



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 Internazionele 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	
Glauco 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.

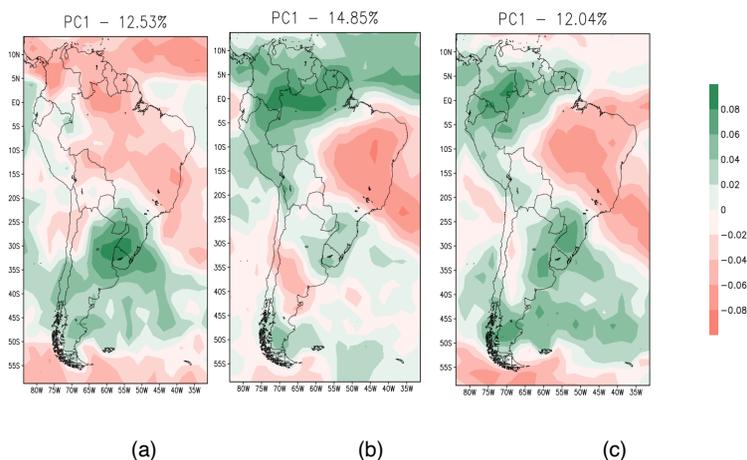


Figura 1. Primeira Componente Principal obtida para os meses de Dezembro (a), Janeiro (b) e Fevereiro (c).

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.

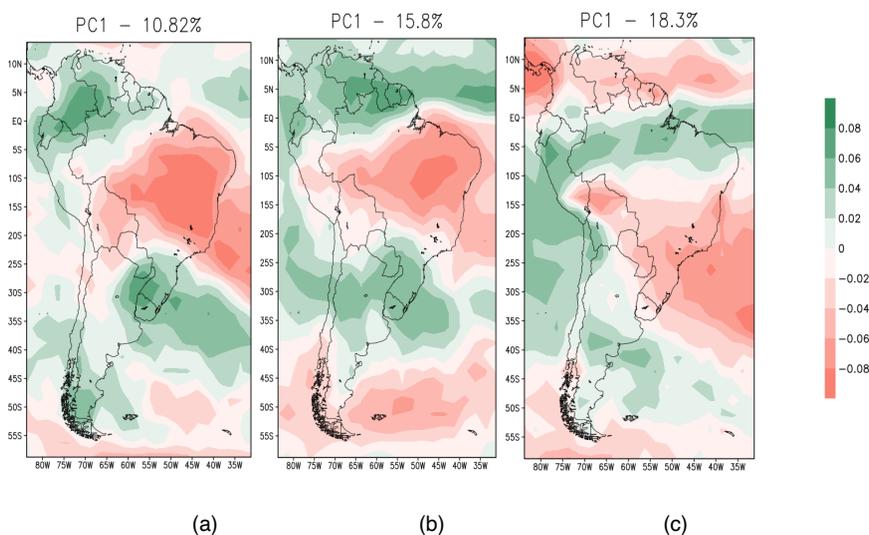


Figura 2. Primeira Componente Principal obtida para os meses de Março (a), Abril (b) e Maio (c).

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.

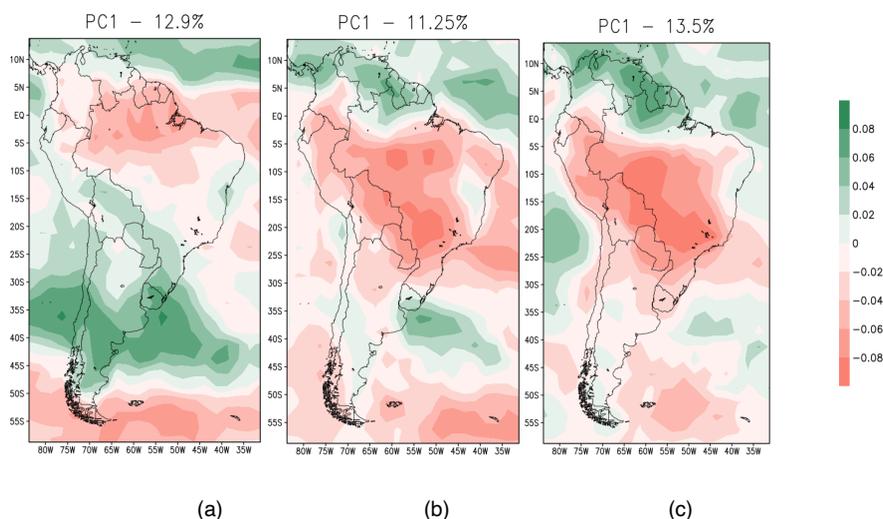


Figura 3. Primeira Componente Principal obtida para os meses de Junho (a), Julho (b) e Agosto (c).

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.

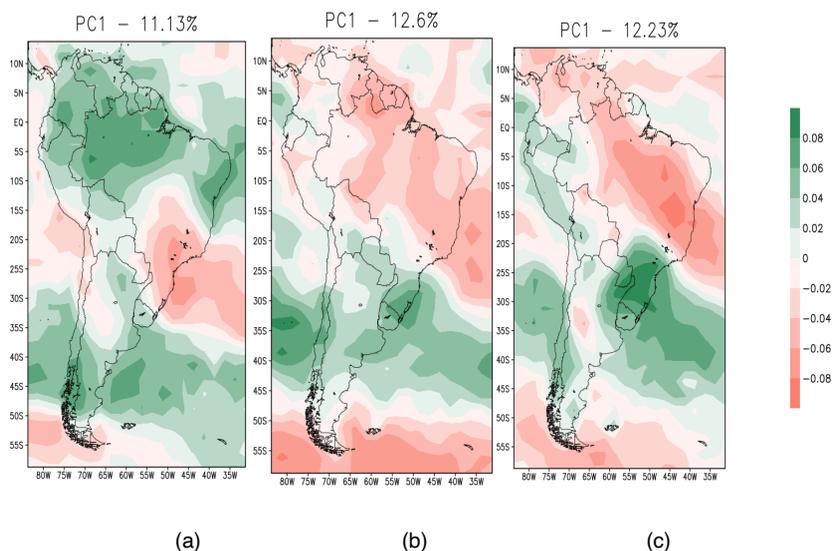


Figura 4. Componentes Principais obtidas para os meses de Setembro (a), Outubro (b) e Novembro (c).

## 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.

# CAPÍTULO 2

## A COMPARTIMENTAÇÃO DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DE JACARENEMA SEGUNDO A HIERARQUIA DA PAISAGEM PROPOSTA POR BERTRAND

*Data de aceite: 01/11/2020*

*Data de submissão: 02/10/2020*

### **Carlos Alberto Kuster Pinheiro**

Universidade Federal do Espírito Santo  
Vitória – Espírito Santo  
<http://lattes.cnpq.br/7050833049293140>

### **Cláudia Câmara Vale**

Universidade Federal do Espírito Santo  
Vitória – Espírito Santo  
<http://lattes.cnpq.br/5561405346762826>

**RESUMO:** A zona costeira sofre com graves prejuízos ambientais, sociais e econômicos devido a sua intensa ocupação. As faixas de terras costeiras, extremamente valiosas por seus recursos e logísticas, são densamente povoadas. O Parque Natural Municipal de Jacarenema (PNMJ) localizado na costa leste do município de Vila Velha vem sendo submetido a forte pressão do processo de urbanização. A falta de dados mais relevantes sobre a importância da manutenção deste parque e a carência de informações que o insiram dentro de uma visão sistêmica foram os principais motivos que inspiraram este artigo. O enfoque aqui será o de descrever a distribuição e o atual estado de conservação dos geofácies (nível da hierarquização da paisagem proposta por Bertrand) levando em consideração também a evolução da ocupação da área do entorno do Parque, isto é, o que deveria ser a zona de amortecimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Áreas costeiras, Unidades de conservação, Geofácies.

### COMPARTIMENTATION OF THE PARQUE NATURAL MUNICIPAL DE JACARENEMA ACCORDING TO BERTRAND'S PROPOSAL OF LANDSCAPE HIERARCHY

**ABSTRACT:** The coastal zone receive serious environmental, social and economic damages due to its intense occupation. Coastal areas, which are extremely valuable for their resources and logistics, are densely populated. The Jacarenema Municipal Natural Park (PNMJ) is located on the east coast of the municipality of Vila Velha and has been under heavy pressure from the urbanization process. The lack of more relevant data on the importance of the maintenance of this park and the absence of information that inserts it within a systemic approach were the main reasons that inspired this article. The focus here will be to describe the distribution and the current state of conservation of the geofacies (level of the hierarchy of the landscape proposed by Bertrand) taking also into account the evolution of the occupation of the area around the Park, that is, what should be its buffer zone.

**KEYWORDS:** Coastal areas, Conservation unit, Geofacies.

## 1 | INTRODUÇÃO

O trabalho que ora se apresenta, tem por tarefa levantar dados que possam ressaltar a relevância da manutenção do Parque Natural Municipal de Jacarenema, unidade de conservação em estudo, bem como trazer

à tona a discussão e a reflexão sobre o estado de conservação de cada Geofácies que compõem o PNMJ.

A visão analítica da natureza, de caráter reducionista, resultou, ao longo do tempo, em vários problemas ambientais, uma vez que desconsiderou as conexões e a complexidade dos elementos que compõe o todo.

Analisar o espaço fragmentado, olhando para cada um de seus componentes de forma desarticulada e dissociada produz perda de informação e, certamente qualquer intervenção tendo como referência essa proposta, não garantirá um equilíbrio mais próximo ao natural. Ressalta-se a importância de uma visão integradora, holística, para costurar os diversos setores do conhecimento físico (abiótico) e seres vivos (biótico), ou seja, inerente às relações sociedade-natureza.

Sabe-se que é necessária a busca de novos espaços para as mais diversas atividades, mas não de forma indiscriminada, à revelia, sem estipular critérios claros e objetivos, que assegure às gerações futuras a disponibilidade de recursos naturais.

Quando o homem ocupa o espaço físico, na busca incessante dos recursos naturais disponíveis e de situações mais convenientes para a sua subsistência e bem-estar, ignorando as leis da natureza, introduzindo suas ações arbitrárias, toma para si o ônus da resposta do sistema natural (CAPRA, 2006).

## 2 I CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

O recorte espacial trabalhado, no caso o Parque Natural Municipal de Jacarenema (PNMJ) se localiza na zona costeira do município de Vila Velha, estado do Espírito Santo, situado entre as coordenadas UTM's: 7744300 e 7740600 Sul; 362500 e 360500 Oeste, na zona costeira do estado do Espírito Santo (**Figura 1**). A unidade de conservação em questão abrange uma área de 346,27ha, ou seja, aproximadamente 3,46 km<sup>2</sup> (Plano de Manejo, s/d), compreendendo o Morro da Concha, o estuário do rio Jucu com os seus manguezais, as áreas de vegetação de restinga adjacentes à Rodovia do Sol, o brejo e os demais geofácies da UC.

Nas imediações do PNMJ verifica-se grande pressão imobiliária, salientando-se ao sul, uma urbanização já consolidada, composta pelos bairros Barra do Jucu e Riviera da Barra, e o Morro da Concha. Ao norte se localizam os bairros Jockey de Itaparica, Darly Santos e Pontal das Garças. Nas proximidades dos bairros Santa Paula I, na porção sudoeste, o mesmo é limítrofe ao PNMJ.

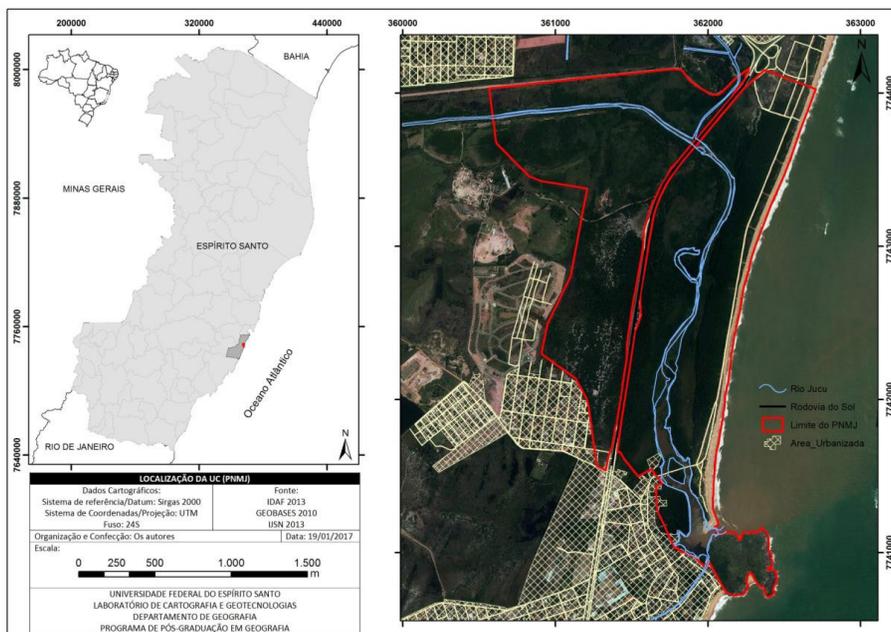


Figura 1 – Localização da UC (PNMJ).

Os afloramentos de rochas cristalinas pré-cambrianas em contato com os depósitos quaternários intercalados pelos afloramentos da Formação Barreiras precedidos de praia caracterizam a área da Unidade de Conservação. O litoral mostra-se bastante recortado, sendo observados trechos salientes sem condições de deposição de sedimentos praias e trechos com significativo desenvolvimento das planícies costeiras.

A unidade de conservação apresenta importantes características morfoestruturais, sendo que se sobressai a elevação residual de formação granítica junto à linha de costa, denominada de Morro da Concha. Deve-se ressaltar que, nesse setor da costa do estado do Espírito Santo, a ocorrência dos depósitos terciários é menos pronunciada quando comparada ao litoral norte, aparecendo aqui ocasionalmente sob forma de colinas. Já a planície flúvio-marinha integra um conjunto de áreas alagadas e alagáveis do entorno do Parque.

### 3 | METODOLOGIA

Foi fundamental a proposta das unidades inferiores de paisagem de Bertrand (1972) em que se podem destacar o geossistema, o geofácies e o geótopo. Poder aplicar na área em estudo e enxergar os geofácies do PNMJ, conseguir identificá-los, mapeá-los e quantificá-los foi uma experiência única, reforçando o que se procurou com esta pesquisa, justificar a escolha do geossistema como recorte geográfico.

Segundo Tropicmair (2004) a paisagem é um fato concreto, um termo fundamental e de importante significado para a Geografia, pois a paisagem é a fisionomia do próprio geossistema.

De acordo com Martinelli (1994) a metodologia de aplicação mais empregada nos estudos do espaço geográfico é a que se fundamenta na análise de sistemas, que apresenta métodos derivados, e bastante utilizados em recentes trabalhos acadêmicos, como o estudo da geobiocenose, da paisagem, do ecossistema e do geossistema.

Realçando essa ideia, Suertegaray (2001) explica que nossa história de leitura de mundo tornou-se, como em todas as ciências, fragmentada. O espaço deve ser pensado como o disco de Newton, aquele constituído por diversas cores que ao ser girado permite que vejamos apenas a cor branca (se é que se pode considerar o branco uma cor, pois há quem afirme que o branco é a luz, o comprimento de onda eletromagnética). Quando se fala do branco como “cor pigmento” ele é a ausência de qualquer cor, quando usado enquanto “branco espectro luminoso” é a mistura de cores do espectro (**Figura 2**).

<p><b>ESPAÇO GEOGRÁFICO</b></p>	<p>→</p>	<p><b>O DISCO</b></p> 
<p>Possibilidades analíticas de leitura</p>	<p>(paisagem, território, lugar, rede, região, ambiente...)</p>	<p>Os setores do disco</p>
<p>Dinamicidade</p>	<p>(histórica mudança no mundo)</p>	<p>O movimento (o girar do disco)</p>

Figura 2 – O Espaço geográfico comparado ao disco de Newton. Organizado pelos autores (2011).

Como afirma Suertegaray (2001) o espaço é passível de diferentes leituras, em função do problema conceitual, e este estaria em constante movimento quer por forças naturais, quer por imposições antrópicas. Segundo esta autora, deve-se considerar sobre o espaço geográfico que: “É ao mesmo tempo uno e múltiplo; Sua leitura *deve ser calcada em diferentes conceitos (Região, paisagem, território, rede, lugar e ambiente)*; Deve ser compreendido como *conjunção de diferentes categorias (natureza-sociedade, espaço-tempo)*).

Suertegaray (*op.cit.*) trabalha com a possibilidade de conceber o espaço através de diferentes categorias e que estas categorias transformam-se com a histórica mudança do mundo, consequentemente transforma-se o espaço geográfico, bem como seu conceito. Enfatiza uma dimensão passível de ser analisada (**Figura 3**).

Ao concordar com Suertegaray (2001) de que é possível adotar diferentes possibilidades de leitura do espaço geográfico, então, pode-se também, representá-lo de diferentes formas. Desta maneira, porque não utilizar a proposta do geossistema concebida por Sotchava (1977) e, posteriormente sistematizada por Bertrand (1972)?

O geossistema é definido pelo potencial ecológico de determinado espaço no qual há uma exploração biológica podendo influir fatores sociais e econômicos na estrutura e expressão espacial. O geossistema corresponde a uma paisagem nítida e bem circunscrita que se pode, por exemplo, identificar instantaneamente nas fotografias aéreas

O próprio Bertrand (1972) que considerava todas as delimitações geográficas arbitrárias, citando Paul Claval (1967) argumenta que é impossível achar um sistema geral do espaço que respeite os limites próprios para cada ordem de fenômenos.

<b>POSSIBILIDADES DE LEITURA DO ESPAÇO GEOGRÁFICO</b>	<b>DIMENSÕES ANALÍTICAS</b>
TERRITÓRIO	Dimensão da análise da política
REGIÃO	Dimensão da análise do econômico ou do cultural
PAISAGEM	Dimensão da análise da natureza ou da cultura
LUGAR	Dimensão da análise da subjetividade humana ou da coexistência (TOPOFILIA)
REDE	Dimensão da análise das conexões entre nós, pontos ou lugares de diferentes naturezas política, econômica, cultural
AMBIENTE	Dimensão da análise das transfigurações da natureza e da natureza humana

Figura 3 – A multiplicidade de leituras do espaço geográfico de acordo com Suertegaray (2001). Organizado pelos autores (2011).

