

GEOCIÊNCIAS:

A história da terra



Luis Ricardo Fernandes da Costa
(Organizador)

Atena
Editora

Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

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

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-120-3

DOI 10.22533/at.ed.203210106

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

CDD 550

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

Luis Ricardo Fernandes da Costa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

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

Lorena Tuane Gomes de Almeida

Sidney Gonçalo de Lima

DOI 10.22533/at.ed.2032101061

CAPÍTULO 2..... 15

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

Natalia Fedorova

Vladimir Levit

Ana Paula Lopes da Silva

Jorge Luiz Lopes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.2032101062

CAPÍTULO 3..... 30

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

Wallace Maciel Pacheco Neto

DOI 10.22533/at.ed.2032101063

CAPÍTULO 4..... 43

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

Priscila dos Santos Ribeiro

Juliana Cristina Silva do Nascimento

Fernando Bosco de Sousa Melo

Luciano André Barbosa da Silva

Paulo Rick Soares Rodrigues

Emily Amaro Pires

Davi Miranda Costa

Matheus Henrique Melo Farias

Laura Carolina Trindade Santos

Luan Bezerra Moreira dos Santos

Jordana do Socorro Silva do Nascimento

Talleson Gabriel Andrade dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.2032101064

CAPÍTULO 5..... 58

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

Shaiely Fernandes dos Santos

César Augusto Moreira

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

CAPÍTULO 6..... 76

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

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

DOI 10.22533/at.ed.2032101066

CAPÍTULO 7..... 93

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

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

DOI 10.22533/at.ed.2032101067

CAPÍTULO 8..... 99

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

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

DOI 10.22533/at.ed.2032101068

CAPÍTULO 9..... 109

COMPARAÇÃO ENTRE OS INTERPOLADORES DO ARCGIS -PRO PARA DADOS GRAVIMÉTRICOS

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

DOI 10.22533/at.ed.2032101069

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

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

CAPÍTULO 15..... 167

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

Marcelo Mendes
Maria Ligia Cassol-Pinto

DOI 10.22533/at.ed.20321010615

CAPÍTULO 16..... 180

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

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

DOI 10.22533/at.ed.20321010616

CAPÍTULO 17..... 198

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

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

DOI 10.22533/at.ed.20321010617

SOBRE O ORGANIZADOR..... 212

ÍNDICE REMISSIVO..... 213

CAPÍTULO 1

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

Data de aceite: 21/05/2021

Data de submissão: 26/03/2021

Lorena Tuane Gomes de Almeida

Programa de Pós-Graduação em Química-PPGQ, Centro de Ciências da Natureza-CCN, Universidade Federal do Piauí-UFPI
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/7505926250231164>

Sidney Gonçalo de Lima

Programa de Pós-Graduação em Química, Laboratório de Geoquímica Orgânica, Centro de Ciências da Natureza-CCN, Universidade Federal do Piauí-UFPI. Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/1655930426274093>

RESUMO: A Formação Irati (cerca de 1.000.000 km²), faz parte do Grupo Passa Dois e se estende por a maior parte da Bacia do Paraná, foi depositada em ambiente marinho-restrito durante o Cisuraliano, registrando uma sucessão sedimentar mista siliciclástico-carbonática. Biomarcadores ou Fósseis Moleculares, são comumente encontrados em amostras geológicas, sendo considerados produtos derivados de precursores bioquímicos (produto natural) sob processos redox, e são bastante usados para caracterização de amostras geológicas, sobretudo, do paleoambiente deposicional, origem da matéria orgânica (marinha/lacustre), correlacionando a presença de espécies contribuintes de vida extinta e/ou existente na Terra primitiva. Os principais

parâmetros baseados em biomarcadores foram avaliados a fim de correlacionar o paleoambiente deposicional de diferentes estados brasileiros. Análise de componentes principais (PCA) e o gráfico de correlação $P/n-C_{17}$ x $F/n-C_{18}$ permitiram identificar diferenças relacionadas ao ambiente deposicional e contribuição da matéria orgânica. As amostras das regiões sul e sudeste em sua maioria, apresentaram características de matéria orgânica mista (marinha e terrestre), enquanto as amostras do centro-oeste são predominantemente marinhas depositadas em ambiente deposicional anóxico.

PALAVRAS - CHAVE: biomarcadores, ambiente deposicional, Formação Irati, Bacia do Paraná.

THE APPLICATION OF MULTIVARIATED TECHNIQUE (PCA) IN THE DEPOSITIONAL PALEOAMBIENT CORRELATION OF IRATI FORMATION (PARANÁ BASIN) BY BIOMARKERS DATA

ABSTRACT: The Irati Formation (about 1,000,000 km²), is part of the Passa Dois Group and extends over most of the Paraná Basin, was deposited in a marine-restricted environment during the Cisuralian, registering a mixed siliciclastic-carbonate sedimentary succession. Biomarkers or Molecular Fossils, are commonly found in geological samples, being considered products derived from biochemical precursors (natural product) under redox processes, and are widely used for characterization of geological samples, especially from the depositional paleoenvironment, origin of organic matter (marine/lacustrine), correlating the presence of

contributing species of extinct and/or existing life on primitive Earth. The main parameters based on biomarkers were evaluated with the aim of correlate the depositional paleoenvironment of different Brazilian states. Principal component analysis (PCA) and the correlation graph $Pr/n-C_{17}$ vs $Pr/n-C_{18}$ allowed to identify differences related to the depositional environment and contribution of organic matter. The samples from the south and southeast regions showed characteristics of mixed organic matter (marine and terrestrial), while the samples from the midwest region are predominantly deposited in a marine and anoxic depositional environment.

