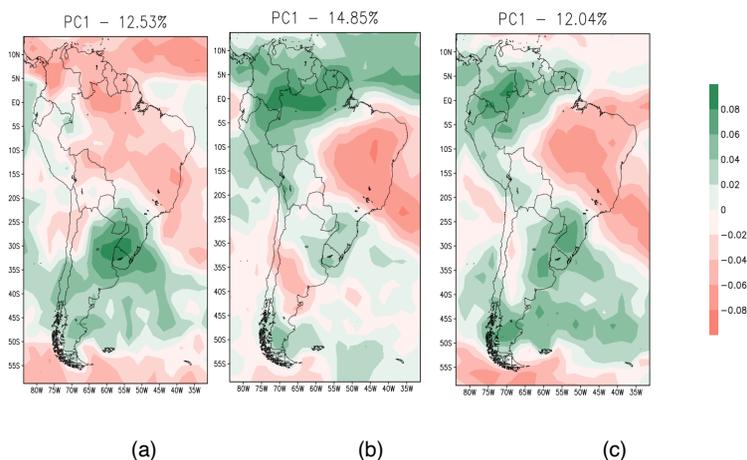


Figura 1. Primeira Componente Principal obtida para os meses de Dezembro (a), Janeiro (b) e Fevereiro (c).

Os padrões determinados pela primeira componente principal dos meses de outono Março, Abril e Maio são apresentados na Figura 2. Especialmente nos dois primeiros meses, (Figuras 2 a,b) o padrão predominante, que consiste em um dipolo entre SESA e a região SE e central do continente, incluindo o NE do Brasil, se repete, porém, com uma área mais abrangente em latitudes mais altas, compreendendo grande parte da Argentina, tendo em março, 10,82% e em abril, 15,8% da variância explicada. Assim como em Janeiro e Fevereiro, uma área de mesmo sinal que o SESA é observado sobre o noroeste do continente. No mês de Maio (Figura 2c), o padrão espacial apresentado pela primeira componente principal, com variância explicada de 18,3%, mostra-se diferente dos demais meses da mesma estação, o que pode estar associado ao fato de tratar-se de um mês de transição entre o outono e o inverno. Nota-se um deslocamento para sul da configuração de dipolo, e na região tropical norte/nordeste uma faixa de variabilidade que pode ser associada à variabilidade na Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Em Março e Abril também há variabilidade na ZCIT sobre o Oceano Atlântico.

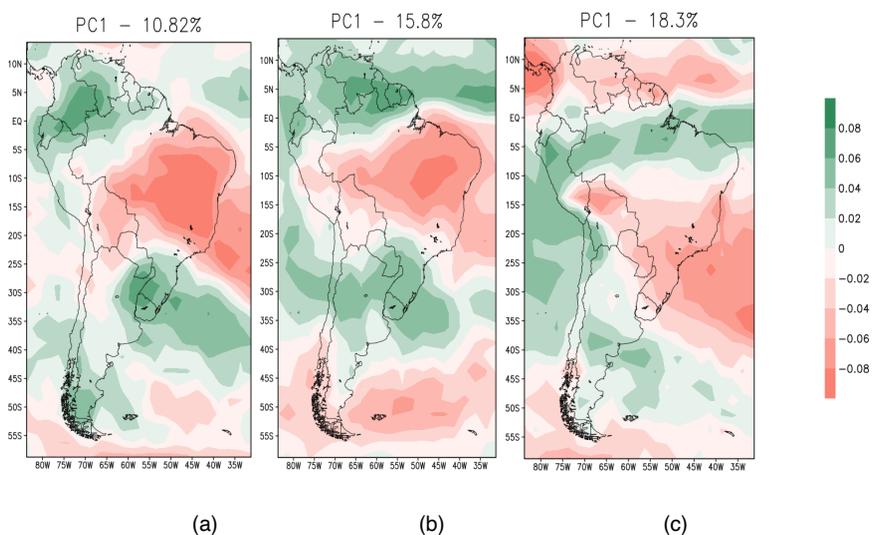


Figura 2. Primeira Componente Principal obtida para os meses de Março (a), Abril (b) e Maio (c).