Mesmo assim Bertrand (*op.cit.*) conseguiu idealizar uma classificação das paisagens com dominância física, dividindo-a em unidades superiores e inferiores. Procurando seguir as mesmas ideias de Bertrand elaborou-se um quadro inspirado nas unidades de paisagem com o objetivo de ilustrar a hierarquia da paisagem na área em estudo (**Figura 4**).

Bertrand (1972) apresenta seu sistema de classificação taxocorológico das paisagens, comportando seis níveis espaço temporais: os Níveis Superiores: a zona; o domínio; a região natural; e os Níveis Inferiores: o geossistema; o geofácies e o geótopo.

Destaca-se, entretanto, que suas pesquisas se centraram nas unidades inferiores, onde o autor elege o **geossistema** como a categoria mais apropriada para os estudos dos fenômenos geográficos, compatíveis com às atividades humanas e possível de serem mapeadas.

O conceito de paisagem, proposto por Bertrand (1972), dá um novo significado ao termo, deixando para trás aquele conceito apenas físico, limitado apenas a um elemento que constitui a paisagem. Introduzindo um caráter interativo e integrador da dinâmica entre os elementos naturais e os elementos da sociedade, destacando o processo dialético (aqui há de se entender que dialética segundo Bertrand, não é apenas a oposição, mas também um modo de discutir por meio de raciocínios, da lógica, da razão) das transformações que se constata na própria paisagem.

Este conceito de paisagem trouxe uma desordem no entendimento geral que se tinha até o momento para a ciência geográfica, pois um conceito simples passou a designar um conteúdo mais amplo e complexo. O fato é que a questão da dinâmica da paisagem, movida por uma relação dialética entre seus componentes, constitui um dos pilares centrais da abordagem proposta por Bertrand (1972). É em cima desta questão que este desenvolve todas as outras etapas de seu esboço metodológico.

Após a proposta de Bertrand (1972), a relação entre os elementos passa a ser mais importante do que os elementos em si, quando tratados isoladamente, isto é, as conexões instauradas entre cada um dos elementos da paisagem, tornam-se determinantes na compreensão da dinâmica geral desta. Isto é perceptível quando o Troppmair (2004) destaca que:

[...] por essa dinâmica interna, o geossistema não apresenta necessariamente uma grande homogeneidade fisionômica. Na maior parte do tempo, ele é formado de paisagens diferentes que representam os diversos estágios da evolução do geossistema. (p.147).

Bertrand (1972) ressalta a necessidade de uma reflexão interdisciplinar, na necessidade de explorar técnicas específicas de outras disciplinas, como climatologia, geomorfologia, etc.

A compreensão da paisagem e resolução dos problemas só é possível se houver uma integração das Geografias e ciências afins. Com a “setorização” das disciplinas, ocorreu um distanciamento e, em alguns casos, um desmembramento da Geografia Física.

Com a solicitação de leituras ambientais para solução de problemas, esta “setorização” não foi capaz de tomar decisões significativas e acertadas, pois a questão “ambiental” requer um esforço conjunto, integrado como o é a paisagem.

## 4 | DISCUSSÃO E RESULTADOS

Partindo da análise e interpretação da metodologia empregada por Bertrand (1972), gerou-se um enquadramento do PNMJ de sua classificação das Unidades Superiores e inferiores da paisagem, resultando na **Figura 4** a seguir.

O enfoque não é o de descrever as fitofissionomias dos geofácies que compõem o PNMJ. A preocupação é de descrever a distribuição e o atual estado de conservação dos geofácies, levando em consideração também a evolução da ocupação da área do entorno do Parque, isto é, aquilo que deveria ser a zona de amortecimento.

UNIDADES DE PAISAGENS		ESCALA ESPAÇO-TEMPORAL	EXEMPLO DO PNMJ	CARACTERÍSTICAS GERAIS
SUPERIORES	ZONA	1ª GRANDEZA	ZONA TROPICAL	Ligado ao conceito de zonalidade planetária definida pelo clima e pelo bioma e/ou mega-estruturas.
	DOMÍNIO	2ª GRANDEZA	DOMÍNIO DE FLORESTA TROPICAL ATLÂNTICA	Dado pelo relevo, climas mais específicos e até pela vegetação, não há restrição quanto ao número de variáveis.
	REGIÃO NATURAL	3ª GRANDEZA	FORMAÇÃO BARREIRAS E FORMAÇÕES PIONEIRAS	Aspectos mais pontuais como a variação altimétrica, com interferência no clima e este por sua vez na vegetação, bem como solos e formações tectônicas característicos.
INFERIORES	GEOSSISTEMA	4ª e 5ª GRANDEZA	PLANÍCIE LITORÂNEA	Acentua o complexo geográfico e a dinâmica do conjunto procurando as menores unidades onde se verifica homogeneidade.
	GEOFÁCIES	6ª GRANDEZA	RESTINGA MANGUEZAL BREJO	Dado principalmente por aspectos fisionomicamente homogêneos com desenvolvimento de uma mesma fase de evolução geral.
		7ª GRANDEZA	-	A menor unidade geográfica

Figura 4 – Classificação espaço temporal das paisagens naturais na área em estudo. Organizado pelos autores (2011).

A descrição dos geofácies que compõem o PNMJ far-se-á, utilizando, sobretudo a **Figura 5**, que foi elaborada a partir dos trabalhos de campo (PINHEIRO, 2011). Também será utilizado para a descrição dos geofácies o perfil longitudinal, embora o mesmo não

seccione todos os geofácies.

Observando a **Figura 5** vê-se que o geofácies da Mata Seca de Restinga é o que ocupa a maior área, sendo esta de 85,00 ha (0,85 km<sup>2</sup>), representando 24,55% da área do Parque. Tal geofácies está situado sobre a Planície Marinha e sobre o Terraço Marinho, ambas feições arenosos de sedimentos quaternários, representado no perfil longitudinal em três segmentos (**Figura 6**).

No perfil longitudinal, a partir da linha de costa em direção ao continente, precedido pelo geofácies da Restinga Herbáceo-Arbustiva, observa-se que o geofácies de Mata Seca de Restinga está distribuído inicialmente em uma faixa contínua linear de 120 metros de largura por aproximadamente 2,5 km de comprimento, sendo esta faixa correspondente à feição geomorfológica da Planície Marinha, que segundo Martin et.al. (1997), é de origem holocênica. O segundo segmento, que é seccionado pela Rodovia do Sol (ES-060), o que pode ser observado também no perfil longitudinal, cuja largura é de aproximadamente 290 metros, está distribuído de forma não linear. Esta área de ocorrência está situada no Terraço Marinho, que segundo Martin *et.al.* (1997) é de origem pleistocênica. O terceiro segmento, localizado na parte mais baixa do cordão pleistocênico, compõe um mosaico com o geofácies da Mata Aberta de Clusia e Ericaceae.

<b>GEOFÁCIES, USO DA TERRA DO PNMJ</b>	<b>ÁREA OCUPADA EM HECTARES</b>	<b>PERCENTUAL DE OCUPAÇÃO</b>
<b>Mata seca de restinga</b>	85,00	24,55%
<b>Brejo</b>	83,29	24,05%
<b>Mata paludosa</b>	45,47	13,13%
<b>Antropização</b>	27,83	08,04%
<b>Mata Aberta de Clusia e Ericaceae</b>	24,77	07,15%
<b>Rio Jucu</b>	20,50	05,92%
<b>Mata de tabuleiro</b>	13,80	03,99%
<b>Rupestre herbáceo-arbustiva</b>	12,71	03,67%
<b>Restinga herbáceo-arbustiva</b>	10,00	02,89%
<b>Manguezal</b>	09,62	02,78%
<b>Pastagem</b>	05,10	01,47%
<b>Estrada</b>	03,40	00,98%
<b>Afloramento cristalino</b>	02,67	00,77%
<b>Mata de encosta</b>	02,05	00,59%
<b>Ponte da Madalena</b>	00,06	00,02%
<b>TOTAL</b>	<b>346,27</b>	<b>100%</b>

Figura 5 – Áreas e percentuais de geofácies e uso da terra do PNMJ Organizada pelos autores (2011).

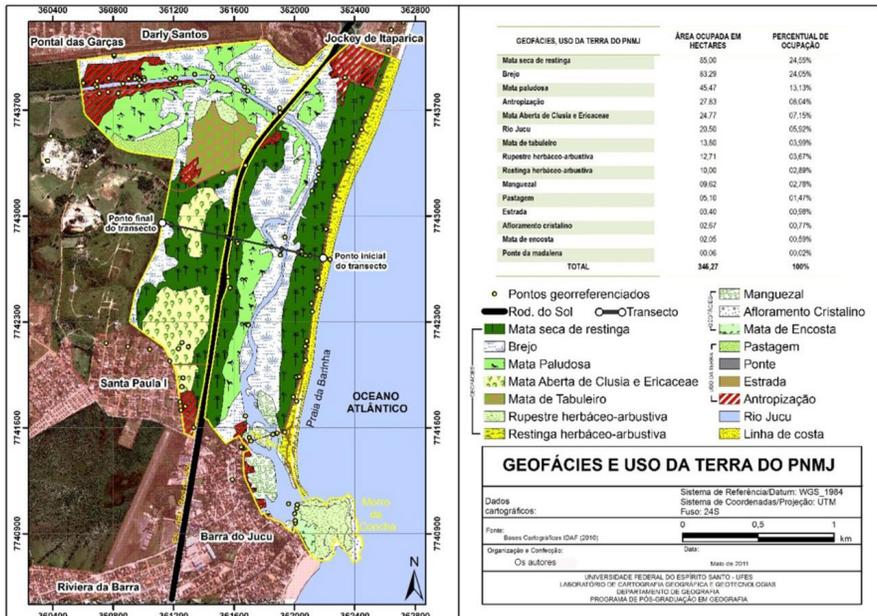


Figura 6 – Mapeamento dos Geofácies do PNMJ.

No perfil longitudinal, este terceiro segmento do geofácies compreende apenas 50 metros de extensão. No entanto, a distribuição deste geofácies é mais ampla como pode ser visualizado nas **Figuras 5 e 6**.

No perfil longitudinal dos geofácies do PNMJ, partindo do ponto inicial do transecto (**Figura 7**), vê-se que o geofácies da Mata Seca de Restinga nos seus primeiros 120 metros de largura encontra-se sob um cordão praiial holocênico, cuja altura é de aproximadamente de 5 metros. Em um gradiente crescente de altura, as espécies arbóreas apresentam-se com altura máxima aproximada de 11 metros, ou seja, a vegetação atinge um porte maior à medida que o cordão se eleva, isto foi perceptível em campo e dessa forma foi representado no perfil longitudinal. Já na outra área de ocorrência, separada pela Rodovia do Sol, o cordão pleistocênico apresenta altura máxima de 7 metros e o porte da vegetação é também mais elevado, tendo suas mais altas árvores aproximadamente 18 metros. O último segmento encontra-se no final do perfil longitudinal, onde o cordão praiial está a 1 metro de altura em relação ao NMRM.

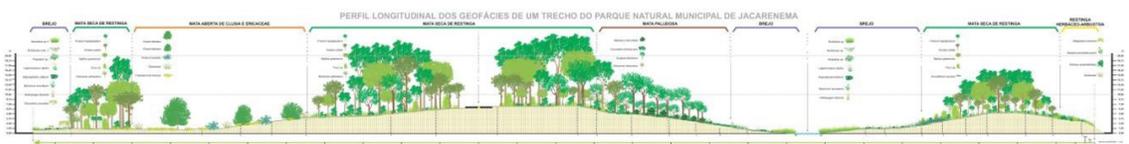


Figura 7 - Perfil longitudinal de parte do PNMJ. Organizado pelos autores.

Nos primeiros 120 metros do perfil há uma visível estratificação da vegetação onde, no estrato herbáceo-arbustivo predominam as espécies *Allagoptera arenaria*, *Guapira pernambucensis* e *Shinus terebinthifolius*. Ainda observando o perfil longitudinal pode-se constatar a presença outras espécies vegetais dominantes deste geofácies tais como, o *Protium heptaphyllum*, a *Ocetea notata*, a *Tapirira guianensis*, o *Ficus sp.*, todas espécies arbóreas, cujo diâmetro médio não ultrapassa 7 cm.

No segmento deste geofácies, cortado pela Rodovia do Sol, nota-se uma vegetação mais densa, predominando o estrato arbóreo, cujo diâmetro médio das árvores é de 9 a 11 cm. O difícil acesso ao interior dessa formação constituiu-se um problema para alcançar a Mata Paludosa, pois, às vezes era impossível penetrar na Mata Seca de Restinga em função dos componentes vegetais com espinhos. Observou-se também nesse segmento, a presença da samambaia açu (*Dicksonia sellowiana*), quase na transição com a Mata Paludosa. Já no terceiro segmento do perfil observa-se que, nesse ponto a vegetação encontra-se com porte mais reduzido, embora a espécie *Protium heptaphyllum* alcance cerca de 18 metros de altura.

Em trabalhos de campo verificou-se que o atual estado de preservação deste geofácies alterna áreas de bom estado de conservação com áreas que sofrem forte impacto negativo pela ação humana, tais como queimadas, desmatamentos, retirada de areia para construção civil, presença de lixo, restos de oferendas de práticas religiosas, abrigos improvisados dentro da área com trilhas abertas no meio da mata, dentre outros. Os impactos nesse geofácies não ocorrem da mesma forma, sendo as suas partes limítrofes as mais vulneráveis aos impactos negativos provocados pela ação humana. Cabe destacar que, em trabalho de campo constatou-se que o segmento junto à linha de costa é também muito vulnerável, a despeito de o limite neste caso ser com o oceano.

Foi possível perceber as áreas de ocorrência dos geofácies e compreender as suas extensões e abrangências dentro do PNMJ. Dentre os geofácies identificados citam-se os seguintes: a *Mata Seca de Restinga* com seu porte vegetacional arbóreo dominante ocupando 85,00 hectares ou 24,55% do Parque; o *Brejo* dominado por formações herbáceas com 83,29 hectares (24,05%); A *Mata Paludosa* de porte arbóreo de difícil acesso com 45,47 hectares (13,13%); a exuberante *Mata Aberta de Clusia e Ericaceae* com suas folhas coriáceas e clareiras marcantes (24,77 hectares, ou seja, 07,15%); a *Mata de Tabuleiro* com 13,80 hectares, representando 03,99%, que dentro dos limites do PNMJ, se mostrou uma revelação importante, pois esconde formações terciárias de altitudes modestas numa área dominada por formações quaternárias; o geofácies da vegetação *Rupestre herbáceo-arbustiva*, cuja pequena área de ocorrência, não menos importante, é de apenas 12,71 hectares, (03,67%) do PNMJ, que ocorrem nos terrenos rochosos pontuais da unidade de conservação.

A ocorrência do geofácies da *Restinga herbáceo-arbustiva* com uma área de 10,00 hectares (02,89%) mostra-se degradada em função do uso e da ocupação que dela se

faz. O geofácies do *Manguezal* com apenas 09,62 hectares ou 02,78% do total da área do PNMJ, certamente é uma parte muito importante, considerando que é justamente sobre este geofácies que a vida estuarina pulsa. Há ainda dois outros geofácies: o *Afloramento Cristalino* e a *Mata de Encosta*. Estes dois últimos geofácies estão diretamente interligados e ocupam áreas de 02,67 hectares (00,77%) e 02,05 hectares (00,59%), respectivamente.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conhecimentos biogeográficos amarrados com os conhecimentos geomorfológicos possibilitaram a delimitação do geossistema como uma categoria de análise para esta pesquisa. Uma vez que Bertrand (1972) afirma que a vegetação é o elemento da paisagem que melhor define o geossistema e que melhor expressa o equilíbrio dinâmico de um geossistema, optou-se por usar o geossistema, segundo a proposição deste autor. Os geofácies constituem, na hierarquia de Bertand, a penúltima unidade de análise da sua hierarquia, sendo, portanto basilar para o presente trabalho.

Portanto, o geossistema apresentou-se como uma possibilidade de leitura do espaço geográfico, assim como o é o território, a região, a paisagem, o lugar e o ambiente. Concordando com Monteiro (2008), o geossistema é uma ideia valiosa, um promissor pressuposto, ainda em elaboração, que poderá vir a ser um paradigma fecundo, se revelar-se capaz de vencer a dicotomia natureza versus sociedade e abordar as diferentes ordens de fenômenos que ocorrem em tempos diferentes.

Pois há o tempo da natureza, que é um tempo longo, o tempo da escala geológica, onde os fenômenos são mais lentos e menos perceptíveis, embora, às vezes possam ser mais bruscos, e que necessitam de um tipo de leitura, de mapeamento. E há o tempo do homem, no qual os processos culturais de apropriação dos espaços e a transformação destes não se faz de uma só vez, mas por acréscimos e substituições, como palimpsestos, onde segundo Santos (2008), uma paisagem é escrita sobreposta à outra, é um conjunto de objetos que têm idades diferentes, é a herança de diferentes momentos, que requerem mapeamentos também distintos dos primeiros.

Foi possível perceber as áreas de ocorrência dos geofácies e compreender as suas extensões e abrangências dentro do PNMJ. Dentre os geofácies identificados citam-se os seguintes: a Mata Seca de Restinga com seu porte vegetacional arbóreo dominante ocupando 85,00 hectares ou 24,55% do Parque o Brejo dominado por formações herbáceas com 83,29 hectares (24,05%); A Mata Paludosa de porte arbóreo de difícil acesso com 45,47 hectares (13,13%); a exuberante Mata Aberta de *Clusia* e *Ericaceae* com suas folhas coriáceas e clareiras marcantes (24,77 hectares, ou seja, 07,15%); a Mata de Tabuleiro com 13,80 hectares, representando 03,99%, que dentro dos limites do PNMJ, se mostrou uma revelação importante, pois esconde formações terciárias de altitudes modestas numa área dominada por formações quaternárias; o geofácies da vegetação Rupestre herbáceo-

arbustiva, cuja pequena área de ocorrência, não menos importante, é de apenas 12,71 hectares, (03,67%) do PNMJ, que ocorrem nos terrenos rochosos pontuais da unidade de conservação.