KEYWORDS: biomarkers, depositional environment, Irati Formation, Paraná Basin.

1 | INTRODUÇÃO

Os folhelhos betuminosos da Formação Irati são considerados a rocha geradora mais importante da Bacia do Paraná além de ser considerada a maior reserva de folhelhos betuminosos do Brasil (SILVA, 2007; SCHNEIDER *et al.*, 1974). As diversas litologias que compõem a Formação Irati afloram nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso e Goiás e é composta pela intercalação de rochas carbonáticas e folhelhos negros que apresentam até 30% de matéria orgânica (ANJOS e GUIMARÃES, 2008), propiciando o fenômeno de geração de hidrocarbonetos líquidos.

Fósseis moleculares ou biomarcadores em amostras geológicas são produtos derivados de precursores bioquímicos (produto natural) sob processos redutivos e oxidativos (por exemplo, estigmastano, cujo precursor é o estigmasterol, presente em vegetais superiores). Os biomarcadores têm sido usados na caracterização de amostras geológicas por diversos grupos de pesquisa, sendo associados por exemplo, (a) vida existente e principais espécies contribuintes, e (b) vida extinta, principais espécies contribuintes e alteração geo/hidrotérmica (SIMONEIT, SUMMONS e JAHNKE, 1998). Dados de biomarcadores, geoquímicos e/ou geológicos sobre a Formação Irati, tem mostrado que esta unidade foi depositada em condições de mar restrito, progressivamente mais salino da base para o topo (MARTINS *et al.*, 2020a; MILANI *et al.*, 2007), análises geoquímicas revelam que o teor de carbono orgânico total (COT) nesta formação varia de 0,1 a 23%, com média de aproximadamente 25%, o potencial gerador de hidrocarbonetos (S₂) chega a valores de 100 a 200 mg HC/g de rocha. As análises petrográficas e índices de hidrogênio indicam matéria orgânica predominantemente do tipo I-algálica (ZÁLAN *et al.*, 1990; SILVA, 2007).

No final da última década houve uma grande revolução no mercado energético mundial devido a exploração de oil shales (folhelhos oleígenos) e a crescente produção de petróleo e gás natural oriundos dessas rochas, consideradas sistemas não-convencionais de hidrocarbonetos. Mesmo dependendo da importação de gás natural e derivados do petróleo, no Brasil ainda não há produção significativa de óleo e gás proveniente dos folhelhos (MARASCHIN, 2015), portanto, identificar as ocorrências de folhelhos orgânicos

e seu potencial energético é garantia estratégica para o Brasil.

A estatística multivariada mostra-se como uma poderosa ferramenta para a análise e avaliação de dados. Os métodos estatísticos multivariados e ferramentas de análise estatística multivariada estudam o comportamento de três ou mais variáveis simultaneamente. São utilizados principalmente para encontrar a variável menos representativa e eliminá-la, simplificando modelos estatísticos, em que o número de variáveis se torna um problema para compreender a relação entre os vários grupos de variáveis. As técnicas de análise de agrupamentos, e análise de componentes principais, são técnicas matemáticas, com grande fundamentação na álgebra e na geometria (VICINI, 2005).

O uso da análise estatística multivariada em geoquímica orgânica não é tão comum, no entanto, essa associação pode complementar as informações obtidas pela análise de biomarcadores, bem como facilitar a identificação das unidades quimioestratigráficas em perfis estratigráficos. Portanto, o trabalho tem como objetivo geral utilizar técnicas de análise estatística multivariada a fim de estabelecer correlações geoquímicas e paleoambiente deposicional em amostras de afloramento de diferentes estados brasileiros por meio de dados de parâmetros baseados em biomarcadores analisados na literatura.

1.1 A Bacia do Paraná

Os primeiros estudos sobre a Bacia do Paraná (Figura 1) foram publicados ainda no período do Império Brasileiro, na primeira metade do século XIX, e abordavam principalmente estudos sobre carvão mineral. Durante os anos de 1875 a 1877, as rochas da Bacia do Paraná foram estudadas pela Comissão Geológica do Império do Brasil, constituída pelo Imperador D. Pedro II e coordenada pelo geólogo canadense Charles Frederick Hartt, o enfoque preliminar da comissão era o estudo da Geologia, da Paleontologia e das minas brasileiras (BOSETTI *et al.*, 2007).

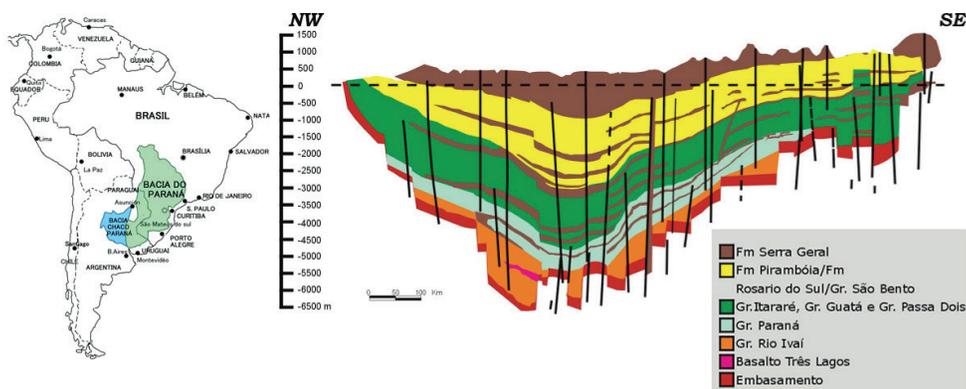


Figura 1. Localização e seção geológica esquemática da Bacia do Paraná.