As primeiras componentes principais obtidas para o trimestre do inverno (Junho, Julho e Agosto) são mostradas na Figura 3, sendo no mês de Junho, a variância explicada de 12,9% e a distribuição obtida apresenta duas grandes áreas com sinais opostos (Figura 3a). Uma no sul, a qual pode ser relacionada à frequência de distúrbios sinóticos, como sistemas frontais ou ciclones extratropicais associados à instabilidade baroclínica em latitudes mais altas. Por outro lado, a grande área com sinal mais forte no norte do Brasil,

pode ser associada à variabilidade na convecção tropical, que nessa época do ano se concentra nessa região, e ao deslocamento da ZCIT para norte com a chegada do inverno austral. Nos meses de Julho e Agosto (Figura 3b,c), os quais apresentaram variância explicada de, respectivamente, 11,25% e 13,5%, observa-se uma grande área na região central da América do Sul com sinal oposto ao do extremo norte, o que indica uma relação da convecção tropical com a estação seca na região central. Observa-se também nos três meses uma variabilidade no litoral leste do NE do Brasil, a qual pode estar associada à intensidade do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, que durante o inverno estende-se para o interior do continente. O escoamento sobre a costa leste do Nordeste, associado a esse sistema, favorece a convergência de umidade provinda do oceano Atlântico para o litoral, provocando chuvas nesta região.

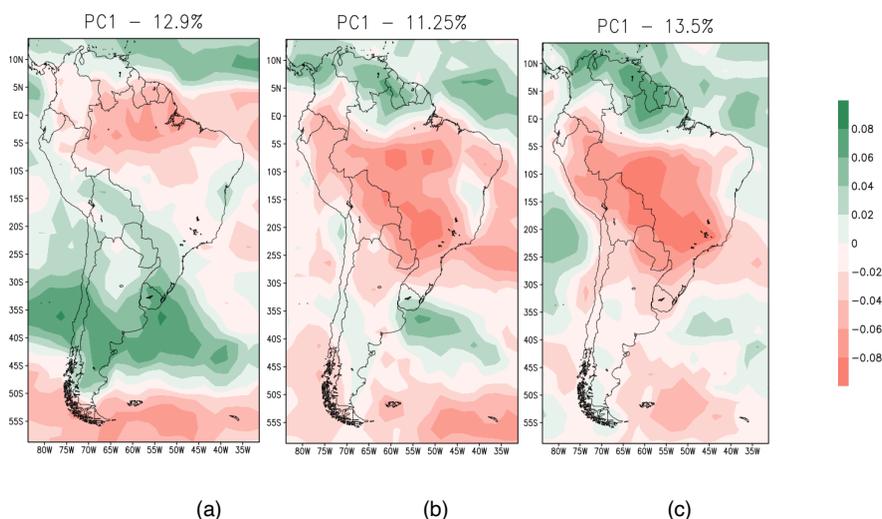


Figura 3. Primeira Componente Principal obtida para os meses de Junho (a), Julho (b) e Agosto (c).

O padrão espacial obtido através das primeiras componentes principais para os meses da primavera (Setembro, Outubro e Novembro), são mostradas na Figura 4. Em Setembro (Figura 4a) volta a ocorrer um dipolo mais deslocado para sul e uma variabilidade na região tropical com sinal oposto ao da região SE do Brasil, sendo a variância explicada de 11,13%. Os campos de Outubro e Novembro (Figura 4b,c), com, variância de, 12,6% e 12,23%, respectivamente, mostram um padrão espacial que se assemelha àquele encontrado nos meses do verão, com a presença de um dipolo entre SESA e a área de formação da ZCAS, incluindo o NE. Possivelmente a configuração além de estar relacionada à chegada da estação chuvosa na região de monção da América do Sul e desenvolvimento da ZCAS, também pode apresentar um modo de variabilidade dos sistemas de escala

sinótica que atingem os extratropicos, e que podem ou não avançar mais em direção ao sudeste do Brasil.

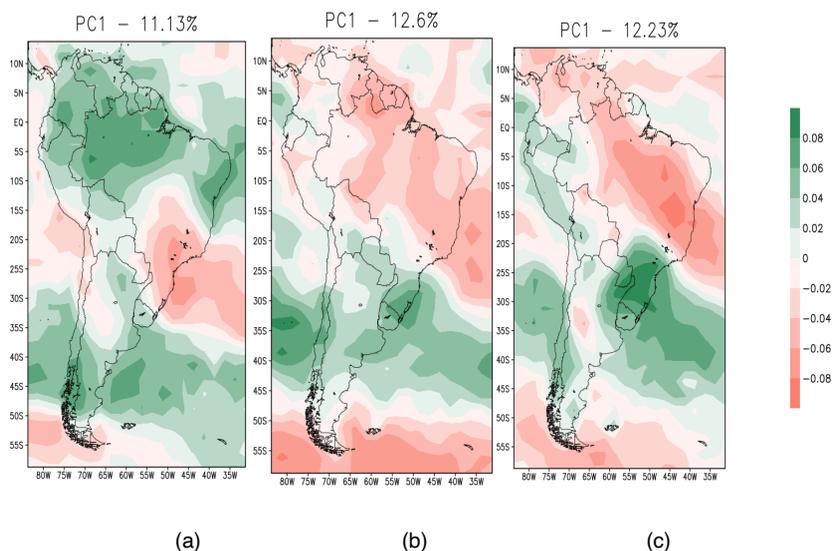


Figura 4. Componentes Principais obtidas para os meses de Setembro (a), Outubro (b) e Novembro (c).