A ocorrência do geofácies da Restinga herbáceo-arbustiva com uma área de 10,00 hectares (02,89%) mostra-se degradada em função do uso e da ocupação que dela se faz. O geofácies do Manguezal com apenas 09,62 hectares ou 02,78% do total da área do PNMJ, certamente é uma parte muito importante, considerando que é justamente sobre este geofácies que a vida estuarina pulsa. Há ainda dois outros geofácies: o Afloramento Cristalino e a Mata de Encosta. Estes dois últimos geofácies estão diretamente interligados e ocupam áreas de 02,67 hectares (00,77%) e 02,05 hectares (00,59%), respectivamente.

Um dos objetivos que resultou em uma ferramenta incontestável para esta pesquisa foi a elaboração do perfil longitudinal de um trecho do PNMJ, pois nesta escala de detalhe, foi possível a identificação de várias espécies vegetais e associá-las às suas áreas de ocorrência, percebendo as nuances das suas fitofisionomias. A elaboração do perfil, associado ao trabalho de campo, possibilitou enxergar exatamente a realidade que, inicialmente, era abstrata. Observar a ocorrência das espécies vegetais ao longo do perfil em planta e entender sua ocorrência nos diferentes geofácies, bem como suas zonas de transição, foi uma experiência ímpar, uma vez que se mostrou coerente com os pressupostos teórico-metodológicos nos quais este trabalho se baseou.

## REFERÊNCIAS

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. **Caderno de Ciências da Terra** (13), São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1972. 13p.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 2006. 256 p.

MARTIN, L., SUGUIO, K., DOMINGUEZ, J. L. M.; FLEXOR, J-M. **Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo**. Belo Horizonte: CPRM/FAPESP, 1997. 112p

MARTINELLI, M. Cartografia Ambiental: Uma Cartografia Diferente? **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.7, p.61.80, 1994.

PINHEIRO, C.A.K. Contribuição Geográfica ao estudo das unidades de conservação sob o enfoque sistêmico: O caso do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha (ES). Dissertação 2011

SOTCHAVA, V. B. O Estudo dos geossistemas. **Métodos em Questão**. São Paulo, n. 16, 1977. 50p.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. In: **Scripta Nova**. Universidad de Barcelona, 2001. n. 93.

TROPMAIR, H. **Sistemas, Geossistemas, Geossistemas Paulistas, Ecologia da Paisagem**. Rio Claro, São Paulo: Produção independente, 2004. 130p.

## MATRIZ DE INCIDÊNCIA DA CFEM E SUA SEMELHANÇA COM TRIBUTO

*Data de aceite: 01/11/2020*

*Data da submissão: 16/09/2020*

**Antônio Teotônio de Souza Neto**

Universidade Nacional de Rosário – UNR –  
Argentina

Agência Nacional de Mineração

Cidade: Porto Velho – RO

<http://lattes.cnpq.br/0620106622083600>

**RESUMO:** O trabalho intitulado Matriz de Incidência da CFEM e sua Semelhança com Tributo, 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, discorre sobre a natureza jurídica desta Compensação diferenciando-a de tributo, descreve de forma prática e sucinta a matriz de incidência da CFEM, desta forma são expostas suas características básicas e suas particularidades com as normas tributárias, nesta investigação utilizou-se o enfoque qualitativo e o estudo descritivo, foi uma pesquisa bibliográfica, os instrumentos de coleta de dados do estudo foram: livros, tese, dissertação, artigos, e a legislação correlata, importante ressaltar que esta pesquisa contribui para a mineração e em especial para o contribuinte desta Compensação pela exploração das substâncias minerais, pois demonstra que a CFEM é cobrada pela utilização dos recursos minerais que é patrimônio da União, portanto é uma receita patrimonial, diferenciando-se da

receita tributária que tem como fonte o patrimônio de terceiros, auferida pelo Estado por meio do uso do seu poder de império.

**PALAVRAS-CHAVE:** CFEM, Critério, Arrecadação, Tributo.

### CFEM INCIDENCE MATRIX AND ITS SIMILARITY WITH TRIBUTE

**ABSTRACT:** The work entitled “the CFEM Incidence Matrix and its Similarity with Tribute”, studies the public revenues emphasising the financial compensation for the exploration of mineral resources and the taxation, such that it presents the similarity between these two government revenues. The thesis discusses the legal nature of this compensation differentiating it from taxation. It describes in a practical and succinct manner the CFEM incidence matrix. Therefore its basic characteristics and its peculiarities with the taxation rules are shown. In this investigation it was used the qualitative approach and the descriptive study, was a bibliographic research. The data collection instruments of the study were: books, thesis, dissertation, articles, and related legislation. It is important to note that this research contributes to the mining and in particular to the contributor of this compensation for the exploration of mineral substances, as it demonstrates that CFEM is charged when using mineral resources that is the federal patrimony. Therefore it is a patrimonial revenue, This revenue is fundamentally different from the tax revenue that has as source the assets of third parties, earned by the State through the use of its power of empire.

**KEYWORDS:** CFEM, Criterion, Collection, Tribute.

## 1 | INTRODUÇÃO

Esta pesquisa perfilhou-se no tema Matriz de Incidência da CFEM e sua Semelhança com Tributo, desta forma se faz a análise das características básicas da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais e suas particularidades com as normas (conceitos) tributárias, tendo como propósito identificar e estudar os equívocos cometidos pelos mineradores em diversas defesas e recursos administrativos apresentados a Agência Nacional de Mineração, ao considerar a CFEM como um tributo.

Busca-se neste trabalho apresentar o tema com a fundamentação de trabalhos acadêmicos elaborados sobre a matriz de incidência da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM, como também expor sua natureza jurídica e elucidar que embora esta receita tenha semelhança com tributo é uma contrapartida da empresa exploradora aos Entes públicos pela exploração dos recursos minerais.

Demonstra que a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM é uma receita pública que cabe a Agência Nacional de Mineração - ANM, autarquia de regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia a fiscalização, arrecadação e cobrança dos valores, como também aplicação de penalidades, sendo esta uma receita originária, pois é um pagamento efetuado pela exploração dos recursos minerais que são bens da União.

Apresenta de forma prática e sucinta a matriz de incidência da CFEM, seguindo os preceitos de Paulo de Barros Ramo Carvalho que desenvolveu a regra matriz de incidência tributária, onde são expostos a hipótese e o conseqüente, informando os critérios: material, espacial e temporal, como também os critérios: pessoal e o quantitativo.

Evidencia-se com esse trabalho, que é cometido um equívoco ao considerar a CFEM como um tributo, pois a receita tributária tem como fonte o patrimônio de terceiros, enquanto a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais é cobrada pela utilização dos recursos minerais que é patrimônio da União, portanto uma receita patrimonial, e que, por conseguinte é originária.

## 2 | RECEITAS TRIBUTÁRIAS

As políticas fiscais são instrumentos utilizados para condicionar o comportamento, como também incentivar o desenvolvimento das atividades econômicas. O governo pode ter o objetivo apenas de arrecadar os tributos para fazer face as suas despesas, os utilizando como instrumento fiscal, porém quando através das receitas tributárias tem também o intuito de intervir na sociedade e na economia, estas são empregadas com a função extrafiscal, a arrecadação tributária é de essencial importância para manutenção do Estado, sendo sua maior fonte de financiamento, conforme menciona Alcântara.

Salientamos que a arrecadação tributária realizada pelo Estado é de essencial importância, sendo indiscutivelmente a sua maior fonte de financiamento. Essa importância se mostra clara, visto que o Estado tem a obrigação de satisfazer as necessidades coletivas, necessidades de toda a sociedade, que são inúmeras, tais como a educação, a segurança, o transporte e a saúde, entre outras (ALCÂNTARA, 2017, aula 01, p. 04).

Os tributos são receitas derivadas, pois são obtidas do patrimônio de terceiros, onde o Estado com seu poder de império arrecada para sua manutenção, sendo estes a principal fonte de rendimento dos Entes federativos. O código Tributário Nacional no artigo 3º define tributo como: “Tributo é toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada”.

A receita tributária é obtida do patrimônio do contribuinte, desta forma caracterizando-se como receita derivada, segundo Hernandez.

Para que uma obrigação pecuniária se caracterize como de natureza tributária deve, independentemente de vincular-se ao patrimônio dos entes públicos ou do exercício de atividade econômica por estes, propiciar receita derivada ao Estado, ou seja, o particular gera riqueza e, após, transfere parte dela ao ente público, em razão do pagamento de tributos, criados nos termos da Constituição Federal, a qual fixa as competências para sua instituição (HERNANDEZ, 2010, p. 59).

Os tributos dividem-se em espécies, segundo Ruthes (2017, aula 04, p. 07) “A doutrina é divergente no que concerne às espécies de tributos. Existem desde de teorias bipartidas até quiquipartidas”. Nesse estudo adotou-se a corrente quiquipartida, de acordo com o autor supracitado para esta corrente doutrinária, a classificação dos tributos são: Impostos, Taxas, Contribuições de Melhoria, Contribuições Especiais e Empréstimos Compulsórios.

Os impostos podem ser diretos incidindo sobre o patrimônio e a renda ou indiretos incidindo sobre o consumo, O código Tributário Nacional no artigo 16 descreve que “Imposto é o tributo cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer atividade estatal específica, relativa ao contribuinte.” Desta forma não há necessidade de qualquer contrapartida estatal para cobrança dessa espécie tributaria, de acordo com Becker.

Imposto é tributo que tem como hipótese de incidência fato alheio a qualquer atuação do Poder Público, razão pela qual a outorga constitucional de competência para a instituição de impostos faz alusão a uma série de fatos alheios a qualquer atuação estatal (BECKER, 2017, aula 02, p. 02).

As taxas são tributos arrecadados pelos entes federativos como contraprestação de serviços ou benefícios realizados, colocados à disposição ou custeados pela administração pública, em favor do contribuinte. Têm como fato gerador o exercício regular do poder de

polícia, ou a utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível. O código Tributário Nacional no artigo 77 reza.

As taxas cobradas pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal ou pelos Municípios, no âmbito de suas respectivas atribuições, têm como fato gerador o exercício regular do poder de polícia, ou a utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição.

A contribuição de melhoria é uma espécie tributaria que se constitui em um ressarcimento a União, aos Estados, Distrito federal ou aos Municípios para fazer face ao custo de obras públicas de que decorra valorização imobiliária, tendo como limite total a despesa realizada e como limite individual o acréscimo de valor que da obra resultar para cada imóvel beneficiado. O CTN no Art. 81 discorre.

A contribuição de melhoria cobrada pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal ou pelos Municípios, no âmbito de suas respectivas atribuições, é instituída para fazer face ao custo de obras públicas de que decorra valorização imobiliária, tendo como limite total a despesa realizada e como limite individual o acréscimo de valor que da obra resultar para cada imóvel beneficiado.

As Contribuições Especiais são tributos cuja nomenclatura abrange quatro diferentes espécies são elas: Sociais; De interesse de categoria profissional ou econômica; De intervenção no domínio econômico; e De custeio do serviço de iluminação pública. Sendo que todas têm algumas características comuns, o fato gerador não possui previsão constitucional e serão definidos na lei que as instituir, a competência em regra é privativa da União. Para Alcântara.

Sua competência como regra é privativa da União, que pode instituí-las através de lei ordinária, respeitando-se o dispositivo do artigo 146, inciso III, da CF, que determina que a lei complementar deverá ditar suas normas gerais (ALCÂNTARA, 2017, aula 06, p. 07).

Verifica-se, entretanto que a contribuição de custeio do serviço de iluminação pública, excetua-se das demais quanto a competência, sendo esta dos municípios e do Distrito Federal. Justificando-se, pois este serviço é prestado por estes entes.

Os Empréstimos Compulsórios são tributos de competência exclusiva da União, sua instituição se dar por meio de lei complementar, seus fatos geradores serão definidos apenas na lei que os constituir, esta espécie de tributo poderá ser instituído para atender despesas extraordinárias, decorrentes de calamidade pública, de guerra externa ou sua iminência ou ainda para investimento público de caráter urgente e de relevante interesse nacional, tendo neste último caso de ser respeitado o princípio da anterioridade, conforme Alcântara.

O empréstimo compulsório é figura tributária peculiar, com aspectos controversos, polêmicos e bastante discutidos há anos, especialmente em relação a se fazia parte do rol de tributos ou não. Hoje essas discussões já estão superadas (ALCÂNTARA, 2017, aula 06, p. 02).

## 2.1 Compensação financeira pela exploração de recursos minerais – CFEM

A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM é uma receita pública que cabe a Agência Nacional de Mineração - ANM, autarquia de regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia a fiscalização, arrecadação e cobrança dos valores, como também aplicação de penalidades.

O artigo 20 inciso IX da Constituição Federal determinou que os recursos minerais, inclusive do subsolo são bens da União. O parágrafo 1º do mesmo artigo reza.

É assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal a aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração.

O Artigo. 176 da CF também definiu que pertence à União os recursos minerais, sendo estes, propriedade distinta do solo, então vejamos:

As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

Portanto a própria constituição de 1988 determina que os recursos minerais sejam bens da União, prevê a participação no resultado da exploração mineral, assegurada nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal a aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União, ou compensação financeira por essa exploração.

Em diversas defesas administrativas apresentadas no âmbito da Agência Nacional de Mineração - ANM existem argumentos de que a CFEM é um tributo e que seu prazo decadencial é de 5 (cinco) anos, se o questionamento de que essa receita tem Natureza Jurídica de Tributo fosse confirmado, ocorreria a extinção de muitas dívidas através do instituto da decadência.

O entendimento da ANM é de que a CFEM é uma receita originária, como também segundo Hernandez (2010, p.82), “É possível afirmar que a CFEM não é preço público e que ela se caracteriza como participação nos resultados da exploração, espécie de receita originária”. A exigência advém da exploração dos recursos minerais que são bens da União, portanto receita originária, de acordo com Silveira.

Dessa forma, entende-se que a CFEM e a participação nos resultados não possuem características de receita derivada, mas de receita originária, pois sua exigibilidade decorre da exploração de recursos minerais que são de propriedade da União (SILVEIRA, 2010, p. 100).

Com o advento da Lei nº 13.540/2017, foi introduzido na Lei nº 8.001/1990 que o prazo decadencial da CFEM submeter-se-á aos ditames art. 47 da Lei nº 9.636/1998. Desta forma, vindo a reafirmar o entendimento da ANM de que a decadência da CFEM é de 10 (dez) anos.

## 2.2 Semelhança da CFEM com as receitas tributárias

Existe semelhança entre a receita tributária e a CFEM, o próprio conceito do CTN no seu 3º define tributo como: “Tributo é toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada”, desta forma esses critérios são preenchidos pela CFEM, para Frank que cita Alberto Xavier.

A compensação financeira instituída pela Lei 7.990/89 preenche todos os requisitos do artigo 3º transcrito, possuindo três características determinantes que a qualifica como uma espécie de tributo: há como objeto uma prestação patrimonial compulsória e não voluntária, além de a prestação ter que ser instituída mediante lei federal (FRANK, 2015, Artigo).

Os argumentos utilizados nas defesas administrativas de que a CFEM é uma receita tributária, baseia-se nas condições de não ser cobrada em razão de ato ilícito, a administração pública deve exigir seu pagamento de forma vinculada e ser instituída em lei, o que induz a pensar que se insere no conceito de tributo, para Hernandez.

A CFEM apresenta-se como obrigação pecuniária, instituída por lei; não é cobrada em razão de ato ilícito e a Administração deve exigir seu pagamento de forma vinculada. Sua hipótese de incidência descreve um fato: auferir resultado da exploração de recurso mineral –, que não é relacionado a qualquer atividade do poder público, o que poderia levar a pensar-se que a CFEM se insere no conceito de tributo, estabelecido pelo art. 3º do CTN e na definição de imposto, constante do art. 16 do mesmo Código (HERNANDEZ, 2010, p. 69).

Acontece que o entendimento empregado nas defesas administrativas de que a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais é um tributo está equivocado, pois a CFEM diferencia-se desta receita por ser arrecadada pelo uso privativo do bem público caracterizando-se como receita originária, de natureza não tributária, motivada pela exploração econômica do patrimônio da União, segundo Galdino.

Por receitas originárias entende-se que são aquelas auferidas pelo Estado em decorrência da exploração do seu próprio patrimônio, tratando-se de receitas voluntárias e contratuais. Em contrapartida às receitas derivadas ou tributárias

que são as provenientes de bens pertencentes ao patrimônio dos particulares, pela arrecadação dos tributos em razão do jus imperii do Estado, que detém o poder de constranger o patrimônio do particular ao impôr coercitivamente aos cidadãos as receitas obrigatórias de direito público (GALDINO, 2009, p. 15).

A natureza jurídica da CFEM foi devidamente identificada como receita patrimonial, portanto originária decorrente da exploração do produto de recursos minerais pelo Supremo Tribunal Federal RE nº 228800:

RE nº 228800, relator Ministro Sepúlveda Pertence, julgado em 25/09/2001 – EMENTA: Bens da União: (recursos minerais e potenciais hídricos de energia elétrica): participação dos entes federados no produto ou compensação financeira por sua exploração (CF, art. 20, e § 1º): natureza jurídica: constitucionalidade da legislação de regência (L. 7.990/89, arts. 1º e 6º e L. 8.001/90). 1. O tratar-se de prestação pecuniária compulsória instituída por lei não faz necessariamente um tributo da participação nos resultados ou da compensação financeira previstas no art. 20, § 1º, CF, que configuram receita patrimonial. 2. A obrigação instituída na L. 7.990/89, sob o título de “compensação financeira pela exploração de recursos minerais” (CFEM) não corresponde ao modelo constitucional respectivo, que não comportaria, como tal, a sua incidência sobre o faturamento da empresa; não obstante, é constitucional, por amoldar-se à alternativa de “participação no produto da exploração” dos aludidos recursos minerais, igualmente prevista no art. 20, § 1º, da Constituição.

### 2.3 Matriz de incidência da CFEM

Desenvolvido por Paulo de Barros Ramo Carvalho a regra matriz de incidência tributária demonstra a organização das normas jurídicas de modo que possa fazer sentido a um caso real, em sua proposição estão expostos os elementos concretos para originar uma norma jurídica válida para incidência de certo tributo diante de um acontecimento legítimo, segundo Hernandez “embora a CFEM caracterize-se como receita originária e não derivada, o modelo aplica-se perfeitamente a este estudo”.