(Fonte: Modificado de ANP, 2010).

No início do século XX, foi criada a Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil, com o objetivo de avaliar o potencial do carvão mineral nacional que, até aquele momento, era explorado de forma incipiente no Sul do Brasil. O geólogo Israel Charles White; que na época era Geólogo Chefe do West Virginia Geological and Economic Survey, nos Estados Unidos e especialista em carvão mineral; foi contratado para ser o chefe desta comissão. Este trabalho foi desenvolvido entre os anos de 1904 e 1906, e acabou resultando em um vasto acervo de dados sobre os carvões, especialmente os de Santa Catarina, e sobre a estratigrafia e a paleontologia da Bacia do Paraná (BORTOLUZZI *et al.*, 2008).

1.1.1 Características Geológicas da Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná situa-se na parte centro-leste do continente sul-americano, cobrindo cerca de 1.500.000 km², completamente desenvolvida sobre a crosta continental e preenchida por rochas sedimentares e ígneas (ZÁLAN *et al.*, 1990). Foi dividida por Milani e Ramos (1998) em seis superseqüências: 1) Rio Ivaí; 2) Paraná (Devoniano); 3) Godwana I (Carbonífero-Eotriássico); 4) Godwana II (Meso a Neotriássico); 5) Godwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e 6) Bauru (Neocretáceo).

As três primeiras (Rio Ivaí, Paraná e Godwana I) estão associadas a sucessões sedimentares que definem ciclos transgressivo-recessivo ligados a oscilações do mar no período paleozoico enquanto as demais representam a deposição de sedimentos continentais com rochas ígneas associadas (MILANI *et al.*, 2007).

A seqüência mais antiga, Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), foi depositada em um golfo imenso que era preenchido pelas águas do Panthalassa e é constituída por três formações geológicas: Form. Alto Garças que possui espessura máxima de aproximadamente 300 m sendo também a mais antiga; Form. Iapó onde apresenta depósitos relacionados a glaciação Ordoviciano, sendo sobreposta pela formação geológica Vila Maria composta por uma espessa camada argilosa rica em fósseis (BARTORELLI, 2005; MARQUES *et al.*, 2005; MILANI, 2005).

A superseqüência Paraná teve sua origem no período Devoniano, quando a bacia passava por um ciclo transgressivo-regressivo, e compreendem as Formações Furnas e Ponta Grossa, seção predominantemente argilosa e uma das potenciais geradoras de petróleo (MILANI *et al.*, 2007).

Do período Carbonífero superior ao Triássico inferior foram acumulados os sedimentos que formam a seqüência Godwana I que devido ao longo período de deposição possui duas características marcantes: 1) sua porção basal é um importante registro da Glaciação Karoo, cujo pico aconteceu no Carbonífero inferior e a deglaciação no período Carbonífero superior até o Permiano inferior gerou extensos depósitos glaciais; 2) no Permiano médio há o aparecimento da flora *Glossopteris* e com o declínio das condições

glaciais trouxe como consequência direta uma transgressão marinha (LAVINA e LOPES, 1986) e o início da deposição de folhelhos, arenitos e siltitos que constituem as formações Palermo e Tatuí, enquanto a Formação Irati é representada por calcários e folhelhos betuminosos depositados em ambiente marinho restrito (SILVA et al., 2006).

A supersequência Godwana II foi depositada no início do Triássico e possui ocorrências restritas ao território do Rio Grande do Sul e norte do Uruguai, é formada pela deposição de sedimentos de origem fluvial e lacustre, indicando ausência de subsidência durante este período (MILANI, 2005).

A sequência Jurássica-Eocretácica (supersequência Godwana III) compreende o período em que se posicionam os sedimentitos eólicos da Formação Botucatu relacionado à grande desertificação do continente Godwana, e os magmatitos da Formação Serra Geral, associado ao mais volumoso episódio de extravasamento de lavas do planeta resultando no empilhamento de até 2000 m de basalto sobre os sedimentos da Bacia do Paraná (SILVA et al., 2006; MILANI et al., 2007).

A supersequência Bauru corresponde aos grupos Bauru e Caiuá e é constituída por depósitos de arenitos e conglomerados alúvio-fluviais depositados em ambiente continental a desértico, esta sequência ocupou a depressão superficial originada pelos derrames vulcânicos (SILVA et al., 2006).

1.1.2 A Formação Irati

A Formação Irati faz parte do Grupo Passa Dois e se estende por a maior parte da Bacia do Paraná, e durante muito tempo foi considerada como tendo sido depositada durante o Permiano Superior, entretanto, em um estudo mais recente, constatou-se através da datação em zircão de camadas bentônicas a idade de $278 \pm 2,2$ Ma, Artinskiano (Cisuraliano), ou seja, Permiano Inferior (SANTOS et al., 2006). É dividida nos membros Taquaral e Assistência, possui espessura entre 40 e 70 metros, constituída principalmente por folhelhos pirobetuminosos, folhelhos pretos não betuminosos, dolomitos cinzentos alternando com folhelhos escuros, por vezes nodulosos, calcários mais ou menos dolomitizados, siltitos, folhelhos e arenitos finos, cinzentos, arenitos de granulação fina a grossa e conglomerática (MARASCHIN e RAMOS, 2015).

