



**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Nitalo André Farias Machado
Hosana Aguiar Freitas De Andrade
(Organizadores)**

As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes 2



**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Nitalo André Farias Machado
Hosana Aguiar Freitas De Andrade
(Organizadores)**

As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes 2

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
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
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
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
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
 (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C569 As ciências exatas e da terra e a interface com vários saberes 2
 [recurso eletrônico] / Organizadores Raissa Rachel Salustriano
 da Silva-Matos, Nitalo André Farias Machado, Hosana Aguiar
 Freitas de Andrade. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. –
 (As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com Vários
 Saberes; v. 2)

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-85-7247-908-0
 DOI 10.22533/at.ed.080201301

1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Silva-Matos,
 Raissa Rachel Salustriano da. II. Machado, Nitalo André Farias.
 III. Andrade, Hosana Aguiar Freitas de. IV. Série.

CDD 507

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Os grandes avanços tecnológicos e o desenvolvimento no campo das Ciências Exatas e da Terra fizeram com que essa grande área do conhecimento ganhasse uma forte interface com diferentes áreas dos saberes, da agricultura à pedagogia, completando o aspecto da didática-aprendizagem, recursos ambientais e saúde.

O leitor de “As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com Vários Saberes 2” terá oportunidade de conhecer as discussões atuais sobre e profundas relações das Ciências Exatas e da Terra permeando com outras áreas do conhecimento, pois esta obra apresenta uma refinada coletânea de trabalhos científicos relacionados a essa temática.

Portanto, esta obra é direcionada a todos os técnicos, acadêmicos e profissionais das áreas das Ciências Exatas e da Terra e das demais áreas que, por ventura, tenham interesse em contemplar as relações e interface das Ciências Exatas e da Terra. Nesse sentido, ressaltamos a importância desta leitura de forma a incrementar o conhecimento dos nossos leitores.

Desejamos uma ótima leitura.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Nítalo André Farias Machado

Hosana Aguiar Freitas de Andrade

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| A IMPORTÂNCIA DA VERTENTE FRANCESA DIDÁTICA PROFISSIONAL NO CENÁRIO EDUCACIONAL BRASILEIRO | |
| Georgyana Gomes Cidrão Italândia Ferreira de Azevedo Francisco Régis Vieira Alves Maria Cleide da Silva Barroso | |
| DOI 10.22533/at.ed.0802013011 | |
| CAPÍTULO 2 | 10 |
| ALTERAÇÕES ESPAÇO-TEMPORAIS NA PLANÍCIE FLÚVIO-MARINHA DO RIO ACARAÚ ENTRE OS ANOS 1993 E 2016 | |
| Francisco Oricélio da Silva Brindeiro Antônio Rodrigues Ximenes Neto Brígida Miola Rocha Francisco José Maciel de Moura Jader Onofre de Moraes | |
| DOI 10.22533/at.ed.0802013012 | |
| CAPÍTULO 3 | 16 |
| APLICAÇÃO DE CONTORNOS ATIVOS NA EXTRAÇÃO DE FEIÇÕES EM IMAGENS LANDSAT 8 E CBERS 4 | |
| Cleberton Reiz Rodrigo Bruno Zanin Erico Fernando de Oliveira Martins Jordan Luiz Dourado Filgueiras Jader Willian Evaristo | |
| DOI 10.22533/at.ed.0802013013 | |
| CAPÍTULO 4 | 22 |
| AVANÇOS RECENTES NA OXIDAÇÃO DE ÁLCOOL BENZÍLICO SOBRE CATALISADORES DE OURO E PALÁDIO | |
| Wiury Chaves de Abreu Jean Claudio Santos Costa Carla Verônica Rodarte de Moura Edmilson Miranda de Moura | |
| DOI 10.22533/at.ed.0802013014 | |
| CAPÍTULO 5 | 37 |
| DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA PROFISSIONAIS DE FÍSICA MÉDICA | |
| Eduardo Rossato Alessio Mateus Padoin Brutti Francine Kohls Schumacker Gustavo Stangherlin Cantarelli Ana Paula Schwarz | |
| DOI 10.22533/at.ed.0802013015 | |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 6 | 46 |
| ELETRODEPOSIÇÃO DE FILMES DE POLIANILINA EM METAIS OXIDÁVEIS A PARTIR DE MEIO AQUOSO CONTENDO ÁCIDO METANOSULFÔNICO | |
| David Alexandro Graves Andrea Santos Liu Liu Yao Cho | |
| DOI 10.22533/at.ed.0802013016 | |
| CAPÍTULO 7 | 58 |
| ENSINO DAS GEOCIÊNCIAS NO LABORATÓRIO DE PEDOLOGIA E GEOLOGIA DA UNIOESTE, <i>CAMPUS</i> DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON | |
| Oscar Vicente Quinonez Fernandez | |
| DOI 10.22533/at.ed.0802013017 | |
| CAPÍTULO 8 | 70 |
| ENSINO DE ASTRONOMIA E TEORIA QUÂNTICA USANDO O FUNCIONAMENTO DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE | |
| Márcio Francisco dos Santos Carolina Marla Rodrigues Vanessa Aparecida Ferreira | |
| DOI 10.22533/at.ed.0802013018 | |
| CAPÍTULO 9 | 82 |
| ESTUDO DA SÉRIE DE TAYLOR E APLICAÇÃO | |
| Jociléa Rodrigues Cardoso José Francisco da Silva Costa Anildo das Chagas Dias Nayara dos Santos Rodrigues Raimundo das Graças Carvalho de Almeida Reginaldo Barros Genivaldo Passos Correa | |
| DOI 10.22533/at.ed.0802013019 | |
| CAPÍTULO 10 | 108 |
| ESTUDO DO MÉTODO DE EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS DE CARNE BOVINA (<i>BOS TAURUS</i>), UTILIZANDO PLANEJAMENTO FATORIAL E METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA | |
| Jane Kelly Sousa de Brito Tiago Linus Silva Coelho Darlisson Slag Neri Silva Jardes Figueredo Rego Naise Mary Caldas Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.08020130110 | |
| CAPÍTULO 11 | 121 |
| FERRAMENTA DE REALIDADE AUMENTADA UTILIZANDO KINECT PARA ESTUDOS TOPOGRÁFICOS | |
| Bruno dos Santos Belaguarda Alessandro André Mainardi de Oliveira Gustavo Stangherlin Cantarelli Guilherme Chagas Kurtz | |