O modelo idealizado é formado por hipótese e conseqüente, a hipótese é constituída pelos critérios material, espacial e temporal, o conseqüente traz o elemento subjetivo constituído pelo critério pessoal, além do critério quantitativo, formado pela base de cálculo e alíquota, que juntos formam a regra matriz que no caso presente estudar-se-á a regra-matriz de incidência da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, para Silveira.

Como toda norma jurídica, a regra-matriz de incidência é composta por hipótese e conseqüente. A hipótese veicula três critérios, que são os critérios material, espacial e temporal. E o conseqüente veicula o critério subjetivo, composto de sujeito ativo e passivo; além do critério quantitativo, formado pela base de cálculo e alíquota (SILVEIRA, 2010, p. 114).

Na hipótese estão os critérios que são os eventos contextuais formalizados em normas eficazes no ordenamento jurídico para identificação de um fato jurídico, conforme

ilustra Hernandez (2010, p.92) “Na estrutura abstrata da regra matriz de incidência, a hipótese enuncia os critérios material, temporal e espacial, para o fim de permitir a identificação do fato nela descrito”.

No conseqüente, conforme cita Hernandez em sua tese de doutorado (2010, p.124), apresenta-se o critério pessoal, o qual determina os sujeitos ativo e passivo da relação jurídica obrigacional e o critério quantitativo, onde estão dispostos a alíquota e a base de cálculo da obrigação pecuniária.

O critério material da regra-matriz de incidência da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, se referirá a um fato do comportamento humano, a ação que estará ligado as condicionantes de espaço e de tempo, segundo Silveira.

O critério material da regra-matriz de incidência é o núcleo do conceito mencionado na hipótese normativa. Sempre fará referência a um fato, a um comportamento humano. Esse comportamento humano estará ligado a um condicionante de espaço (critério espacial) e de tempo (critério temporal) (SILVEIRA, 2010, p. 116).

Em sua Dissertação Silveira menciona (2010, p.117) que o critério material da hipótese de incidência da CFEM vem disposto no artigo 1º da Lei 7990/89, o aproveitamento dos recursos minerais, por quaisquer dos regimes previstos em lei, ensejará compensação financeira aos Estados, Distrito Federal e Municípios. “Esse núcleo é representado pelo verbo “aproveitar” acompanhado do complemento recursos minerais, por quaisquer dos regimes previstos em lei”.

É de bom grado destacar que o aproveitamento se dar pela exploração de recursos minerais, para fins de aproveitamento econômico, ou seja pela saída por venda, cabe ainda mencionar que o consumo ou à utilização da substância mineral em processo de industrialização realizado dentro das áreas da jazida, mina, salina ou outros depósitos minerais, suas áreas limítrofes e ainda em qualquer estabelecimento ensejará o emprego da incidência da CFEM.

O critério espacial da regra-matriz de incidência da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, se referirá ao território nacional, onde encontra-se a exploração do recurso mineral, especificando ainda o local em que se localizam os recursos minerais e que, por conseqüência, é exercida a sua exploração, de acordo com Silveira.

No caso da CFEM, a Constituição Federal optou por um sistema de titularidade exclusiva, pelo qual atribuiu o direito ao crédito em termos privativos aos entes políticos, nos quais se localiza o bem do domínio público objeto da exploração. No presente caso, no local em que se localizam os recursos minerais e que, por conseqüência, é exercida a sua exploração (SILVEIRA, 2010, p. 119).

O último critério da hipótese (antecedente) é o temporal, entende-se como atingimento do aproveitamento dos recursos minerais, ou seja o momento em que é efetuada a venda,

o consumo ou à utilização da substância mineral em processo de industrialização. Desse modo constata-se a ocorrência dos direitos e de obrigações dispostas no consequente da regra matriz de incidência da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais.

Os critérios do consequente são pessoal e o quantitativo, de forma que para a realização da relação jurídica tem que haver a hipótese interligada a um consequente, conforme menciona Silveira (2010, p.120): “Toda norma jurídica tem sua hipótese atrelada a um consequente. Ocorrendo o fato descrito na hipótese ocorrerá a instauração da relação jurídica.”

O critério pessoal da matriz de incidência da CFEM é formado pelo sujeito ativo e o sujeito passivo da relação jurídica, que são:

- Sujeito ativo é a União Federal que detém a competência para legislar, enquanto a capacidade de administrar, cabe a Agência Nacional de Mineração - ANM, autarquia de regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia, responsável por baixar normas e exercer a fiscalização sobre a arrecadação da CFEM;
- Sujeito passivo é a pessoa física ou jurídica detentora do título minerário que exerça a atividade de mineração, o primeiro adquirente de bem mineral extraído sob o regime de permissão de lavra garimpeira e o comprador de bens minerais arrematados em hasta pública.

O critério quantitativo da matriz de incidência da CFEM vem composto pela alíquota e a base de cálculo da relação jurídica, que assim determinou a Lei Nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017:

- Alíquota de 1% (um por cento) Rochas, areias, cascalhos, saibros e demais substâncias minerais quando destinadas ao uso imediato na construção civil; rochas ornamentais; águas minerais e termais. 1,5% (um inteiro e cinco décimos por cento) Ouro. 2% (dois por cento) Diamante e demais substâncias minerais. 3% (três por cento) Bauxita, manganês, nióbio e sal-gema. 3,5% (três inteiros e cinco décimos por cento) para ferro, podendo excepcionalmente por critérios técnicos baixar para até 2% (dois por cento);
- Base de cálculo é a receita bruta da venda, deduzidos os tributos incidentes sobre sua comercialização, no consumo, sobre a receita bruta calculada, considerado o preço corrente do bem mineral, ou de seu similar, no mercado local, regional, nacional ou internacional, conforme o caso, ou o valor de referência, definido a partir do valor do produto final obtido após a conclusão do respectivo processo de beneficiamento, o bem mineral adquirido em hasta pública, sobre o valor de arrematação, na hipótese de extração sob o regime de permissão de lavra garimpeira, sobre o valor da primeira aquisição do bem mineral e nas exportações, sobre a receita caiculada.

A matriz de incidência da CFEM é importante para instruir o minerador, ou seja a pessoa física ou jurídica detentora do título minerário, informando o campo de incidência dessa receita patrimonial, como também auxilia na elaboração das defesas administrativas contra possíveis equívocos na metodologia de lançamento e cobrança por parte da Agência Nacional de Mineração.

## 2.4 Metodologia utilizada no trabalho

Nesta investigação utilizou-se o enfoque qualitativo e o estudo descritivo, foi uma pesquisa bibliográfica onde se descreveu as características básicas da CFEM, ou seja, a Matriz de incidência, abordando-se também as receitas públicas, os instrumentos de coleta de dados do estudo foram: livros, tese, dissertação, artigos e a legislação correlata. Este trabalho está classificado como pesquisa bibliográfica, pois o estudo foi realizado tendo como fonte os trabalhos já publicados, objetivando alcançar os objetivos e explicar o problema, segundo Cervo e Bervian.

A pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em artigos, livros, dissertações e teses. Pode ser realizada independentemente ou como parte da pesquisa descritiva ou experimental. Em ambos os casos, busca-se conhecer e analisar as condições culturais ou científica do passado sobre determinado assunto, tema ou problema (CERVO E BERVIAN, 2007, p. 60).

## 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao desenvolvermos essa pesquisa, aliado às experiências vivenciadas em trabalhos de auditoria e análise de defesas administrativas, constatamos que os argumentos utilizados de que a CFEM é uma receita tributária, baseia-se nas condições de não ser cobrada em razão de ato ilícito, administração deve exigir seu pagamento de forma vinculada e ser instituída em lei, enquadrando-se perfeitamente ao conceito de tributo o que induz a esta concepção.

Acontece que o entendimento de que a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais é um tributo está equivocado, pois a CFEM diferencia-se desta receita por ser arrecadada pelo uso privativo do bem público, caracterizando-se como receita originária, de natureza não tributária, motivada pela exploração econômica do patrimônio da União.

Afasta-se as dúvidas ao verificar que a CFEM é cobrada pela utilização dos recursos minerais que é patrimônio da União, portanto é uma receita patrimonial, e que, por conseguinte é originária, e a receita tributária tem como fonte o patrimônio de terceiros, auferida pelo Estado por meio do uso do seu poder de império, portanto de natureza derivada.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, Silvano Alves. Material Didático: **Direito Constitucional Tributário**. Curitiba: UNINTER, 2017.

**A natureza jurídica da compensação financeira pela exploração dos recursos minerais – CFEM** – FRANK, Franciele Aparecida da Silva. Disponível em: < <https://jus.com.br/artigos/42836/a-natureza-juridica-da-compensacao-financieira-pela-exploracao-dos-recursos-minerais-cfem>> Acesso em: 14 ago. 2018.

BECKER, Josiane. Material Didático: **Impostos Federais**. Curitiba: UNINTER, 2017.

CERVO, Amado Luiz, BERVIAN, Pedro Alcino. e SILVA, Roberto da, **Metodologia Científica**, 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

**CÓDIGO TRIBUTÁRIO NACIONAL**. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/codtributnaci/ctn.htm>> Acesso em: 06. mar. 2013.

**CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL 1988**: Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)> Acesso em: 06 mar. 2013.

GALDINO, Sabrina Andrade. Monografia: **A ilegalidade da Cobrança da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais sobre Embalagem de Água Mineral**. Ouro Preto: UFOP, 2009.

HERNANDEZ, Fernanda Guimarães. Tese: **Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais Regra Matriz de Incidência**. São Paulo: USP, 2010.

**LEI Nº 13.540, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2017 – Dispõe sobre a CFEM**: Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2017/Lei/L13540.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13540.htm)> Acesso em: 21 ago. 2018.

RUTHES, Igor Fernando. Material Didático: **Direito Financeiro**. Curitiba: UNINTER, 2017.

SILVEIRA, Renata Abrantes da. Dissertação: **Aspectos Jurídicos da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais - CFEM**. São Paulo: PUC, 2010.

# 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

Data de aceite: 01/11/2020

**João Paulo Assis Gobo**

Departamento de Geografia, Universidade Federal de Rondônia – Rondônia, RO, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6216803824187190>

**Débora Souza Alvim**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Cachoeira Paulista, SP, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4006370546566608>

**Marlon Faria**

Instituto de Física da Universidade de São Paulo – São Paulo, SP, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1293925960269562>

**Júlio Barboza Chiquetto**

Universidade de São Paulo, Instituto de Estudos Avançados – São Paulo, SP, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/764768547308092>

**Ariane Frassoni dos Santos**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Cachoeira Paulista, SP, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9897358688381968>

**José Roberto Rozante**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Cachoeira Paulista, SP, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3781543923591839>

**Silvio Nilo Figueroa**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Cachoeira Paulista, SP, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2191790439726897>

**Dirceu Luis Herdies**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Cachoeira Paulista, SP, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3752951275341381>

**Ludmilla Manera Conti**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Cachoeira Paulista, SP, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7537211741710846>

**Vinícius Rozante**

Escola de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas – Campinas, SP, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4712662480347356>

**RESUMO:** A poluição do ar tornou-se um dos fatores que mais afetam a qualidade de vida da população, ocasionando prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente. Emissões de gases por veículos automotores comprometem significativamente a qualidade do ar na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) por liberarem grande quantidade de monóxido de carbono (CO), material particulado (MP) óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e compostos orgânicos voláteis (COV), poluentes que formarão ozônio (O<sub>3</sub>). Estudos anteriores apontam que a exposição média da população à poluição atmosférica em São Paulo equivale ao mesmo nível de intoxicação que fumar até cinco cigarros

por dia. O presente estudo demonstra a relação direta existente entre a diminuição do tráfego de veículos pesados e consequentemente 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. Os resultados das concentrações de CO, O<sub>3</sub>, NO e NO<sub>2</sub> foram avaliados na forma de ciclos diurnos, comparando uma média dos três anos anteriores (2015-2017, sem greve) com 2018 (com a greve) durante o mesmo período. Também foram avaliados dados meteorológicos, com o objetivo de verificar o papel das condições meteorológicas na concentração dos poluentes dentro do contexto da greve. Para representar diferentes condições de exposição às diferentes fontes veiculares, foram escolhidas cinco estações de monitoramento da qualidade do ar da CETESB: Cerqueira César, Cidade Universitária IPEN-USP, Grajaú-Parelheiros, Marginal Tietê-Ponte dos Remédios e São Caetano do Sul. Na estação Cerqueira César, houve diminuição de 25% de CO, 48% de NO e 25% de NO<sub>2</sub>. Na estação Cidade Universitária IPEN-USP, houve 18% na diminuição de NO e aumento de 47% de O<sub>3</sub>. Na estação Grajaú-Parelheiros, houve 42% de diminuição de CO, enquanto que o NO e o NO<sub>2</sub> diminuiram 48% e 42%, respectivamente, e aumento de 66% de O<sub>3</sub>. Na estação Marginal Tietê Ponte dos Remédios, o CO diminuiu 23% e o NO e NO<sub>2</sub> diminuiram 39% e 23%, respectivamente. Na estação São Caetano do Sul, houve 36% na diminuição de CO, enquanto que o NO e o NO<sub>2</sub> diminuiram 58% e 36%, respectivamente, e o O<sub>3</sub> aumentou em 82%. Os parâmetros meteorológicos, considerando considerando os períodos com e sem greve, demonstraram velocidade do vento média 69% maior na RMSP em 2018. A precipitação praticamente não alterou no período que não ocorreu a greve com o período da greve, enquanto que, no período de greve, a UR esteve 8% mais baixa, a temperatura 10% mais baixa e radiação global 42% mais alta. Durante o período da greve, ocorreu redução intensa nos poluentes primários avaliados (CO e NO), diretamente associados à emissão veicular. Houve aumento de ozônio, provavelmente associado ao aumento da radiação solar em 2018 e também à diminuição de NO (poluente que consome o O<sub>3</sub>, diminuindo a sua concentração). Assim, observou-se que o aumento de ozônio no período da greve ocorreu provavelmente devido à combinação de fatores antropogênicos e naturais: a diminuição da emissão de NO devido à greve, combinada com 42% da radiação global mais alta no período da greve em 2018 em relação ao média do período sem greve (2015 a 2017).

**PALAVRAS-CHAVE:** Poluição do ar, greve dos caminhoneiros, Região Metropolitana de São Paulo, emissão veicular.

## TRUCKERS' STRIKE AND THE REDUCTION OF CARBON MONOXIDE AND NITROGEN OXIDES POLLUTANTS AND THE INCREASE OF OZONE IN THE METROPOLITAN AREA OF SÃO PAULO

**ABSTRACT:** Air pollution has become one of the main factors to decrease the quality of life of urban populations, impacting human health and the environment. Gas emissions from motor vehicles significantly compromise air quality in the Metropolitan Area of São Paulo (MASP), by releasing large amounts of carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) and volatile organic compounds (VOCs), which will form ozone (O<sub>3</sub>). Previous studies show that the average population exposure to air pollution in São Paulo is equivalent to inhaling the same level of toxins as smoking up to five cigarettes per day. The present study demonstrates the direct relationship between the decrease in heavy vehicle traffic (which also decreased light vehicle

traffic due to shortage of fuel supply) during the truck driver's strike, from May 21st to 31st, 2018, and the concentration of air pollutants in the MASP. The concentrations of CO, O<sub>3</sub>, NO and NO<sub>2</sub> were evaluated in the form of diurnal cycles, comparing an average of the previous three years (2015-2017, without strike) with 2018 (with the strike) during the same period. Meteorological data we also analyzed, in order to verify the role of meteorological conditions in the concentration of pollutants within the context of the strike. To represent different conditions of exposure to different vehicle sources, five air quality monitoring stations were chosen from the Environmental Company of the State of São Paulo (CETESB): Cerqueira César, Cidade Universitária IPEN-USP, Grajau-Parelheiros, Marginal Tiete-Ponte dos Remédios and São Caetano do Sul. At Cerqueira César station, there was a decrease of 25% of CO, 48% of NO and 25% of NO<sub>2</sub>. At Cidade Universitária IPEN-USP, there was an 18% decrease in NO and a 47% increase in O<sub>3</sub>. At Grajau-Parelheiros station, there was a 42% decrease in CO, while NO and NO<sub>2</sub> decreased by 48% and 42%, respectively, and an increase of 66% in O<sub>3</sub>. At Marginal Tiete Ponte dos Remédios station, CO decreased 23%, NO and NO<sub>2</sub> decreased 39% and 23% respectively. At São Caetano do Sul station, there was a 36% decrease in CO, NO and NO<sub>2</sub> decreased by 58% and 36% respectively and O<sub>3</sub> increased by 82%. The meteorological parameters considering the average of 2015-2017 (years without strike) compared to 2018, the strike period, showed that the wind speed average was 69% higher in the MASP, the UR was 8% lower, temperature 10% lower, global radiation 42% higher and there were no changes in precipitation. During the strike period, there was an intense reduction in the primary pollutants evaluated (CO and NO), directly associated with vehicular emissions. There was an increase in ozone, probably associated with an increase in solar radiation in 2018 and also with a decrease in NO (which consumes O<sub>3</sub>, decreasing its concentration). Thus, it was observed that the increase in ozone during the strike period was probably due to the combination of anthropogenic and natural factors: the decrease in NO emissions due to the strike, combined with an increase in 42% in global radiation during the strike period in 2018 compared to the average of the period without strike (2015 to 2017).

**KEYWORDS:** Air pollution, trucks strike, Metropolitan Area of São Paulo, vehicle emission.

## 1 | INTRODUÇÃO

A poluição do ar tornou-se um dos fatores que mais afetam a qualidade de vida da população, ocasionando prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente. Emissões de gases por veículos automotores comprometem significativamente a qualidade do ar na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) por liberarem grande quantidade de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx), compostos orgânicos voláteis e estes poluentes formarão ozônio (O<sub>3</sub>).

Estudos anteriores apontam que a exposição média da população à poluição atmosférica em São Paulo equivale ao mesmo nível de intoxicação que fumar até cinco cigarros por dia.