As litologias e estruturas sedimentares que compõem a Formação Irati são interpretadas como tendo sido depositadas em um paleoambiente marinho, caracterizado por um mar epicontinental muito raso, com comunicação restrita com o mar aberto, não havendo grande circulação de correntes, sendo assim, suas águas calmas e estratificadas, onde praticamente não havia mistura de água de fundo com a superficial (termoclima), criando um ambiente sapropélico com condições anóxicas no fundo, onde os folhelhos orgânicos foram formados por deposição pelágica (LAVINA e LOPES, 1986; SOARES, 2003). Eventualmente, ocorriam grandes tempestades nesse mar calmo, registradas na

forma de estruturas sedimentares do tipo *hummocky*, típicas desses eventos (XAVIER, 2014). Essas condições paleoambientais permitiram a deposição dos folhelhos orgânicos que hoje se refletem em interesse econômico, uma vez que essas rochas, presentes na porção sul da bacia, apresentam valores de COT que chegam até 23% e cuja matéria orgânica, predominantemente algal e rica em composição lipídica, com tendência a gerar óleo (MILANI et al., 2006).

Além do interesse econômico, a Formação Irati é amplamente estudada devido ao seu conteúdo fossilífero, composto predominantemente de répteis aquáticos e floras, correlatos com a Formação Whitehill, no sul da África, indicando que, durante o Permiano, estes continentes estiveram unidos por uma mesma massa de terra continental, denominada Supercontinente Gondwana (MARASCHIN e RAMOS, 2015; BARBERENA e TIMM, 2001; GUERRA-SOMMER e CAZZULO-KLEPZIG, 2001). Assim, o seu conteúdo fossilífero é um dos mais fortes indícios para a Teoria da Deriva Continental (MARASCHIN e RAMOS, 2015; WEGENER, 1915). Entretanto, esses fósseis se concentram mais na fácies calcária da formação e não nas fácies pelíticas, onde, juntamente com argilitos e siltitos, estão os folhelhos orgânicos (MARASCHIN e RAMOS, 2015).

As unidades pré-cretáceas da Bacia do Paraná são cruzadas por intrusões ígneas datadas de 138 a 127 Ma causadas pelo Magmatismo Serra Geral (GOMES, 1959). Estudos anteriores mostraram que o calor gerado por *sills* (soleira de diabásio) causou geração síncrona e migração de hidrocarbonetos associados às rochas da Formação Irati, caracterizadas por um sistema de petróleo atípico (ARAÚJO et al., 2000).

2 | METODOLOGIA

A análise multivariada dos dados geoquímicos foi realizada utilizando o programa Origin Pro 2018 (30-day trial) para o processamento dos dados. Quatro parâmetros geoquímicos relacionados ao ambiente deposicional foram utilizados: Pristano/*n*-C₁₇, Fitano/*n*-C₁₈, Pristano/Fitano e Gamacerano/C₃₀-Hopano.

A análise de componentes principais (PCA) foi realizada através de uma matriz de correlação (48 amostras e 4 parâmetros), onde autovalores e autovetores foram extraídos dos dados originais dando origem a novas variáveis (ou componentes principais), as quais formam combinação linear de todas as variáveis independentes.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Biomarcadores são produtos naturais que podem ser associados a uma origem biossintética específica (BROCKS e SUMMONS, 2014), ocorrem como misturas complexas em petróleo, extratos de rochas ou sedimentos (WANG et al., 2007) e possuem pouca ou nenhuma mudança em sua estrutura quando comparado com seu precursor em organismos

vivos (PETERS e MOLDOVAN, 2005a).

Para a análise multivariada utilizando as amostras da Formação Irati foram usados os seguintes parâmetros com base em biomarcadores relacionados ao tipo de ambiente deposicional (Pristano/ n -C₁₇, Fitano/ n -C₁₈, Pristano/Fitano e Gamacerano/C₃₀-Hopano).

Para caracterizar o tipo de matéria orgânica (terrestre, marinha ou lacustre) eram necessários dados de CPI e OEP, mas devido a peculiaridade de cada trabalho, nem sempre esses dados estavam disponíveis.

Foram selecionados dados da literatura de amostras coletadas em afloramentos dos estados de Goiás (Perolândia), Mato Grosso (estrada Barracão-Guiratinga), Paraná (São Mateus do Sul), Santa Catarina (Nova Veneza), Rio Grande do Sul (Cachoeira do Sul e Herval) , São Paulo (Amaral Machado e na Pedreira Partezani). Os dados obtidos se encontram no Quadro 1.