## 5 | CONCLUSÃO

A utilização de índices climáticos vem tornando-se cada vez mais frequente, uma vez que são capazes de condensar importantes informações sobre as características de climas diversos, permitindo quantificar e analisar o comportamento atmosférico de regiões específicas. Aliado a isto, o uso de técnicas estatísticas como a ACP, utilizada neste trabalho, permite a identificação de padrões espaciais de variabilidade da precipitação sobre um extenso território, em que áreas de regime semelhantes puderam ser identificadas para os diferentes meses do ano. Os resultados obtidos para os trimestres do verão (DJF) e primavera (SON) mostraram-se bastante coerentes com o regime de chuvas do continente durante a estação chuvosa de monção, contrastando com o regime de seca no inverno (JJA). O padrão dipolo entre SE/NE do Brasil e SESA foi bem destacado nos meses de verão e em alguns meses do outono e primavera. Notou-se também que os meses de Outubro, Novembro e Dezembro são bem semelhantes entre si, o mesmo acontecendo para os meses de Janeiro, Fevereiro, Março e Abril. Os meses de Maio, Junho e Setembro são os meses que mais se diferenciam dos demais em cada estação. Eles correspondem ao fim ou início de uma estação, representando transições entre as mesmas. Algumas características da variabilidade de precipitação na América do Sul são conhecidas, como

aquelas relacionadas com a Monção da América do Sul e teleconexões. Contudo, existem outras características, principalmente nos meses de transição e em casos extremos chuvosos ou secos que necessitam ser investigados. Análises das condições atmosféricas nesses casos estão sendo realizadas para estabelecer as suas influências na América do Sul.

## REFERÊNCIAS

ADLER, R. F.; SAPIANO, M. R. P.; HUFFMAN, G. J.; WANG, J. J.; GU, G.; BOLVIN, D.; CHIU, L.; SCHNEIDER, U.; BECKER, A.; NELKIN, E.; XIE, P.; FERRARO, R.; SHIN, D. B. **The Global Precipitation Climatology Project (GPCP) monthly analysis (new version 2.3) and a review of 2017 global precipitation.** *Atmosphere*, v. 9, n. 4, p. 138, 2018.

BONACCORSO, B.; BORDI, I.; CANCELLIERE, A.; ROSSI, G.; SUTERA, A. **Spatial variability of drought: an analysis of the SPI in Sicily.** *Water resources management*, v. 17, n. 4, p. 273-296, 2003.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. **Extreme Precipitation Events in Southeastern South America and Large-Scale Convective Patterns in the South Atlantic Convergence Zone.** *Journal of Climate*, v. 15, p. 2377–2394, 2002.

CAVALCANTI, I. F. A. **Large scale and synoptic features associated with extreme precipitation over South America: A review and case studies for the first decade of the 21st century.** *Atmospheric Research*, v. 118, p. 27-40, 2012.

COMPAGNUCCI, R. H.; ARANEO, D.; CANZIANI, P. O. **Principal sequence pattern analysis: a new approach to classifying the evolution of atmospheric systems.** *International Journal of Climatology*, v. 21, n. 2, p. 197-217, 2001.

CUNNINGHAM C. A. C.; CAVALCANTI, I. F. A. **Intraseasonal modes of variability affecting the South Atlantic Convergence Zone.** *International Journal of Climatology*, v. 26, p. 1165–1180, 2006.

GAN, M. A.; KOUSKY, V. E.; ROPELEWSKI, C. F. **The South America monsoon circulation and its relationship to rainfall over west-central Brazil.** *Journal of climate*, v. 17, n. 1, p. 47-66, 2004.

GIDDINGS, L.; SOTO, M.; RUTHERFORD, B. M.; MAAROUF, A. **Standardized precipitation index zones for Mexico.** *Atmósfera*, v. 18, n. 1, p. 33-56, 2005.

GUTTMAN, N. B. **Accepting the standardized precipitation index: a calculation algorithm** 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, v. 35, n. 2, p. 311-322, 1999.

HAYES, M.; SVOBODA, M.; WALL, N.; WIDHALM, M. **The Lincoln declaration on drought indices: universal meteorological drought index recommended.** *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 92, n. 4, p. 485-488, 2011.

KAHYA, E.; DEMIREL, M. C.; BEG, O. A. **Hydrologic homogeneous regions using monthly streamflow in Turkey.** *Earth sciences research journal*, v. 12, n. 2, p. 181-193, 2008(a).