Em grandes centros urbanos dominados por serviços e comércio, o setor de transporte frequentemente corresponde a uma grande porcentagem das fontes de poluição do ar. Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), os veículos leves e pesados

emitiram 97% do monóxido de carbono (CO), 70% dos óxidos de nitrogênio (NOx), 80% dos hidrocarbonetos (HCs) e 40% do material particulado (MP) na região, segundo relatório da CETESB, Agência Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2019).

Os níveis de concentração de poluentes dependem de muitos fatores, como taxas de emissão de poluentes e condições atmosféricas (BRASSEUR,.; ORLANDO; TYNDALL, 1999). Portanto, é lógico supor que, em grandes áreas urbanas como o RMSP, as mudanças na circulação dos veículos também terão impacto na emissão e concentração de poluentes, já que a maior parte das emissões de poluentes na RMSP são provenientes da frota de veículos leves e pesados.

Além disso, São Paulo foi classificado como o 4º pior engarrafamento mundial, com pessoas gastando em média 2 horas durante seu deslocamento diário, levando a encargos de saúde e prejuízos econômicos, provavelmente chegando a bilhões de dólares (COOKSON G; PISHUE, B, 2017; LEIRIÃO et al., 2020). Estima-se que os veículos pesados (HDV) em São Paulo contribuam com até 47% do carbono negro (BC) atmosférico e 40% de certos compostos orgânicos voláteis (COVs, como benzeno e tolueno), sendo benzeno carcinogênico e tolueno mutagênico. 44% do NOx emitido na RMSP é proveniente de veículo pesado e 18% emitido por veículos leves.

Durante os dias 21 a 31 de maio de 2018, ocorreu uma greve nacional de caminhoneiros no Brasil, exigindo a redução dos preços dos combustíveis e melhorias nas condições de trabalho para o setor (<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44302137>). Essa mobilização social paralisou quase toda a circulação de veículos pesados em todo o Brasil. Como o abastecimento de combustível nos postos de gasolina é feito por caminhões, isso levou à escassez da maioria dos combustíveis veiculares - o que, por sua vez, levou a uma redução expressiva na atividade de veículos leves também. A frota de ônibus municipais também foi reduzida em quase 50%, e parte das universidades, escolas e outros serviços pararam de funcionar.

Os grandes centros urbanos são compostos por muitos microambientes urbanos diferentes que representam diferentes características de exposição entre as megacidades, de acordo com fatores como uso do solo e distância das fontes de emissão (LEVY et al., 2014). Assim, as mudanças na emissão de poluentes, como a greve dos caminhoneiros, terão respostas espaciais diferentes. O período do estudo abrange um período de greve nacional de caminhões que criou um laboratório natural para a ausência de caminhões a diesel e uma grande redução de veículos leves, importante fonte de emissão para o meio urbano.

Os objetivos deste estudo foram analisar as concentrações de CO, NO, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> em cinco estações da rede CETESB que representam microambientes do centro urbano e de fundo urbano durante o período da greve dos caminhoneiros. A análise foi realizada por meio de ciclos diurnos a partir do período da greve de 2018, comparando com a média do mesmo período dos três anos anteriores, quando não houve greve. Os resultados

mostraram que a greve causou fortes diminuições das concentrações dos poluentes atmosféricos primários analisados (CO e NO) e um aumento no ozônio (O<sub>3</sub>).

## 2 | METODOLOGIA

Dados horários de poluentes do banco de dados online da CETESB foram obtidos (<http://qualar.cetesb.sp.gov.br/qualar/home.do>) do ano de 2018 e dos três anos anteriores (2015-2017) para comparação. Foram selecionados 5 estações de monitoramento da qualidade do ar na RMSP: Cerqueira César, Cidade Universitária IPEN-USP, Grajau-Parelheiros, Marginal Tiete-Ponte dos Remédios e São Caetano do Sul. Foram calculados ciclos diários de poluentes, o que permitiu uma verificação mais harmoniosa dos impactos das concentrações de poluentes durante a greve. Calculamos uma média utilizando a mesma hora do dia observada para cada dia do período de 21/05/2018 a 31/05/2018, resultando em um valor médio para aquela hora do dia para todo o período. Isso foi realizado durante todas as 24 horas do dia, resultando em um ciclo diurno que representa todos os valores horários médios. Foram calculados dois ciclos diurnos: 1) durante o período de 21/05/2018 a 31/05/2018 (ano com greve), e 2) a partir de valores horários médios para o mesmo período de 2015-2017 (para melhor caracterizar uma média por um período sem greve). Também foram estudados os parâmetros meteorológicos na RMSP de temperatura, velocidade do vento, precipitação e radiação total.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros meteorológicos considerando a média de 2015-2017 (anos sem greve) com 2018, no período da greve, a velocidade do vento estava 69% em média maior na RMSP, a precipitação foi praticamente a mesma nos períodos com e sem greve, ocorrendo precipitação apenas para o ano de 2016, porém na média 2015-2017 não houve alterações significativas comparado com o ano de 2018, a UR esteve 8% mais baixa, a temperatura 10% mais baixa e radiação global 42% mais alta.

Na Figura 1 são apresentadas as concentrações médias horárias de CO do período de 21/05/2018 a 31/05/2018 (ano com greve) do ciclo de CO e também para o mesmo período referente aos anos sem greve (2015-2017), observa-se que o padrão das concentrações não mudaram quando compara-se o período com greve e sem greve, porém houve diminuição média de 29% nas concentrações de CO durante o período da greve em relação ao período sem greve.

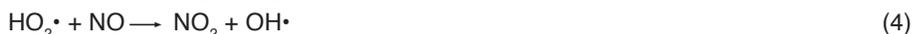
O CO é emitido diretamente e também produzido por reações químicas na atmosfera entre o radical hidroxila (OH) e metano (CH<sub>4</sub>) e outros hidrocarbonetos (HC), além de reações entre alcenos e ozônio (O<sub>3</sub>), e reações de isopreno e terpenos com OH e O<sub>3</sub>. A concentração de CO na atmosfera da RMSP é praticamente quase toda proveniente de

emissão primária e veicular. O principal sumidouro de CO é sua reação com OH, enquanto a deposição seca e o fluxo estratosférico são considerados sumidouros menores. Na troposfera, o radical livre hidroxila (OH) oxida o monóxido de carbono (CO) produzindo radicais hidroperóxidos (HO<sub>2</sub>):



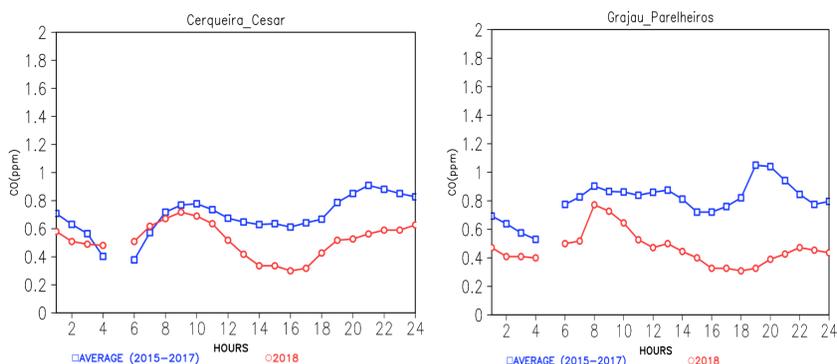
O excesso de NO<sub>x</sub> (NO<sub>x</sub> = NO + NO<sub>2</sub>), como na Megacidade da atmosfera de São Paulo com razão de mistura de NO superior a 10 pptv, promove a produção de O<sub>3</sub> após as reações (1) e (2). Caso contrário, o O<sub>3</sub> é destruído pelo radical hidroperoxila. No entanto, qualquer reação em cadeia dissipa o CO, produzindo dióxido de carbono. A reação (1) é uma reação rápida, independente da temperatura. Implica um tempo de vida global de CO de dois meses e é o reservatório de OH mais significativo na troposfera. Na atmosfera, a principal fonte de CO é a oxidação do metano pelo OH, que produz o formaldeído (CH<sub>2</sub>O) e depois o monóxido de carbono. Esta reação, junto com a reação (1), consome a maior parte da OH na troposfera. Por esta razão, as concentrações troposféricas de CO e CH<sub>4</sub> são indicadores muito importantes da capacidade de oxidação troposférica, representada especificamente pelas concentrações de ozônio e radicais hidroxila. O CO não é considerado um gás de efeito estufa porque não tem capacidade significativa de absorver radiação infravermelha. O balanço do CO atmosférico mostra a destruição do metano e a produção de CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e aerossóis de sulfato, que podem afetar o clima. Essas reações modificam o balanço CO-CH<sub>4</sub>, afetando a água e a temperatura. A interação bidirecional entre a química e o clima sobre o CO é evidente. Da revolução industrial à década de 1980, a concentração global de CO apresentou um aumento acentuado; entretanto, desde 1980, essa concentração diminuiu, provavelmente devido ao uso de catalisadores em automóveis. Estudos sugerem que uma diminuição na concentração global de CO aumentaria o radical OH e, conseqüentemente, elevaria a taxa de sumidouro de CH<sub>4</sub>.

O CO é o gás emitido em maior abundância na RMSP, este poluente é oxidado a CO<sub>2</sub> pelo radical hidroxila, reação 3, gerando o radical hidroperoxila. Este radical hidroperoxila, de maneira similar aos radicais peróxidos, formados pelos COV, oxida o NO a NO<sub>2</sub> competindo com as moléculas de O<sub>3</sub> e fazendo com que a concentração de O<sub>3</sub> aumente na atmosfera, reação 4, ou seja assim como os COV, NO<sub>x</sub>, o CO também é um precursor de O<sub>3</sub> troposférico.



Na RMSP, 97% do poluente CO emitido é proveniente da emissão veicular, justificando um aumento nas concentrações a partir das 6:00 até 9:00 da manhã, horário de maior tráfego veicular, conforme observa-se na Figura 1. Após este horário, as concentrações diminuem e voltam aumentar a partir das 17:00 horas até as 20:00 horas, coincidindo novamente com o pico do trânsito na RMSP.

A alta concentração de CO é considerada muito tóxica para o homem, pois pode causar intoxicação aguda, deixando sequelas ou promovendo a morte por asfixia. A interação da hemoglobina com o CO é 240 vezes maior do que com o oxigênio (O<sub>2</sub>), portanto, forma-se carboxihemoglobina em vez de oxihemoglobina. Quando a atmosfera é rica em CO, o O<sub>2</sub> tem dificuldade em atingir o tecido, causando morte por asfixia. Os efeitos agudos do envenenamento por CO são bem conhecidos. Geralmente, em pessoas saudáveis, a dor de cabeça se desenvolve quando as concentrações de COHb atingem 10%; zumbido (zumbido no ouvido) e tontura em 20%; náuseas, vômitos e fraqueza em 20-30%; turvação da consciência e coma em cerca de 35%; e morte em torno de 50%. No entanto, os resultados das exposições de longo prazo a baixas concentrações de CO como ocorre na atmosfera da RMSP são menos compreendidos. Devido à natureza crítica do fluxo sanguíneo e entrega de O<sub>2</sub> ao coração e ao cérebro, esses órgãos, assim como os pulmões (o primeiro órgão a entrar em contato com o poluente), têm recebido mais atenção. Foi demonstrado estatisticamente que a exposição materna à poluição do ar no primeiro trimestre da gestação pode contribuir para menor ganho de peso fetal. Embora seja difícil isolar a influência de cada poluente, foi possível evidenciar a maior influência do CO no peso do recém-nascido. Devido a esses e outros fatores, o monitoramento e a prevenção desse gás são de extrema importância, mesmo que não ultrapasse os padrões de qualidade do ar como ocorre na RMSP.



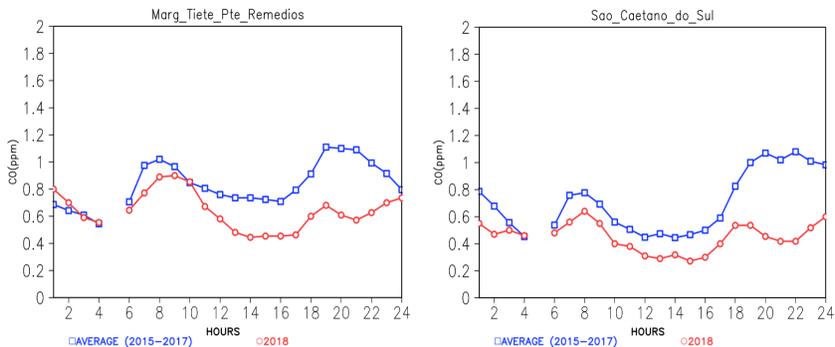
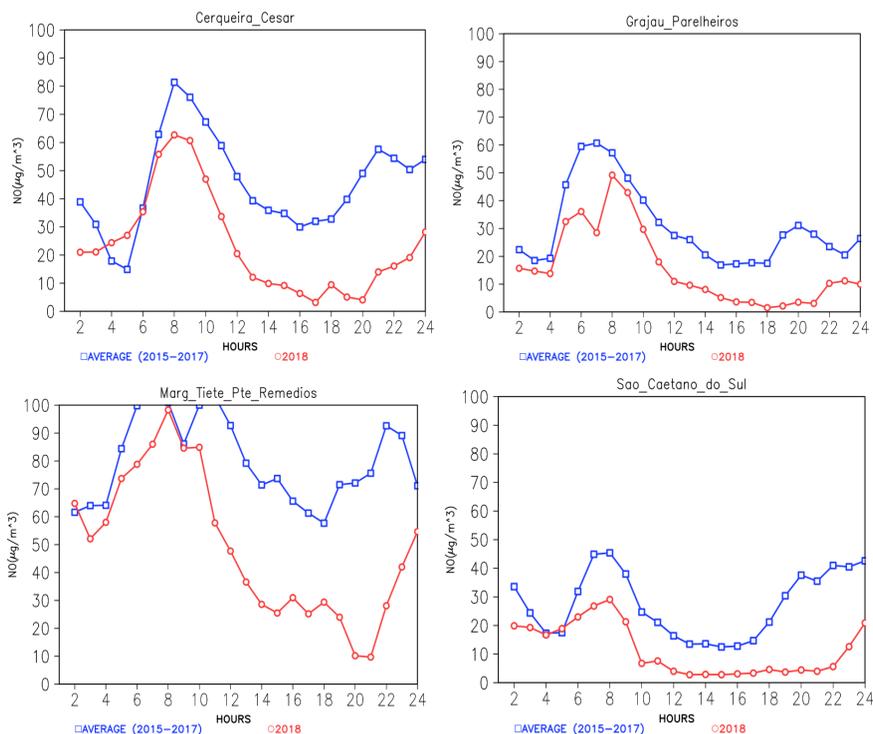


Fig. 1 – Concentração de CO (ppm) na RMSP média horária do período sem greve (2015-2017) e com greve (2018)

Na Figura 2 são apresentadas as concentrações médias horárias (ciclo diurno) de NO do período de 21/05/2018 a 31/05/2018 (ano com greve) e também para o mesmo período referente aos anos sem greve (2015-2017).



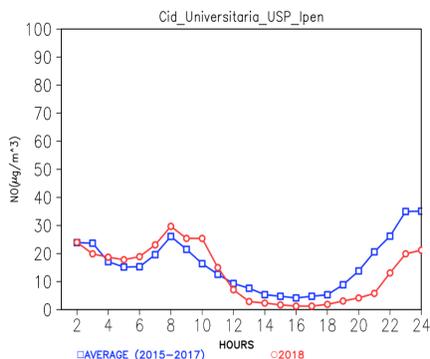


Fig. 2 – Concentração de NO ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) na RMSP média horária do período sem greve (2015-2017) e com greve (2018)

Observa-se na Figura 2 que o padrão e a proporcionalidade das concentrações não mudaram quando compara-se o período com greve e sem greve para o NO, porém houve diminuição média de 48% nas concentrações de NO durante o período da greve. Na RMSP, 70% do NOx emitido é proveniente da emissão veicular, justificando um aumento nas concentrações a partir das 6:00 até 8:00 da manhã (horário de maior tráfego veicular). Após este horário, as concentrações diminuem devido a diminuição do tráfego de veículos, ao aumento na camada limite e também as reações de fotólise, sendo que o NO reage com  $\text{O}_3$  e é oxidado a  $\text{NO}_2$ , reação 16. As concentrações de NO voltam aumentar a partir das 18:00 horas até as 24:00 horas devido a fatores como a emissão veicular, diminuição da altura da camada limite, falta da presença de  $\text{O}_3$  que consumia NO durante o dia.

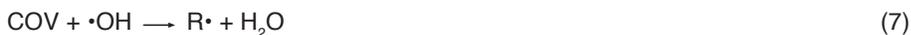
Os óxidos de nitrogênio são produzidos sempre que um combustível é queimado na presença de ar, devido a alta temperatura o nitrogênio do ar reage com oxigênio formando os óxidos de nitrogênio. Primeiramente ocorre a formação de NO, reação 5, podendo ocorrer a oxidação de NO a  $\text{NO}_2$ , reação 6, dependendo das condições em que ocorre a queima.



Em uma manhã típica, os poluentes primários COV e NOx são emitidos por automóveis e outras fontes de combustão em áreas urbanas.

Os COV são oxidados a radicais peróxidos orgânicos pelo radical OH, reações 7 e 8, formando compostos representados por  $\text{RO}_2$ . Estes reagem com o NO oxidado a  $\text{NO}_2$ , reação 9. Esta reação concorre com a oxidação de NO a  $\text{NO}_2$  pelo ozônio. Ocorre então fotólise de  $\text{NO}_2$  em  $\cdot\text{NO}$  e  $\cdot\text{O}$ . O  $\cdot\text{O}$  por sua vez reage com  $\text{O}_2$  e forma ozônio.

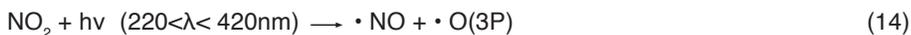
As seqüências de reações básicas são:



O  $\cdot\text{OH}$  é proveniente das reações de fotólise do  $\text{O}_3$ , e do radical hidroperóxila ( $\cdot\text{HO}_2$ ), peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), ácido nitroso ( $\text{HONO}$ ), tal como as reações 12 e 13:



O  $\text{NO}_2$  produzido nas reações 6, 9 e 11 sofre fotólise na troposfera por radiação na faixa de comprimento de onda entre 220 e 420 nm formando  $\text{O}_3$  troposférico, reações 14 e 15 (SEINFELD; PANDIS, 2016).