SILVA 2007				
Local	Pr/C₁₇	F/C₁₈	P/F	G/C_{30H}
São Mateus do Sul-PR	2,88	4,35	1,44	0,22
	5,08	6,17	1,67	0,25
Cachoeira do Sul-RS	1,15	1,09	1,39	0
Herval-RS	2,77	3,20	0,75	0,71
Nova Veneza-SC	3,47	3,58	1,46	0,87
	4,74	5,96	1,39	0,86
Perolândia-GO	1,62	8,56	0,38	0,49
Barracão-Guiratinga-MT	1,59	9,12	0,54	0,57
MARTINS et al., 2020b				
Local	Pr/C₁₇	F/C₁₈	P/F	G/C_{30H}
Amaral Machado-SP	2,93	5,49	1,04	0,365
	1,17	1,40	1,09	0,16
	8,95	1,66	2,53	0,102
	2,87	2,84	1,62	0,11
	2,04	2,77	1,21	0,346
	1,14	1,95	1,36	0,146
	2,35	3,63	1,56	0,173
	2,13	6,03	0,62	0,2
	2,89	6,04	0,8	0,204
	1,89	5,46	0,71	0,215
	2,71	7,03	0,86	0,234
	1,82	4,02	0,98	0,256
	2,02	4,11	1,33	0,305
	1,92	3,81	1,47	0,417
	2,38	4,65	1,31	0,471
3,09	5,05	1,72	0,514	

	2,51	5,32	1,81	0,507
	2,65	3,92	1,93	0,491
	2,64	3,44	2,02	0,524
	2,8	2,6	1,95	0,509
	2,68	3,4	1,97	0,474
	3,45	4,09	1,95	0,471
	2,93	3,41	2,02	0,47
	3,32	3,64	2,08	0,438
	3,25	3,51	2,19	0,311
	3,95	5,14	2,22	0,145
	2,99	3,22	2,47	0,078
	3,71	2,57	2,22	0,047
	3,05	2,38	2,00	0,043
	3,49	2,21	2,19	0,039
	2,66	2,16	2,15	0,033
	0,4	0,18	2,64	0,051
	0,37	0,18	2,28	0,044
	0,51	0,25	2,73	0,053
	0,91	0,33	2,85	0,043
	0,64	0,23	2,99	0,034
	0,29	0,29	2,35	0,032
	3,65	11,59	0,72	0,053
	4,18	13,12	0,85	0,062
	3,98	8,8	1,01	0,059

Quadro 1. Dados de parâmetros calculados com base em biomarcadores usados na análise estatística multivariada.

O PCA gerado a partir das amostras provenientes da formação Irati aponta que os dois primeiros componentes principais correspondem a um total de 97,77% da Variância (PC1 = 80,28% e PC2 = 17,49%). Através dos Gráficos de scores (Figura 2) observa-se a maioria das amostras provenientes dos estados que compõem o Sul e o Sudeste brasileiro (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo) agrupam-se em uma mesma região do gráfico, enquanto as duas amostras que representam a região centro-oeste (Goiás e Mato Grosso) ficam logo abaixo, indicando que possuem características similares.

Pristano e Fitano são compostos oriundos da clivagem da cadeia fitil da clorofila presente em organismos fototróficos, sob condições anóxicas a cadeia lateral é clivada produzindo o fitol, que é reduzido a dihidrofitol e posteriormente a fitano. Em condições oxidantes o fitol é oxidado formando o ácido fitênico, descarboxilado a pristeno e então reduzido a pristano. Entretanto, outras fontes destes compostos têm sido relatadas, como os lipídios de arqueobactérias (halofílica ou metanogênica) e o tocoferol (precursor do

pristano), (GOOSSENS et al., 1984; BARRAGAN, 2012).

A relação Pr/F é usada como parâmetro redox na geoquímica orgânica, estes valores são geralmente aplicados para a avaliação da oxidação do ambiente deposicional, apesar das suas muitas limitações, uma vez que pode ser rápida e facilmente medido. Considera-se que os valores destas razões acima de 1,0 indicam o ambiente de deposição óxido, enquanto valores <1,0 indicam condições anóxicas (Didyk et al. 1978).

Apesar de corresponderem a mesma formação, é perceptível que as amostras coletadas na região centro-oeste possuem menores valores para razão Pr/F, variando de 0,38 a 0,54, quando comparado aos valores para a região sul e sudeste (0,75 a 1,67), considerando o trabalho de SILVA (2007). Valores baixos para a razão Pr/F (<0,8) são indicativos de anoxia, que normalmente ocorre em ambientes hipersalinos ou carbonáticos (MCKIRDY et al., 1983).

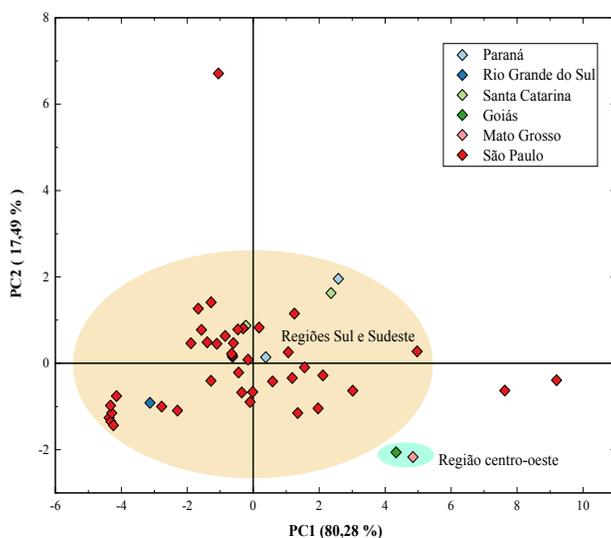


Figura 2. Gráfico dos scores (PC1 vs PC2) para as amostras da Formação Irati.