KEYANTASH, J. AND NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH STAFF. 07 Ago. 2018. **The Climate Data Guide: Standardized Precipitation Index (SPI)**, V. 8. Online. Disponível em: <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/standardized-precipitation-index-spi>. Acesso em 30 ago. 2019.

LIVADA, I.; ASSIMAKOPOULOS, V. D. **Spatial and temporal analysis of drought in Greece using the Standardized Precipitation Index (SPI)**. Theoretical and applied climatology, v. 89, n. 3-4, p. 143-153, 2007.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. **The relationship of drought frequency and duration to times scale**. In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8. 1993, Boston, United States of America. Proceedings... Boston: American Meteorological Society, 1993. p. 179-184.

MCKEE, T. B.; DOESKIN, N. J.; KLEIST, J. 1995. **Drought Monitoring with Multiple Time Scales**. Proc. 9<sup>th</sup> Conf. on Applied Climatology, January 15-20, 1995, American Meteorological Society, Boston, Massachusetts, pp. 233-236.

NURY, A. H.; HASAN, K. **Analysis of drought in northwestern Bangladesh using standardized precipitation index and its relation to Southern oscillation index**. Environmental Engineering Research, v. 21, n. 1, p. 58-68, 2015.

PATEL, N. R.; CHOPRA, P.; DADHWAL, V. K. **Analyzing spatial patterns of meteorological drought using standardized precipitation index**. Meteorological Applications: A journal of forecasting, practical applications, training techniques and modelling, v. 14, n. 4, p. 329-336, 2007.

RAIA, A.; CAVALCANTI, I. F. A. **The life cycle of the South American monsoon system**. Journal of Climate, v. 21, n. 23, p. 6227-6246, 2008.

RICHMAN, M. B.; LAMB, P. J. **Climatic pattern analysis of three-and seven-day summer rainfall in the central United States: Some methodological considerations and a regionalization**. Journal of Climate and Applied Meteorology, v. 24, n. 12, p. 1325-1343, 1985.

SEILER, R. A.; HAYES, M.; BRESSAN, L. **Using the standardized precipitation index for flood risk monitoring**. International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society, v. 22, n. 11, p. 1365-1376, 2002.

WILKS, D. S. **Statistical methods in the atmospheric sciences**. 2.ed. San Diego, USA, Academic press, 2011, P. 669.

ZHOU, J.; LAU, K. M. **Principal modes of interannual and decadal variability of summer rainfall over South America**. International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society, v. 21, n. 13, p. 1623-1644, 2001.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ações Arbitrarias 13

América do Sul 1, 2, 6, 8, 9, 10

Áreas Costeiras 12

Arrecadação 24, 25, 26, 28, 30, 32

### B

Biogeografia 54

### C

Camada Limite 43

Cevada 59

CFEM 24, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34

Critério 24, 30, 31, 32

### D

Desenvolvimento 8, 14, 25, 49, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 65, 67

Diálogo 59

### E

Emissão Veicular 36, 41, 43, 46, 49, 51

Esboço Metodológico 17, 23

Espaço Geográfico 15, 16, 22, 23

Exploração Biológica 16

### F

Formação Serra Geral 60

### G

Geofácies 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23

Geografia do Turismo 54

Geótopo 14, 17

Greve dos Caminhoneiros 35, 36, 38, 49, 51

### H

Hemoglobina 41

## **I**

Índia 46, 49

## **L**

Limite 3, 21, 27, 43

## **M**

Morro da Concha 13, 14

## **P**

Padrão Espacial 1, 4, 6, 7, 8

Políticas Públicas 54, 56, 57, 61, 65

Poluição do Ar 35, 36, 37, 41

Precipitação 1, 3

## **R**

Radical Hidroxila 39, 40, 45

Recursos Naturais 13, 54, 56

Região 2, 6, 7, 8, 15, 17, 22, 35, 36, 37, 38, 52, 55, 59, 64

Região Metropolitana de São Paulo 35, 36, 37, 52

Risco 3

## **S**

Saneamento 56

Satélites 3

## **T**

Terceiro Planalto Paranaense 59

Territórios 2

Tributo 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33

Trimestre 7, 41

Troposfera 40, 44, 45

## **U**

Unidades de Conservação 12, 23

## **V**

Variabilidade 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Vegetação de Restinga 13

Verão 1, 2, 6, 8, 9, 50

[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) 

# **Geociências: Estabelecimento e Evolução da Civilização Humana 2**

 **Atena**  
Editora

**Ano 2020**

[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) 

# **Geociências: Estabelecimento e Evolução da Civilização Humana 2**

 **Atena**  
Editora

**Ano 2020**