O  $\text{O}_3$  é um poluente secundário, formado através da reação 15 e o  $\text{NO}_2$  que é emitido e formado quimicamente nas reações 6, 9 e 11, é tanto um poluente primário (6) como secundário (9) e (11).

O  $\text{RO}_2$  compete com o  $\text{O}_3$  para converter  $\text{NO}$  em  $\text{NO}_2$  no ar urbano, reação 9. A relação do estado fotoestacionário é baseada no pressuposto de que apenas  $\text{O}_3$  converte  $\text{NO}$  a  $\text{NO}_2$ , conforme equações 12, 13 e 14, produzindo um ciclo nulo, onde o ozônio é formado e destruído. O  $\text{M}$  representado na reação 15, é predominantemente  $\text{N}_2$ , não é consumido na reação, apenas diminui a energia (catalisador) durante as reações 14, 15 e 16.



A relação do estado fotoestacionário descrito nas reações 14, 15 e 16 é válida apenas para atmosfera não poluída, não serve para RMSF que é uma atmosfera poluída.

Derivando uma expressão para o estado estacionário de concentração de ozônio pela reação 14 e reação 16 em termos de concentrações de  $\text{NO}$  e  $\text{NO}_2$ , e  $j$  e  $k_2$ . Todas as três reações, 14, 15 e 16 são rápidas:  $\text{NO}$  é formado pela reação 14 e  $\text{NO}_2$  pela reação 16 tão rápido quanto o seu consumo na reação 14. Portanto, a partir da definição de coeficiente de velocidade das seguintes equações.

$$j \cdot [\text{NO}_2] = k_2 \cdot [\text{O}_3] \cdot [\text{NO}] \quad (1)$$

Os colchetes indicam concentração das espécies. Onde,

$$[\text{O}_3] = j \cdot [\text{NO}_2] / k_2 \cdot [\text{NO}] \quad (2)$$

Esta equação é chamada de relação do estado fotoestacionário.

Se as concentrações típicas de  $\text{NO}_2$  e  $\text{NO}$  são substituídas na equação 2, em conjunto com os valores de  $j$  e  $k_2$ , as concentrações de  $\text{O}_3$  obtidas estão muito abaixo das concentrações observadas mesmo na troposfera livre. Assim, outras reações além das equações 14 e 16 devem ser envolvidas no controle de  $\text{O}_3$  troposférico. Esta conclusão levou à sugestão de que  $\text{HOx}$  e radicais derivados de espécies orgânicas estão envolvidos em determinar as concentrações atmosféricas de  $\text{O}_3$ . O radical hidroxila pode ser produzido a partir de pequenas quantidades altamente reativas de oxigênio atômico pela reação 13.

Então, em atmosfera não poluída,  $\text{OH}\cdot$  é rapidamente transformado em  $\text{HO}_2\cdot$ , reações 17 e 18.



Na ausência de  $\text{NOx}$ ,  $\text{HO}_2\cdot$  é convertido de volta para  $\text{OH}\cdot$  através de reação 19 com  $\text{NO}$  ou  $\text{O}_3$ .



Na presença de luz solar, o estado de equilíbrio fotoestacionário se estabelece rapidamente entre  $\text{OH}\cdot$  e  $\text{HO}_2\cdot$ .  $\text{HOx}$  é igual a somatória de  $\text{OH}\cdot$  e  $\text{HO}_2\cdot$  e são consumidos conforme as reações 20 e 21.



O peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) e o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) são altamente solúveis, e podem ser rapidamente removido da troposfera por deposição úmida. Na presença de uma razão de mistura de  $\text{NO} \geq 10$  pptv, como na RMSP,  $\text{RO}_2$  é formado pela oxidação  $\text{COV}$  e assim oxida  $\text{NO}$  a  $\text{NO}_2$ , e este por sua vez, sofrendo a fotólise produz o ozônio. Após a oxidação do  $\text{NO}$  pelo  $\text{RO}_2$  é formado o  $\text{RO}\cdot$  e este por sua vez, ao sofrer nova oxidação, forma o radical  $\text{HO}_2\cdot$ , que por sua vez, oxidará outro  $\text{NO}$  e assim podendo formar novo ozônio, conforme as equações mostradas na Figura 3, utilizando o etano como exemplo.

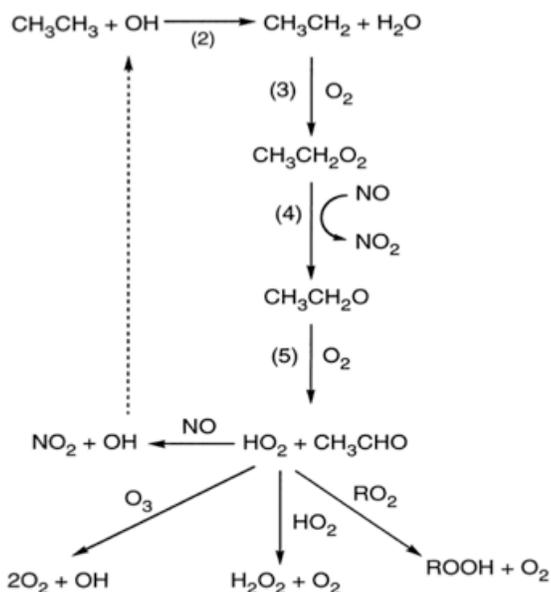
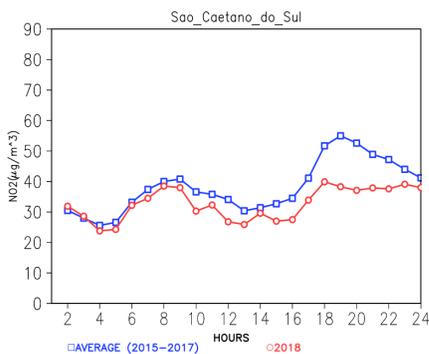
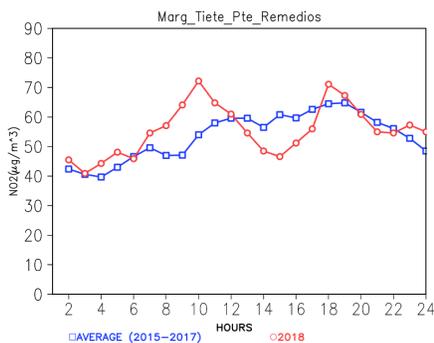
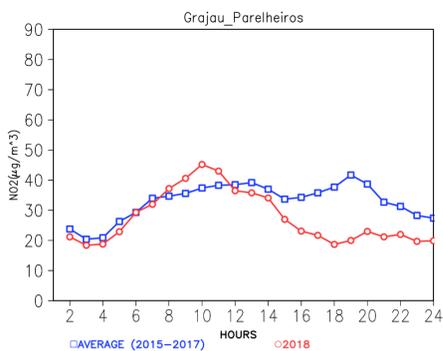
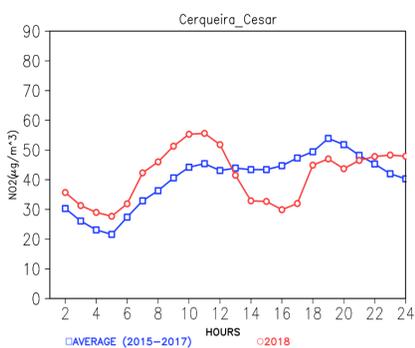


Fig. 3 – Etapas do mecanismo de fotooxidação do etano na atmosfera Fonte: (SEINFELD; PANDIS, 2016).

Estudos anteriores sobre as mudanças na qualidade do ar e na atividade veicular demonstraram diferentes impactos nas concentrações de poluentes. Na Índia, uma diminuição de cerca de 50% no monóxido de carbono CO, BC, PM e ozônio (O<sub>3</sub>) foi observada durante uma greve de caminhões em todo o país (SHARMA; KHAROL; BADARINATH, 2010). Na Itália e na Espanha, as greves de transporte público levaram a um maior uso de veículos particulares e ao aumento da concentração de alguns poluentes (CO e alguns hidrocarbonetos) (MEINARDI et al., 2008; BASAGAÑA et al., 2018). Na Espanha, o impacto dessas mudanças nas emissões sobre o ozônio variou sazonalmente devido às mudanças nas condições atmosféricas e sua complexa química atmosférica. Em Israel, uma análise realizada para um feriado nacional demonstrou uma diminuição de pelo menos 80% nas concentrações de NO em diferentes locais, enquanto o ozônio aumentou cerca de 8 ppbv no centro urbano durante o dia e aumentou 20-30 ppbv durante a noite (LEVY, 2013).

Na Figura 4 são apresentadas as concentrações médias horárias (ciclo diurno) de NO<sub>2</sub> do período de 21/05/2018 a 31/05/2018 (ano com greve) e para o mesmo período referente aos anos sem greve (2015-2017). Há um aumento das concentrações de NO<sub>2</sub> durante o período da manhã das 6:00 até 10:00, tendo a contribuição da emissão veicular, mas também uma formação de NO<sub>2</sub> secundário na atmosfera pela oxidação do NO com O<sub>3</sub> e também pela oxidação dos radicais de COV com NO. Observa-se uma diminuição média de 31% nas concentrações de NO<sub>2</sub> durante o período da greve, uma diminuição bem menor

quando comparado ao NO que diminuiu de 48%, sendo o NO poluente de fonte primária e o NO<sub>2</sub> proveniente tanto de fonte primária, mas principalmente fonte secundária. As concentrações de NO<sub>2</sub> diminuem a partir da 12:00 até as 16:00, coincidindo com horário de maior concentração de O<sub>3</sub> na RMSP, e maior radiação, onde NO<sub>2</sub> está sofrendo reação de fotólise, formando NO e oxigênio atômico (O), conforme demonstrado na reação 14. Este oxigênio atômico reagirá com o oxigênio do ar (O<sub>2</sub>) e formará O<sub>3</sub>, demonstrado na reação 15. No geral, os impactos da greve no NO<sub>2</sub> são mais complexos do que no poluentes primários (CO e NO), conforme demonstrado por estudos recentes que investigaram mudanças na emissão de poluentes durante a paralisação de atividades devido à pandemia COVID-19 (NAKADA; URBAN, 2020; ;KANNIAH et al., 2020; MUHAMMAD; LONG; SALMAN, 2020). Mais estudos devem ser realizados para entender esse poluente, considerando a meteorologia e a química atmosférica.



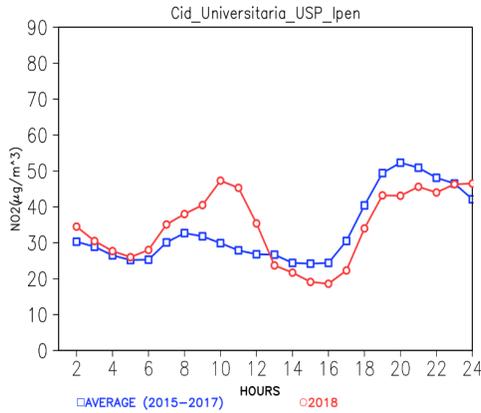


Fig. 4 – Concentração de  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) na RMSP média horária do período sem greve (2015-2017) e com greve (2018)

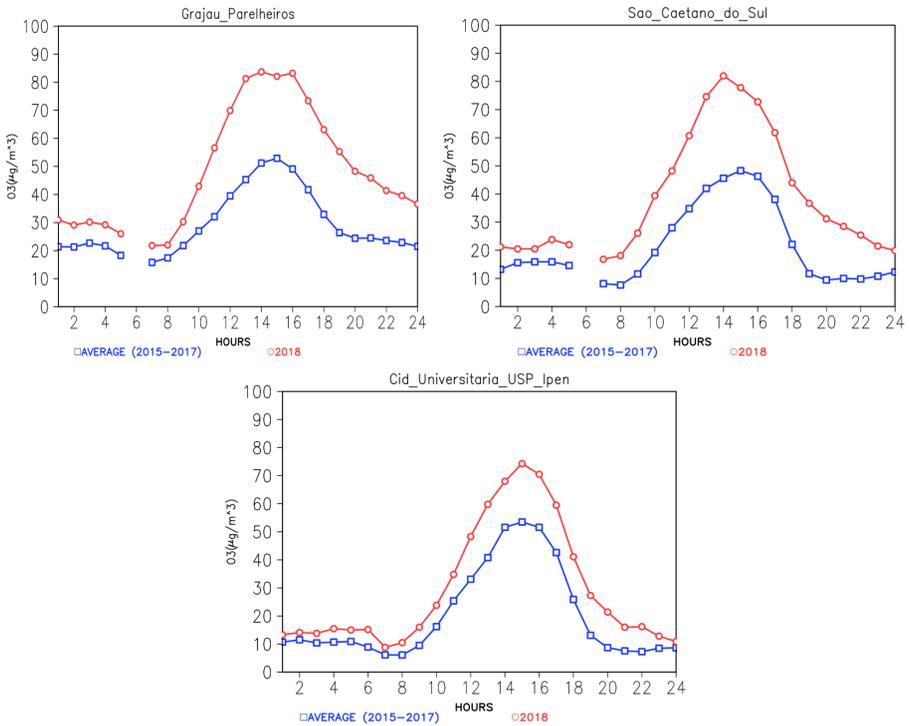


Fig. 5 – Concentração de  $\text{O}_3$  ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) na RMSP média horária do período sem greve (2015-2017) e com greve (2018)

Na Figura 5 são apresentadas as concentrações médias horárias de  $\text{O}_3$  do período de 21/05/2018 a 31/05/2018 (ano com greve) e também para o mesmo período referente aos anos sem greve (2015-2017). A concentração de  $\text{O}_3$  começa a aumentar a partir das

9:00 devido a emissão dos poluentes primários e também precursores de O<sub>3</sub> como CO, COV e NO<sub>x</sub> nas primeiras horas da manhã que coincide com o horário de pico de tráfego veicular. A formação do O<sub>3</sub> ocorre mais tarde após a emissão dos poluentes primários e também da disponibilidade de luz solar, atingindo seu máximo de concentração das 13:00 às 15:00 horas. No horário da noite, o O<sub>3</sub> não é mais formado devido a falta da luz solar, quando o O<sub>3</sub> é consumido pelo NO<sub>2</sub> formando NO<sub>3</sub>, que formará pentóxido de dinitrogênio conforme as reações abaixo:



Aumentos no ozônio também foram encontrados em um estudo realizada para o Rio de Janeiro durante a greve de caminhões de 2018 (DANTAS et al., 2019). Situações semelhantes também foram encontradas durante os períodos de *lockdown* COVID-19 no Brasil, Espanha e Índia, que alteraram a emissão veicular de forma comparável (SICILIANO et al., 2020; MAHATO; PAL; GHOSH, 2020; NAKADA; URBAN, 2020; TOBIÁS et al., 2020)

Os processos de formação e consumo do ozônio estão envolvidos na química atmosférica de forma não-linear, nos quais suas concentrações são altamente dependentes da disponibilidade de luz solar e a razão NOx/COV. Embora não tenhamos dados de COV, as emissões de NOx, como podemos verificar nas Figuras 2 e 4, diminuíram, o que certamente alterou a relação NOx/COV. Considerando que a RMSP é um ambiente saturado de NOx (Alvim et al., 2018), há uma abundância relativa de NOx, e assim, a diminuição da concentração de ozônio dependerá da diminuição concentração de COV. Já uma diminuição das concentrações de NOx leva a um aumento das concentrações de O<sub>3</sub> como foi visto durante este período de estudo da greve, com diminuição de NOx e aumento de O<sub>3</sub>, resultado este visto na prática, sendo que em estudos anteriores só foi possível ser realizado através da modelagem (ORLANDO et al., 2010; ALVIM et al., 2016; CHIQUETTO et al., 2016; ALVIM et al., 2018). Assim, a diminuição de NOx, junto com o aumento da disponibilidade de luz solar e condições estáveis em 2018 podem ter desempenhado um papel decisivo no aumento no ozônio observado em 2018 durante o período da greve dos caminhoneiros.

Apesar da diminuição da concentração de NOx aumentar a concentração de O<sub>3</sub> na RMSP e a diminuição das concentrações dos COV diminuir o O<sub>3</sub>, não é qualquer espécie de COV que deve ser diminuída na RMSP, conforme estudos de ORLANDO et al. (2010); ALVIM (2013); ALVIM et al. (2018), para diminuir O<sub>3</sub> troposférico na RMSP deve diminuir a concentração da classe dos aldeídos dos COV principalmente do composto acetaldeído liberado por veículos a gasolina, etanol e diesel, mais principalmente por dois últimos tipos de veículos citados. Desenvolvimento de tecnologia para diminuição da emissão de aldeídos diretamente os escapamento de veículos a gasolina, diesel e etanol, principalmente a

emissão durante a fase fria do etanol em veículos iria contribuir de forma muito significativa para redução de  $O_3$  na atmosfera da RMSP e de outras cidades (ALVIM, 2013; ALVIM et al., 2016; ALVIM et al., 2018). ALVIM et al. (2018) reportou que aldeídos representam 74% na formação de  $O_3$  na RMSP, seguido por aromáticos (14,5%), alcenos (10,2%), alcanos (1,3%) e alcadienos (por exemplo, isopreno; 0,03%). Os resultados de outros estudos de simulação para RMSP mostraram que a alternativa mais eficaz para limitar os níveis de  $O_3$  foi reduzir as emissões de COV, principalmente os aldeídos (NIVEN, 2005; SUAREZ-BERTOIA et al., 2015; ALVIM et al., 2018). As razões de COV/NOx encontradas durante o estudo de ALVIM, (2013); ALVIM et al. (2018) para o ano de 2011/2012 para estação da primavera, verão, outono e inverno foram 4, 3, 3 e 2 respectivamente. Em locais com relativa abundância de NOx como na RMSP em relação aos COV a razão COV/NOx é baixa e a formação do ozônio será dependente da concentração dos COV. Na literatura razões de 8 a 15, caracterizam locais intermediários, onde tanto o controle de COV, quanto NOx são efetivos na diminuição do  $O_3$  e razões acima de 15 são considerados NOx-limitante (FINLAYSON-PITTS; PITTS, 2000).