A relação entre os isoprenóides $P/n-C_{17}$ e $F/n-C_{18}$ pode ser utilizada para inferir o tipo de querogênio e condição redox do ambiente deposicional, de acordo com o gráfico de correlação (Figura 3) as amostras das regiões sul e sudeste em sua maioria, possuem características de matéria orgânica mista (marinha e terrestre), enquanto as amostras do centro-oeste são predominantemente marinhas depositadas em ambiente deposicional anóxico.

Algumas amostras provenientes de São Paulo apresentaram maior contribuição de matéria orgânica terrestre e ambiente deposicional óxido, no entanto é necessário

considerar que elas são provenientes de um perfil estratigráfico de duas pedreiras que possuem intrusões de diabásio e a influência de um fluxo de calor elevado causado por essas intrusões ígneas podem ter afetado as amostras.

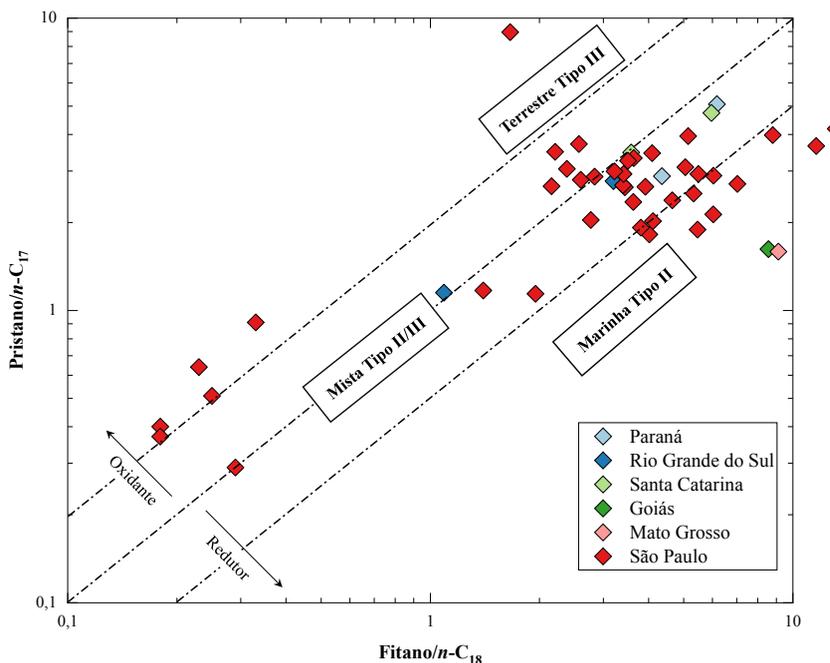


Figura 3. Gráfico de correlação $P/n-C_{17}$ x $F/n-C_{18}$ mostrando a classificação do ambiente deposicional e tipo de matéria orgânica das amostras da Formação Irati.

O gamacerano é um terpano pentacíclico encontrado em grandes quantidades em extratos orgânicos e óleos associados a ambientes salinos (SINNINGHE-DAMSTÉ et al., 1995), algumas evidências indicam que este composto seja proveniente de certos protozoários, bactérias e outros organismos (PETERS e MOLDOVAN, 2005b). Sua origem ainda é incerta, mas pode ser formado pela redução do tetra-himanol (gamacer- 3β -ol), um lipídeo que substitui os esteroides na membrana de certos protozoários. A principal fonte de tetra-himanol aparenta serem ciliados marinhos do tipo *bacteriovorus* (protozoários), os quais ocorrem na interface entre as zonas óxicas e anóxicas em colunas d'água estratificadas (SINNINGHE-DAMSTÉ et al., 1995).

A razão entre gamacerano e C_{30} - $17\alpha(H)$, $21\beta(H)$ -hopano ($G/C_{30}H$), também conhecido como índice de gamacerano, apresentou valores variáveis para as amostras das regiões sul e sudeste (0 a 0,87), o valor máximo da relação $G/C_{30}H$ em São Paulo foi 0,52. Na região centro-oeste, as duas amostras analisadas apresentaram valores médios (0,49 e

0,57). A grande variação dessa relação foi associada à uma diminuição na salinidade e estratificação da coluna de água como resultado da entrada de água doce no ambiente de deposição dos folhelhos da Formação Irati (NASCIMENTO et al., 2021).

4 | CONCLUSÕES

Os principais parâmetros baseados em biomarcadores (Pristano/ $n-C_{17}$, Fitano/ $n-C_{18}$, Pristano/Fitano e Gamacerano/ C_{30} -Hopano) foram avaliados a fim de correlacionar o paleoambiente deposicional de diferentes estados brasileiros.

Apesar de corresponderem a mesma formação, a análise de componentes principais (PCA) e o gráfico de correlação $P/n-C_{17}$ x $F/n-C_{18}$ permitiram identificar diferenças relacionadas ao ambiente deposicional e contribuição da matéria orgânica. As amostras das regiões sul e sudeste em sua maioria, apresentaram características de matéria orgânica mista (marinha e terrestre), enquanto as amostras do centro-oeste são predominantemente marinhas depositadas em ambiente deposicional anóxico.