Poluentes primários diretamente associados às emissões veiculares, como CO e NO, diminuíram drasticamente em 2018 durante todas as horas do dia. Diferenças estatisticamente significativas entre os períodos com e sem greve foram observadas em quase todas as estações analisadas para esses poluentes. O NO diminuiu para quase zero à tarde durante o greve, e as concentrações de CO também diminuíram (em 50%). Para  $NO_2$ , os impactos da greve não foram tão marcados e não tão estatisticamente significativos quanto para os poluentes primários, particularmente nos locais com emissões veiculares mais intensas. Para o  $O_3$  as concentrações aumentaram em todos os locais de monitoramento, particularmente durante a tarde período de maior disponibilidade de radiação. Teorizamos que este aumento de  $O_3$  ocorreu devido condições atmosféricas favoráveis para sua formação (período seco e ensolarado), juntamente com a diminuição de NOx em um sistema saturado com NOx como na RMSP, onde a diminuição das concentrações de NOx aumenta o  $O_3$ , e a diminuição das concentrações de COV diminui o  $O_3$ . Esses resultados mostram que a poluição da RMSP está sob considerável influência das emissões veiculares.

Claramente, melhorias nas emissões veiculares diretamente dos escapamentos dos veículos, manutenção e qualidade de todos os tipos de combustíveis são necessárias para diminuir as emissões primárias, que traria resultados positivos diretos na saúde da população da RMSP.

## 4 | CONCLUSÃO

Neste estudo avaliamos as diferenças entre as concentrações de poluentes durante o período da greve dos caminhoneiros de 2018, comparada à média de anos anteriores (2015-2017). Na estação Cerqueira César, houve diminuição de 25% de CO, 48% de NO e 25% de NO<sub>2</sub> durante o período de 21 a 31 de maio de 2018 em relação a média do mesmo período para os anos de 2015 a 2017. Na estação Cidade Universitária IPEN-USP, houve 18% na diminuição de NO e aumento de 47% de O<sub>3</sub>. Na estação Grajau-Parelheiros, houve 42% de diminuição de CO, enquanto que o NO e o NO<sub>2</sub> diminuíram 48% e 42%, respectivamente, e aumento de 66% de O<sub>3</sub>. Na estação Marginal Tiete Ponte dos Remédios CO diminuiu 23%, NO e NO<sub>2</sub> diminuíram 39% e 23% respectivamente. Na estação São Caetano do Sul houve 36% na diminuição de CO, enquanto que o NO e NO<sub>2</sub> diminuíram 58% e 36%, respectivamente, e o O<sub>3</sub> aumentou 82%. Os parâmetros meteorológicos considerando a média de 2015-2017 (anos sem greve) com 2018, no período da greve, mostraram que a velocidade do vento estava 69% em média maior na RMSP, a precipitação não demonstrou diferenças significativas no período de greve em 2018 com a média de 2015-2017, ocorrendo precipitação somente no ano de 2016, a UR esteve 8% mais baixa no ano da greve (2018), a temperatura 10% mais baixa e radiação global 42% mais alta em relação a média dos anos sem greve (2015-2017). Durante o período da greve, ocorreu redução intensa nos poluentes primários avaliados (CO e NO), diretamente associados à emissão veicular. Houve aumento de ozônio, provavelmente associado ao aumento da radiação solar em 2018 e também à diminuição de NO (poluente que consome o O<sub>3</sub>, diminuindo a sua concentração). Assim, observou-se que o aumento de ozônio no período da greve ocorreu provavelmente devido à combinação de fatores antropogênicos e naturais: a diminuição da emissão de NO devido à greve, combinada com condições atmosféricas favoráveis à sua formação. O poluente NO<sub>2</sub>, que possui fração tanto primária quanto secundária, apresentou resultados menos conclusivos, evidenciando a necessidade de estudos mais aprofundados, incluindo a contribuição de outras fontes além da veicular.

## AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa recebeu apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – projeto n.º 88887.371883 / 2019-00 – para concessão de bolsa de pós-doutorado a Débora Souza Alvim.

## REFERÊNCIAS

ALVIM, D. S. **Estudo dos principais precursores de ozônio na região metropolitana de São Paulo**. Doutorado em Tecnologia Nuclear - Materiais—São Paulo: Universidade de São Paulo, 29 abr. 2013.

ALVIM, D. S. et al. Main ozone-forming VOCs in the city of Sao Paulo: observations, modelling and impacts. **Air Quality, Atmosphere & Health**, 22 ago. 2016.

ALVIM, D. S. et al. Determining VOCs Reactivity for Ozone Forming Potential in the Megacity of São Paulo. **Aerosol and Air Quality Research**, v. 18, n. 9, p. 2460–2474, 2018.

BASAGAÑA, X. et al. Effect of public transport strikes on air pollution levels in Barcelona (Spain). **Science of The Total Environment**, v. 610–611, p. 1076–1082, jan. 2018.

BRASSEUR, G.P.; ORLANDO, J.J.; G.S., T. **Atmospheric Chemistry and Global Change**. [s.l.] Oxford University Press, 1999.

CETESB. **Air Quality Report for the Sao Paulo State 2018**. [s.l.] Environmental Agency of the State of São Paulo, 2019.

CHIQUETTO, J. B. et al. Concentrações de ozônio troposférico na Região Metropolitana de São Paulo e a implementação de parques urbanos: observações e modelagem. **Boletim Paulista de Geografia**. v. 95, p. 1–24, 2016.

COOKSON G; PISHUE, B. **Inrix global traffic scorecard**. [s.l.] INRIX Research, 2017.

DANTAS, G. et al. Why did ozone levels remain high in Rio de Janeiro during the Brazilian truck driver strike? **Atmospheric Pollution Research**, v. 10, n. 6, p. 2018–2029, nov. 2019.

FINLAYSON-PITTS B.J.; PITTS J.N. **Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere - Theory, Experiments, and Applications**. 1. ed. San Diego, CA: Academic Press, 2000.

KANNIAH, K. D. et al. COVID-19's impact on the atmospheric environment in the Southeast Asia region. **Science of The Total Environment**, v. 736, p. 139658, set. 2020.

LEIRIÃO, L. F. L. et al. Environmental and public health effects of vehicle emissions in a large metropolis: Case study of a truck driver strike in Sao Paulo, Brazil. **Atmospheric Pollution Research**, v. 11, n. 6, p. 24–31, jun. 2020.

LEVY, I. A national day with near zero emissions and its effect on primary and secondary pollutants. **Atmospheric Environment**, v. 77, p. 202–212, out. 2013.

LEVY, I. et al. Elucidating multipollutant exposure across a complex metropolitan area by systematic deployment of a mobile laboratory. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 14, n. 14, p. 7173–7193, 16 jul. 2014.

MAHATO, S.; PAL, S.; GHOSH, K. G. Effect of lockdown amid COVID-19 pandemic on air quality of the megacity Delhi, India. **Science of The Total Environment**, v. 730, p. 139086, ago. 2020.

MEINARDI, S. et al. Influence of the public transportation system on the air quality of a major urban center. A case study: Milan, Italy. **Atmospheric Environment**, v. 42, n. 34, p. 7915–7923, nov. 2008.

MUHAMMAD, S.; LONG, X.; SALMAN, M. COVID-19 pandemic and environmental pollution: A blessing in disguise? **Science of The Total Environment**, v. 728, p. 138820, ago. 2020.

NAKADA, L. Y. K.; URBAN, R. C. COVID-19 pandemic: Impacts on the air quality during the partial lockdown in São Paulo state, Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 730, p. 139087, ago. 2020.

NIVEN, R. K. Ethanol in gasoline: environmental impacts and sustainability review article. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 9, n. 6, p. 535–555, dez. 2005.

ORLANDO, J. P. et al. Ozone precursors for the São Paulo Metropolitan Area. **Science of The Total Environment**, v. 408, n. 7, p. 1612–1620, mar. 2010.

SEINFELD, J. H.; PANDIS, S. N. **Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change**. 3rd edition ed. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2016.

SHARMA, A. R.; KHAROL, S. K.; BADARINATH, K. V. S. Influence of vehicular traffic on urban air quality – A case study of Hyderabad, India. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 15, n. 3, p. 154–159, maio 2010.

SICILIANO, B. et al. Increased ozone levels during the COVID-19 lockdown: Analysis for the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 737, p. 139765, out. 2020.

SUAREZ-BERTOIA, R. et al. Primary emissions and secondary organic aerosol formation from the exhaust of a flex-fuel (ethanol) vehicle. **Atmospheric Environment**, v. 117, p. 200–211, set. 2015.

TOBÍAS, A. et al. Changes in air quality during the lockdown in Barcelona (Spain) one month into the SARS-CoV-2 epidemic. **Science of The Total Environment**, v. 726, p. 138540, jul. 2020.

# CAPÍTULO 5

## TURISMO RURAL E AGRICULTURA FAMILIAR DO ‘CAMINHO DE SÃO FRANCISCO DA ESPERANÇA’, GUARAPUAVA, PR

*Data de aceite: 01/11/2020*

*Data de submissão: 06/10/2020*

### **Valeria Terezinha Stocki**

Prefeitura Municipal de Guarapuava, Secretaria  
do Turismo  
<http://lattes.cnpq.br/1704415695677837>

### **Glauco Nonose Negrão**

Departamento, de Geografia – UNICENTRO  
Guarapuava, PR  
<http://lattes.cnpq.br/5701066109738562>

**RESUMO:** A Prefeitura Municipal de Guarapuava, agente no desenvolvimento de projetos turísticos através da Secretaria Municipal de Turismo; ao estruturar o projeto turístico “Caminho de São Francisco da Esperança”; objetivou o fomento de ações de capacitação para agregar renda na produção primária, promover o intercâmbio cultural, a valorização das práticas rurais, sociais, ambientais e econômicas, além de desenvolver o turismo rural na agricultura familiar. O objetivo da proposta foi promover ações que visem 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. Com as ações buscou-se conciliar as práticas de valorização da cultura local, conservação dos recursos naturais na zona rural, evidenciando principalmente o modo de vida no campo, fomentando novas oportunidades

de trabalho e renda por meio do associativismo busca empreender e encontrar soluções de forma coletiva para cada empreendedor, procurando o sucesso não apenas do seu estabelecimento, mas de toda a rota turística, formando uma rede produtiva de base comunitária.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geografia do turismo, biogeografia, políticas públicas.

### RURAL TOURISM AND FAMILY AGRICULTURE ON THE “CAMINHO DE SÃO FRANCISCO DA ESPERANÇA”, GUARAPUAVA, PR

**ABSTRACT:** The Guarapuava City Hall, agent in the development of tourism projects through the Municipal Tourism Secretariat; when structuring the tourism project “Caminho de São Francisco da Esperança”; aimed at promoting training actions to add income in primary production, promoting cultural exchange, valuing rural, social, environmental and economic practices, in addition to developing rural tourism in family farming. The purpose of the proposal was to promote actions aimed at consolidating the “Caminho de São Francisco da Esperança” as a tourist itinerary, known by Brazilians and worldwide, making it a sustainable rural tourism potential for economic, social, environmental and cultural development. The actions sought to reconcile the practices of valorization of local culture, conservation of natural resources in the rural area, showing mainly the way of life in the countryside, fostering new opportunities for work and income through associativism seeks to undertake and find solutions in a collective for each entrepreneur, looking for the success not

only of its establishment, but of the whole tourist route, forming a productive community-based network.

**KEYWORDS:** Tourism geography, biogeography, public policy.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Projeto “Caminho de São Francisco da Esperança” foi desenvolvido para fomentar o turismo rural, com início em 2018, conforme previsto no Programa da Secretaria de Turismo do Município de Guarapuava - PR, denominado “GUARAPUAVA TURISTICA 2026”.

Ao longo da estrada que liga dois importantes parques naturais com grande fluxo de pessoas, o Parque Municipal das Araucárias e o Parque Natural São Francisco da Esperança, importantes fragmentos de Floresta Ombrófila Mista com Araucárias; encontramos comunidades rurais e propriedades particulares que começaram a dar sinais de potencial turístico, gerador de trabalho e renda. O percurso tem 45 km de belezas naturais que tem inspirado muitas famílias da região a compartilhar o lugar em que vivem com quem aprecia a natureza e quer estar cada vez mais perto dela.

Ações direcionadas podem fomentar oportunidades e alternativas para agricultura familiar, auxiliando a pequena e média propriedade a se manter na atividade rural, diversificar o espaço, e, sobretudo evita o êxodo rural, principalmente dos jovens, já que não precisam migrar para os grandes centros em busca de empregos, e poderá ocorrer o processo inverso. Sendo assim, o ambiente rural pode ser visto como portador de soluções, onde seu espaço físico diferenciado, e possuidor de características e particularidades distintas, é o lugar visto, onde se vê e se vive as tradições rurais.

O desafio foi organizar e implementar ações que unissem todos em torno de um mesmo propósito: fortalecer o turismo de base local. Assim surgiu a iniciativa de criar uma rota de turismo rural – O Caminho de São Francisco da Esperança – em torno quais todos trabalhariam pelo bem comum. O propósito foi motivar as famílias do campo, por meio de encontros, diversificar a produção rural e oferecer aos visitantes que passam pelo caminho, produtos e serviços de qualidade.

A Prefeitura Municipal de Guarapuava, agente no desenvolvimento de projetos turísticos através da Secretaria Municipal de Turismo; atua em projetos desde o ano de 1992 nas áreas de turismo rural, turismo de aventura, ecológico, gastronômico, eventos, entre outros. Ao estruturar este projeto turístico “Caminho de São Francisco da Esperança”; abrange-se cerca de 240 agricultores tradicionais que produzem alimentos para sustento familiar, podendo através das ações de capacitação agregar renda da produção primária, promover o intercâmbio cultural, a valorização das práticas rurais, sociais, ambientais e econômicas, além de desenvolver o turismo rural na agricultura familiar.

De forma geral, o objetivo da proposta foi promover ações que vise 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.

Quanto aos objetivos específicos, foi aprimorar o acolhimento rural, buscando a qualidade nos serviços prestados pelos produtores de turismo rural; agregar valor ao produto primário; prevenção do êxodo rural, principalmente dos jovens; melhoria da infraestrutura de transporte, comunicação e saneamento no meio rural; conservação dos recursos naturais e do patrimônio cultural; promoção de intercâmbio cultural e enriquecimento cultural; integração das propriedades rurais e comunidade local; valorização das práticas rurais, tanto sociais quanto de trabalho; resgate da autoestima do camponês e incorporação da mulher ao trabalho remunerado.

Com as ações buscou-se conciliar as práticas de valorização da cultura local, conservação dos recursos naturais na zona rural, evidenciando principalmente o modo de vida no campo, fomentando novas oportunidades de trabalho e renda por meio do associativismo busca empreender e encontrar soluções de forma coletiva para cada empreendedor, procurando o sucesso não apenas do seu estabelecimento, mas de toda a rota turística, formando uma rede produtiva de base comunitária.

## **2 | METODOLOGIA**

A equipe de coordenação do projeto “Caminho de São Francisco da Esperança”, percorreu os 46km de extensão até o Parque Municipal São Francisco, convidando a todos os moradores em torno da estrada principal, Benedita de Paula Louro – Estrada do Guairacá, nas Comunidades Invernadinha, Saltinho, Matinho, Guairacá e São Francisco para participar da primeira reunião que aconteceu em 2018, apresentando as propostas e as ações de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento turístico do local.

A divulgação da reunião foi através de convites entregues de casa em casa, cartazes colocados nas igrejas e comunicado nos avisos paroquiais, avisos verbais e entrega de convites na escola pertencente a comunidade local, além de divulgação em mídias digitais e as reuniões aconteceram no salão paroquial das comunidades.

Foi apresentado através de slides o projeto as propostas de políticas públicas voltadas à construção com a comunidade para fomentar a rota de Turismo Rural “Caminho de São Francisco da Esperança”, no qual a Secretaria de Turismo e Agricultura, juntamente com os parceiros do projeto, participariam da apresentação das propostas, juntamente com a comunidade interessada (quadro 1).

**PROJETO CAMINHO DE SÃO FRANCISCO DA ESPERANÇA**

<b>Ações</b>	<b>Objetivo da ação</b>	<b>Setor Responsável</b>
Criação de Lei e elaboração de termos de cooperação técnica e convênios comprometendo a promover ações integradas.	Promover ações integradas que visem planejamento, à estruturação e a implementação de políticas públicas para turismo rural que possibilite o desenvolvimento local e regional.	Executivo, legislativo, Secretaria de Administração, Procuradoria, Planejamento, Finanças, Turismo, Emater, Senar, faculdade Guairacá e demais parceiros.
Capacitação dos produtores de turismo	Qualificar os serviços turísticos	SENAR e demais parceiros
Identificação das potencialidades da propriedade	Aproveitamento do espaço	Faculdade Guairacá Curso administração
Associação dos produtores de turismo	Fortalecimento da rota turística.	Secretaria de Turismo e os envolvidos
Mapas, sites, divulgação e demais serviços de tecnologias da informação	Propagar e divulgar a rota para mundo.	Faculdade Guairacá Curso de análise de sistema e Secretaria de comunicação Social.
Sinalização turística da rota e das propriedades inseridas no projeto	Oferecer visualização e informação turística para a população interessada.	Secretaria de Turismo, Procuradoria, Trânsito e Obras.
Promover cursos de especialização para produção de artesanatos da comunidade local e da rota turística	Agregar renda e valorização da cultura local.	Secretaria de políticas públicas para mulher e Secretaria da Educação.
Promover cursos, voltados a demanda da comunidade para o desenvolvimento turístico local	Preparar os produtores de turismo para os avanços da modernidade atual.	Senar, Secretaria de Turismo, Unicentro e Emater.
Manejo de espécies exóticas as margens da estrada.	Enriquecer a variedade de espécies nativas.	Secretaria de Turismo, Meio Ambiente, Obras e SURG.
Plantio de flores nativas e arvores floríferas em todo o percurso de 46km * 2 = totalizando 92km	Um caminho com flores e arvores floríferas, além de trazer benefícios para o meio ambiente, e para a fauna, proporciona o bem-estar pessoal, a reflexão sobre a vida, como também fortalece a rota como mais um atrativo visual turístico.	Secretaria de Meio Ambiente, Turismo, Obras e SURG.
Assistência técnica na transformação do produto	Agregar maior renda, transformando a matéria prima em produção final para o consumo.	Secretaria de Agricultura, e EMATER
Assistência técnica no sistema de produção de fruticultura.	Agregar renda e potencializar o espaço de produção na variedade de produtos para oferta turística e atender o mercado interno.	Secretaria de Agricultura e EMATER
Assistência técnica no setor gastronômico, na elaboração de pratos típicos regionais.	Valorização da gastronomia local	Faculdade Guairacá – Curso de Gastronômica
Assistência técnica na proteção de nascentes, e sistemas para captar água.	Viabilidade econômica Proteção e conservação do meio ambiente.	Secretaria de Meio Ambiente, EMATER e UNICENTRO.
Assistência técnica para produção de projetos, para captar recursos e financiamentos.	Melhorar as estruturas existentes e oferecer maior qualidade nos serviços ofertados	Secretaria de Agricultura, e EMATER,

Articular viagens técnicas para os produtores do projeto.	Apresentar rotas que oferecem serviços de qualidade, afim de recolher exemplos para implantar na rota.	Secretaria de desenvolvimento econômico e inovação e Turismo.
Implantação da Estátua do Santo (São Francisco) na rotatória do principal acesso para a rota.	Atribuir visibilidade da rota e proporcionar impacto visual para as pessoas que passam no local.	Secretaria de Turismo, Planejamento, obras, e Habitação e Urbanismo.
Ações de manejo e gestão de resíduos sólidos e fortalecimento da Gestão Ambiental Local	Conscientização da importância da gestão de resíduos	Secretaria de Meio Ambiente, e Turismo.
Identificar espécies da fauna e flora local nas propriedades.	Estimular o passeio em trilhas ecológicas, juntamente com a educação ambiental.	Faculdade Guairacá – Curso de ciências biológicas, Secretaria de Meio Ambiente.
Incentivar atividades de aventura nas propriedades	Diversificar o espaço e manter o turista por mais tempo no local.	Secretaria de Turismo, e Esportes.
Implantação de pedra irregular nos 6 km até o Parque Municipal São Francisco	Melhoria na mobilidade e qualidade nos serviços	Secretaria de Obras, SURG, Administração, Meio Ambiente.