O índice de gamacerano apresentou valores variáveis para as amostras das regiões sul e sudeste, enquanto as amostras da região centro-oeste ficaram próximas a média. A grande variação desse índice nas regiões sul e sudeste foi associada à uma diminuição na salinidade e estratificação da coluna de água como resultado da entrada de água doce no ambiente de deposição dos folhelhos da Formação Irati (NASCIMENTO et al., 2021).

REFERÊNCIAS

ANJOS, C. W. D.; GUIMARÃES, E.M. Metamorfismo de contato nas rochas da Formação Irati (Permiano), norte do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 4, p.629-641, 2008.

ANP, 2010. **Décima Rodada de Licitações: Bacia do Paraná**. Disponível em: http://rodadas.anp.gov.br/arquivos/Round10/arquivos_r10/seminarios/STA_6_Bacia_do_Parana_portugues.pdf. Acesso em: 13 de março de 2021.

ARAÚJO, L. M., TRIGÜIS, J. A.; CERQUEIRA, J. R.; FREITAS, L. C. S. The atypical Permian petroleum system of the Paraná Basin, Brazil, In M. R. Mello and B. J. Katz, eds., *Petroleum systems of South Atlantic margins: AAPG Memoir*, v. 73, p. 377-402, 2000.

BARBERENA, D.; TIMM, L. L. Características estruturais dos Mesossauros e suas adaptações ao meio aquático. In: Holz, M.; & De Ros, L. F. **Paleontologia do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, CIGO/UFRGS. p.194-209. 2001.

BARRAGAN, O. L. V. Caracterização Geoquímica de Óleos da América Latina. 109 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

BARTORELLI, A. **Origem das grandes cachoeiras do planalto basáltico da Bacia do Paraná: evolução quaternária e geomorfologia**. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, Brasil: Beca, 2005. p. 95-111.

BORTOLUZZI, C. A. et al. Evento White - Edição Comemorativa: 100 anos do Relatório White. In: **44º Congresso Brasileiro de Geologia - Sociedade Brasileira de Geologia**, Núcleo Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. CDD 553.209816, 2008.

BOSETTI, E. P.; PEYERL, D.; HORODYSKI, R. S. E ZABINI, C. Formação Ponta Grossa: História, Fácies e Fósseis. In: I **Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra e III Simpósio Nacional sobre Ensino e Geologia no Brasil**, Anais, Unicamp, Campinas, SP; p. 353-360, 2007.

BROCKS, J. J. e SUMMONS, R. E. **10.3 - Sedimentary Hydrocarbons, Biomarkers for Early Life A2** - Holland, Heinrich D. Treatise on Geochemistry (Second Edition). K. K. Turekian. Oxford, Elsevier: p. 61-103, 2014.

DIDYK, B. M.; SIMONEIT, B. R. T., BRASSELL, S. C.; EGLINTON, G. Organic geochemical indicators of palaeoenvironmental conditions of sedimentation. **Nature**, v. 272, p.216–22, 1978.

GOMES, J. B. P. Algumas observações sobre as intrusões de diabásio na Bacia Sedimentar do Paraná. **Boletim Técnico da Petrobrás**, v. 2, p. 7-12, 1959.

GOOSSENS, H., DE LEEUW, J. W., SCHENCK, P. A.; BRASSELL, S. C. Tocopherols as likely precursors of pristane in ancient sediments and crude oils. **Nature**, v. 312, p. 440-442, 1984.

GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M. As floras gonduânicas do Paleozóico Superior do Rio Grande do Sul. **Paleontologia do Rio Grande do Sul**, Editora da UFRGS, p. 67- 84, 2001.

LAVINA, E. L.; LOPES, R. C. **A transgressão marinha do Permiano Inferior e a evolução paleogeográfica do Supergrupo Tubarão no Estado do Rio Grande do Sul**. Paula Coutiana, Porto Alegre, n. 1, p. 51-103, 1986.

MARASCHIN, A. J.; RAMOS, A. S. Breve Abordagem Histórica sobre o Potencial Energético dos Folhelhos da Formação Irati (Bacia do Paraná) no Estado do Rio Grande do Sul. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, n. 25, p. 174-183, 2015.

MARQUES, L.S.; ERNESTO, M. **O magmatismo toleítico da Bacia do Paraná**. In: MANTESO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; NEVES, B.B.B. (Eds.). Geologia do continente sul americano - evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo, Brasil: Beca, p. 245-263, 2005.

MARTINS, C. M. S.; CERQUEIRA, J.R.; RIBEIRO, H. J. P. S.; GARCIA, K. S.; SILVA, N. N.; QUEIROZ, A. F. S. Evaluation of thermal effects of intrusive rocks on the kerogen present in the black shales of Irati Formation (Permian), Paraná Basin, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v,100, p. 102559, 2020a.

MARTINS; L. L.; SCHULZ, H. M.; RIBEIRO, H. J. P. S.; NASCIMENTO, C. A.; SOUZA, E. S.; CRUZ, G. F. Organic geochemical signals of freshwater dynamics controlling salinity stratification in organic-rich shales in the Lower Permian Irati Formation (Paraná Basin, Brazil). **Organic Geochemistry**, v. 140, p. 103958, 2020b.

McKIRDY, D. M.; ALDRIDGE, A. K.; YPMA, P. J. M. **A geochemical comparison of some crude oils from Pre-Ordovician carbonate rocks**. In: Advances in Organic Geochemistry 1981 (M. Bjorøy, C. Albrecht, C. Cornford, et al., eds.), John Wiley & Sons, New York, pp. 99–107, 1983.