Quadro 1) Ações propostas no Projeto Caminho de São Francisco da Esperança.

Ao final das reuniões periódicas foi destinado o dia 12 de junho de 2018 (imagem 1), para todos os interessados na proposta de desenvolvimento turístico levassem suas demandas à Secretaria Municipal de Turismo e o que eles gostariam de oferecer como serviços turísticos para o projeto. Os integrantes do projeto serão chamados de “PRODUTORES DE TURISMO”, conforme plano de fortalecimento do Turismo, desenvolvido pelo Governo do Paraná, o “Masterplan Paraná Turístico 2026”.



Imagem 01 – Representa o primeiro encontro dos produtores rurais.

Os interessados compareceram com suas propostas para integrar o projeto, e a partir das demandas de cada um, inicia-se o trabalho de desenvolvimento da rota turística ‘Caminho de São Francisco de Esperança, juntamente com os parceiros, diretos e indiretamente envolvidos. A proposta inclui fortalecer o diálogo com as famílias, com a finalidade de construir as ações práticas juntos.

As parcerias do projeto foram as Secretarias do Município de Guarapuava, PR; SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural), Faculdades Guairacá, EMATER - (Instituição Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural) E UNICENTRO (Universidade do Centro Oeste do Paraná). Os empreendedores recebem capacitações em parceria com diversas instituições.

### **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Perfil socioambiental de Guarapuava, PR**

O município de Guarapuava está localizado na Região sul do Brasil, no Centro-Sul do Estado do Paraná, fazendo parte de um entroncamento rododferroviário de importância nacional denominado “Corredor do Mercosul”, entre os municípios de Foz do Iguaçu e Curitiba, situado às margens da BR 277, principal rodovia da cidade, que liga o Porto de Paranaguá ao Paraguai e à Argentina.

Sua população estimada é de 180.334 habitantes (IPARDES, 2020). O município é considerado um polo regional de desenvolvimento no setor agropecuário, se destacando no cultivo da cevada, matéria prima que origina o malte, no qual é responsável pela maior maltaria da América Latina, produzindo 20% do malte brasileiro.

O município é servido por duas ferrovias, operado pela ALL e pela Ferroeste, que interliga o Porto à região oeste. Conta com o aeroporto Tancredo Thomaz de Faria, readequado para receber a aeronave ATR 72-600, da companhia aérea Azul, com capacidade para 70 passageiros, que ligará o município a mais de 100 destinos do Brasil, está associado ao Plano Nacional de Aviação Civil Regional, no qual Guarapuava está entre os municípios prioritários no Paraná.

O município de Guarapuava é o maior território do Estado do Paraná, com área de 3. 178,659 km<sup>2</sup>, com altitudes entre 1000 a 1100m, seus aspectos ambientais possuem uma diversidade de atributos naturais como rios, florestas, lagos, com mais de 95 saltos e cachoeiras catalogadas, que vão de 10m a 196m de altura, tornando assim um importante potencial turístico da região. Guarapuava está localizada no terceiro planalto paranaense no reverso da escarpa basáltica da Serra da Esperança, em uma paisagem com relevo suavemente ondulada, com campos limpos.

Segundo IAPAR (2000), considera o clima regional pela classificação Köppen como Cfb – Clima temperado propriamente dito, temperatura média no mês mais frio abaixo de

18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca ao longo do ano. O clima pode ser considerado como subtropical mesotérmico – úmido.

Pertencente a Floresta Ombrófila Mista, segundo Roderjan et al, 2002; é caracterizada como unidade fito ecológica onde se contempla a coexistência de representantes das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira), em marcada relevância fisionômica de elementos Coniferales e Laurales, onde domina Araucária angustifolia espécie gregária de alto valor econômico e paisagístico.

A geologia da APA da Serra da Esperança, onde o Parque São Francisco pode ser observado rochas da Formação Serra Geral (basaltos e derivados) e secundariamente siltitos e arenitos das Formações Piramboia/Botucatu, além de porções menos significativas das Formações Teresina e Rio do Rastro.

No perímetro urbano, parques e praças destacam uma riqueza cultural diversificada, exibindo casarões antigos, igrejas, capelas e museus, no qual relatam um pouco da história e origem do Município, destacando a confluência de pessoas de várias origens étnicas. Essas potencialidades de Guarapuava, estimula a expansão do desenvolvimento do turismo sustentável, seja ele nas modalidades de: turismo rural, ecológico, de aventura, gastronômico, religioso, cultural, de negócios entre outros.

Guarapuava-PR possui uma economia baseada no setor agropecuário, onde cerca de 3.403 agricultores, deste 78%, ou seja, 2.683 são agricultores familiares são responsáveis por 75% da produção de alimentos da cesta básica (feijão, milho, leite, mandioca, frutas e verduras). Este projeto de turismo rural tem capacidade para trabalhar com 12 comunidades rurais, cerca de 300 famílias, ou seja 8% dos agricultores rurais de pequenas áreas.

## **3.2 Turismo e espaço rural**

A pluriatividade do espaço rural permite reconceituar às propriedades como uma unidade de produção e reprodução, aquela está diretamente ligada a uma série de atividades produtivas, que podem agregar valor ao produto produzido de forma artesanal. As propriedades não agrícolas são unidades que alocam trabalho em diferentes atividades, essa interdependência em integrar o turismo rural, com a produção da propriedade agrícola, e não agrícola promove a geração de renda adicional das famílias do campo, estimula a valorização do sentimento de pertença daquela comunidade, instiga o resgate da autoestima do campesino, fortalece o enriquecimento cultural, gastronômico.

O turismo promove a diversificação do espaço rural, causando a redução do significativo êxodo rural, surgindo novas oportunidades de negócios, gerando desenvolvimento econômico familiar, envolvimento dos demais membros da família, promove a valorização dos espaços verdes, favorece o reconhecimento da gastronomia do campo, como consequências ocorre o desenvolvimento econômico, social, ambiental, cultural e

religioso, além de evidenciar a conservação do meio ambiente com o desenvolvimento sustentável.

O turismo rural traz uma nova perspectiva de pluriatividade do espaço rural onde permite reconceituar às propriedades como uma unidade de produção e reprodução, aquela está diretamente ligada a uma série de atividades produtivas e valores culturais (imagem 2).



Imagem 02 – representa a culinária e a união dos agricultores de turismo.

Essas alternativas são muito importantes para agricultura familiar, especialmente a pequena e média propriedade, pois estimula a mesma a se manter na atividade rural. Sendo assim, o ambiente rural pode ser visto como portador de soluções, onde seu espaço físico diferenciado, e possuidor de características e particularidades distintas, é o lugar visto, onde se vê e se vive as tradições rurais. A ação de políticas públicas voltadas a fortalecer a rota turística do “Caminho de São Francisco da Esperança” fomenta novas oportunidades criando alternativas de agregar renda no campo, fazendo que ocorra permanência do homem no campo.

### 3.3 Resultados concretos

Entre 2018 a 2020 são 27 famílias inseridas no projeto, sendo 5 propriedades recebendo visitantes, com expectativa de mais duas propriedades atenderem até o final de 2020.

Foi constituída uma associação de turismo rural, onde os empreendedores recebem capacitações em parceria com diversas instituições. Além disso, orientação quanto à fixação dos jovens no campo, pensando na sucessão familiar e inclusão da mulher do campo no mercado de trabalho com remuneração.

Foi efetuado o Registro da marca Caminho de São Francisco da Esperança, pelo Instituto Nacional da Propriedade Intelectual – INPI, nº 828080770 e a realização de contrato de negócios. Após a implementação do projeto, o número de pessoas que circulam no caminho vem aumentando significativamente, onde estima-se que 8 mil pessoas visitaram as propriedades que atendem a rota em 2019.

Quanto à infraestrutura, participação e repasse de recursos do Estado para o Parque Municipal São Francisco da Esperança, para viabilização do centro de orientação de visitantes e passarela de vidro (imagem 3). Além disso, viabilidade Financeira de recursos para implantação de sinalização turística da rota. Projeto aprovado na implantação de pedras irregulares no trecho da estrada sem pavimentação de 5 km, que dá acesso ao parque.



Imagem 3) Captação de recursos do Estado do Paraná para revitalização da sede do parque São Francisco.

Entre as ações públicas que visa fortalecer o Caminho de São Francisco da Esperança, algumas delas são promovidas por Instituições privadas, por outro lado outras é de responsabilidade do poder Público Estadual, como a revitalização do Parque Ambiental Municipal São Francisco da Esperança (quadro 2).

<b>PROJETO CAMINHO DE SÃO FRANCISCO DA ESPERANÇA</b>		
<b>ESTRUTURA DO PARQUE</b>		
<b>Ações</b>	<b>Objetivo da ação</b>	<b>Setor responsável</b>
Articulação e agilidade para concretizar os documentos legais em nome do município de Guarapuava.	Oferecer segurança jurídica e a legalidade das ações desenvolvidas, através da destinação de recursos públicos	Procuradoria, Administração, Turismo e Meio ambiente.
Elaboração do Plano de manejo do Parque	Orientação da legalidade de atividades e ações desenvolvidas dentro do parque	Secretaria de Meio Ambiente – Unicentro – Secretaria de Turismo.
Implantação, Ampliação e melhoria da estrutura do restaurant, dos banheiros, sala atendimento ao turista, da capela ecumênica, do estacionamento, do parque de recreação e cemitério indígena.	Qualidade de atendimento ao turista e visitante.	Secretaria de Turismo, administração, Meio Ambiente, de desenvolvimento econômico e inovação, Planejamento, Obras, Habitação e Esportes.
Elaboração de concessões do Parque	Qualidade no atendimento e serviços	Procuradoria – Secretaria de Administração e Turismo
Implantação de sistema informatizado de quantidade de visitantes no parque	Conhecimento estatístico para obtenção de recursos federais, estaduais ou outros.	Secretaria de desenvolvimento econômico e inovação – comunicação – administração, planejamento e turismo
Instalação de sala de vídeos com temas ambientais da fauna e flora local	Aprendizagem e conhecimento do ambiente	Secretaria de Meio Ambiente e Turismo
Identificação de espécies da flora e fauna, e divulgação através de placas instalada no parque	Transmitir ao visitante o conhecimento do bioma local, da flora e fauna, através da educação ambiental.	Secretaria de Meio Ambiente
Reestruturar as trilhas existentes, e implantar novas trilhas de acesso, com segurança para locomoção nas principais cachoeiras.	Favorece a Mobilidade das pessoas e estimula a visitação em um ambiente agradável.	Secretaria de Meio Ambiente, Turismo, Obras, SURG, esportes e Habitação.
Gestão de Recursos hídricos, ambientais e resíduos	Proteção ambiental, conforme legislações vigentes.	Secretaria de Meio Ambiente e Saúde

Quadro 2) Ações propostas no Parque Municipal São Francisco da Esperança.

O Parque é o grande chamariz para o turismo regional com uma área de 35 alqueires, cachoeiras gigantes de beleza cênica, uma delas e o maior do Sul do Brasil, sendo o mais conhecido “Salto São Francisco”, com sua exuberante queda de água de 196m de altura.



Figura 3) Salto São Francisco, Guarapuava, PR.

Quanto à tecnologia, ampliação na capacidade de rede de telefonia, mudança de equipamento de 5w para 40w e ativação da tecnologia 4G na região, através de concessão da empresa TIM S/A, no distrito do Guairacá, que abrange parte da região do projeto.

O projeto ganhou reconhecimento a nível nacional, ficando em 3º lugar na categoria de Turismo de base local (imagem 04).



Imagem 04) Premiação do projeto Caminho de São Francisco da Esperança – Prêmio Nacional de Turismo 2019.

Estão previstos a instalação do “Marco da Rota” tratando-se da instalação de um monumento do Santo São Francisco, em uma base de concreto de 8 metros de altura, localizado na principal rotatória de acesso ao roteiro, na estrada principal, sendo o ponto estratégico para a visualização de passageiros que transitam a BR 277, uma das rodovias mais movimentadas do Sul do Brasil, que faz ligação entre a capital Paranaense e foz do Guaçu, um dos destinos mais visitados do mundo.

Além disso, portais de sinalização turística que consistem de portais de identificação das propriedades rurais que fazem parte do projeto de turismo Caminho de São Francisco da Esperança, qual é descrito o nome da propriedade e as atividades desenvolvidas.

Os efeitos multiplicadores são inúmeros, temos a destacar as melhorias da infraestrutura das propriedades, abertura de empresas tanto de propriedades rurais, como agências de turismo que buscam negociar pacotes turísticos, aumento da renda da propriedade e melhor aproveitamento da mão de obra, até então ociosa. Vizinhos observando as mesmas possibilidades de renda que até então não era visível.

Moradores ao longo do projeto se sentindo valorizados com a possibilidade de ter uma atividade junto a sua família sem sair da própria propriedade. Os guarapuavanos, turistas e visitantes, recebendo um roteiro completo de lazer em meio à natureza, e a culinária do campo, sendo destacada. Oportunidade de regularização do produto, por meio de técnicos

#### **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este projeto visou fomentar o turismo rural, nas propriedades da estrada rural que leva até o Salto São Francisco, uma das maiores cachoeiras da América Latina, com altura de 196m, gerando uma nova economia local para os produtores rurais e oferecer aos turistas alternativas atrativas ao longo do caminho, com a perspectiva da permanência e constância dessa atividade nas propriedades rurais, oferecendo opções turísticas de qualidade, gerando renda ao agricultor e valorizando a cultura rural local.

O trabalho desenvolvido a partir das ações planejadas está contribuindo com resultados positivos para uma nova forma de se viver o rural, com isso desperta o interesse para novas famílias aderirem ao projeto e colaborar com o desenvolvimento de uma das regiões mais pobres de Guarapuava. Sabemos que a continuidade das ações é um dos maiores desafios, através dos riscos identificados como a falta de comprometimento dos empreendedores ao longo do tempo, ausência de visão associativista e de futuro, falhas na coordenação e nas ações de políticas públicas versus parcerias privadas para o desenvolvimento do local.

## REFERÊNCIAS

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARAPUAVA. Conhela Guarapuava. Disponível em : <http://www.guarapuava.pr.gov.br/turista/sobre-guarapuava>, acessado em 05 de outubro de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Guarapuava Panorama. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/guarapuava/panorama>, acessado em 05 de outubro de 2020.

Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER. Disponível em: <http://www.emater.pr.gov.br>, acessado em 05 de outubro de 2020.

Governo do Estado do Paraná. Paraná Turismo. Disponível em: <http://www.turismo.pr.gov.br/modules/turista-pt>, acessado em 05 de outubro de 2020.

[http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o\\_ministerio/publicacoes/downloads\\_publicacoes/Turismo de basecomunitaria.pdf](http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o_ministerio/publicacoes/downloads_publicacoes/Turismo_de_basecomunitaria.pdf), acessado 23 de outubro de 2019.

VII CITURDES Congresso Internacional sobre Turismo rural e agricultura familiar: iniciativas e inovações. Anais VII – CITURDES, Editora FACOS: UFSM 2010. Disponível em: <https://document.onl/documents/anais-do-vii-congresso-internacional-sobre-o-citurdess-tem-trazido-grande-contribuicao.html> , acessado em 05 de outubro de 2020.

IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná**. Versão 1.0. Londrina: IAPAR, 2000.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUN I YOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência Ambiente**, Santa Maria RS n.24, p. 75 92, jan./jun. 2002.

THOMAZ, E. L. VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava-PR** Guarapuava: UNICENTRO. 2003.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA** - Professor do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES. Doutor em Geografia (2017) pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, com período sanduíche na Universidade de Cabo Verde - Uni-CV. É Licenciado (2012) e Mestre (2014) em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Foi bolsista de Iniciação Científica com o projeto Megageomorfologia e Geomorfologia Costeira do Nordeste Setentrional Brasileiro (Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande Norte e Paraíba), com ênfase nos estudos sobre geomorfologia fluvial no sertão de Crateús e áreas adjacentes. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, na modalidade Apoio Técnico (AT). É pesquisador do Laboratório de Geomorfologia da UNIMONTES, atuando principalmente na área da geografia física com ênfase em geomorfologia, mapeamento geomorfológico e análise ambiental em áreas degradadas/desertificadas.

## 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**