MILANI, E. J. **Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da Bacia do Paraná.** In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; NEVES, B.B.B. (Eds.). Geologia do continente sulamericano - evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo, Brasil: Beca, p. 264279, 2005.

MILANI, E. J.; FRANÇA, A. B.; MEDEIROS, R. A. Rochas geradoras e rochas-reservatório da Bacia do Paraná, faixa oriental de afloramentos, Estado do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 135-162, 2006.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; PAULO ALVES DE SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. In: Cartas Estratigráficas. **Boletim de Geociências**, Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, 2007.

MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. Orogenias Paleozóicas no domínio sul-americano do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 28, n. 4, p-473-484, 1998.

NASCIMENTO, C. A.; SOUZA, E. S.; MARTINS, L. L.; RIBEIRO, H. J. P. S.; SANTOS, V. H.; RODRIGUES, R. Changes in depositional paleoenvironment of black shales in the Permian Irati Formation (Paraná Basin, Brazil): Geochemical evidence and aromatic biomarkers. **Marine and Petroleum Geology**, v. 126, p. 104917, 2021.

PETERS, K. E., WALTERS, C. C.; MOLDOVAN, J. M. **The Biomarker Guide. Biomarkers and Isotopes in the Environment and Human History.** v. 2. Ed 2nd. Cambridge University, 2005b.

PETERS, K. E.; WALTERS, C. C.; MOLDOVAN, J. M. **The Biomarker Guide. Biomarkers and Isotopes in the Environment and Human History.** v.1, Ed. 2nd, Cambridge University Press. 2005a.

SANTOS, R. V.; SOUZA, P. A.; ALVARENGA, C. J. S.; DANTAS, E. L.; PIMENTEL, M. M.; OLIVEIRA, C. G.; ARAÚJO, L. M. Shrimp U–Pb zircon dating and palynology of bentonitic layers from the Permian Irati Formation, Paraná Basin, Brazil. **Gondwana Research**, v. 9, n. 4, p.456-463, 2006.

SCHNEIDER, R. L.; MULHMANN, H.; TOMMASI, E., MEDEIROS, R. A., DAEMON, R. F., NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 28, 1974, Porto Alegre. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v.1, p. 41-65.

SILVA, C. G. A. Caracterização Geoquímica Orgânica das Rochas Geradoras de Petróleo das Formações Irati e Ponta Grossa da Bacia do Paraná. 238 f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SILVA, D. R. A.; MIZUSAKI, A. M.; ANJOS, S. M. C.; CONCEIÇÃO, R. V. O Método Radiométrico Rb-Sr Aplicado em Rochas Sedimentares o Exemplo da Bacia do Paraná, Brasil. **Pesquisa de Geociências**, v. 33, n.1, 83-100, 2006.

SIMONEIT; B. R. T.; SUMMONS, R. E.; JAHNKE, L. L. Biomarkers as Tracers for Life on Early Earth and Mars. **Origins of Life and Evolution of the Biosphere**, v. 28, p. 475–483, 1998.

SINNINGHE DAMSTÉ, J. S.; KENIG, F.; KOOPMANS, M. P. Evidence for gammacerane as an indicator of water column stratification. **Geochimica et Cosmochimica Acta** v.59, n.9, p.1895-1900, 1995.

SOARES, M. B. A taphonomic model for the Mesosauride assemblage of the Irati Formation (Paraná Basin, Brazil). **Geologica Acta**, v. 1, n. 4, p. 349, 2003.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. 1. Ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

WANG, C. YANG, E. A. L. **Petroleum biomarker for oil spill characterization and source identification**. Z. Wang, S. Stout (Eds.), Oil Spill Environmental Forensics, Academic Press, Oxford, 2007.

WEGENER, A. **The origin of continents and oceans**. Courier Corporation, 1915.

XAVIER, P. L. Grandes tempestades na Formação Irati (Permiano inferior) do Rio Grande do Sul: interpretações tafonômicas e Faciológicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

ZÁLAN, P. V.; WOLF, S.; ASTOLFI, M. A.; VIEIRA, I. S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; APPI, V.; SANTOS NETO, E. V.; CERQUEIRA, J. R.; MARQUES, A. The Paraná Basin, Brazil. In: LEIGHTON MW, KOLATA DR, OLTZ DF & EIDEL JJ (Eds.). Interior cratonic basins. **American Association of Petroleum Geologists Memoir**, v. 51: p. 681-708, 1990.

ÍNDICE REMISSIVO

A

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

B

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

C

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

D

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

E

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

F

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

G

Geodésia 100, 110, 158

Gestão ambiental 30

Gravimetria 109

Greenstone Belt Morro do Ferro 116, 117, 118

I

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

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

L

Legislação Ambiental 167, 168, 169

M

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

Morfometria fluvial 167, 174

Movimento Polar 157, 158, 163, 164

Mudanças Climáticas 110, 168, 180, 182

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

P

Planejamento Urbano 199, 203

Plano de Ação 145

R

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

S

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

T

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

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

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

U

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

V

Variável hidrológica 44

GEOCIÊNCIAS:

A história da terra



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

Atena
Editora

Ano 2021

GEOCIÊNCIAS:

A história da terra



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

Atena
Editora

Ano 2021