DOI 10.22533/at.ed.08020130111

CAPÍTULO 12 135

FITÓLITOS DE PLANTAS E SOLOS DA MATA ATLÂNTICA NA ILHA GRANDE, RIO DE JANEIRO

Heloisa Helena Gomes Coe
Yame Bronze Medina Ramos
André Luiz Carvalho da Silva
Emily Gomes
Leandro de Oliveira Furtado de Sousa
Kita Damasio Macario
Raphaella Rodrigues Dias

DOI 10.22533/at.ed.08020130112

CAPÍTULO 13 149

MANUAL DE PROTEÇÕES SOLARES: AUXILIO NO ENSINO DE CONFORTO AMBIENTAL

Yuri Viana Loiola
Flora Mendes Araújo Lima

DOI 10.22533/at.ed.08020130113

CAPÍTULO 14 155

MODELAGEM FENOMENOLÓGICA E OTIMIZAÇÃO DE UM SECADOR DE CAFÉ ROTATIVO

Uilla Fava Pimentel
Gildeir Lima Rabello
Willian Melo Poubel

DOI 10.22533/at.ed.08020130114

CAPÍTULO 15 162

PRAIAS ABRIGADAS NO LITORAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Ana Beatriz Pinheiro
André Luiz Carvalho da Silva
Maria Augusta Martins da Silva
José Antonio Baptista Neto
Carolina Pereira Silvestre
Jessyca dos Santos Araújo
Valéria Cristina Silva Pinto

DOI 10.22533/at.ed.08020130115

CAPÍTULO 16 176

PROCESSO DE MODELAGEM PARA FORMAÇÃO DA BASE DE DADOS ACÚSTICOS PARA O MAPEAMENTO DE RUÍDO DE SINOP-MT

Priscila Maria Gonçalves Guilherme
Cristiane Rossatto Candido
Emília Garcez da Luz
Érika Fernanda Toledo Borges Leão

DOI 10.22533/at.ed.08020130116

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 17 | 190 |
| PROTEÇÃO DA LIGA DE ALUMÍNIO 2024 CONTRA CORROSÃO POR FILMES DE POLIPIRROL ELETRODEPOSITADOS EM MEIO DE LÍQUIDO IÔNICO | |
| Julio Cesar Verli Chagas Andrea Santos Liu | |
| DOI 10.22533/at.ed.08020130117 | |
| CAPÍTULO 18 | 194 |
| REFLEXÕES PROJETUAIS: O CASO DA DISCIPLINA DE CONFORTO AMBIENTAL | |
| Yuri Viana Loiola Thais Carvalho Cardoso Ana Paula Nogueira Vidal Menezes Ana Caroline de Carvalho Lopes Dantas Dias | |
| DOI 10.22533/at.ed.08020130118 | |
| CAPÍTULO 19 | 198 |
| USO DO MIRITI COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE ANÁLISE COMBINATÓRIA | |
| Anildo das Chagas Dias Jociléa Rodrigues Cardoso José Francisco da Silva Costa Nayara dos Santos Rodrigues Raimundo das Graças Carvalho de Almeida Reginaldo Barros Genivaldo Passos Correa | |
| DOI 10.22533/at.ed.08020130119 | |
| CAPÍTULO 20 | 219 |
| VARIABILIDADE MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA DA PRAIA DO BALBINO, CASCAVEL – CEARÁ | |
| Francisco Oricélio da Silva Brindeiro Filipe Maciel de Moura Francisco José Maciel de Moura Jader Onofre de Moraes | |
| DOI 10.22533/at.ed.08020130120 | |
| SOBRE OS ORGANIZADORES..... | 227 |
| ÍNDICE REMISSIVO | 228 |

FITÓLITOS DE PLANTAS E SOLOS DA MATA ATLÂNTICA NA ILHA GRANDE, RIO DE JANEIRO

Data de aceite: 10/12/2019

Heloisa Helena Gomes Coe

Faculdade de Formação de Professores da UERJ,
Departamento de Geografia; São Gonçalo - RJ

Yame Bronze Medina Ramos

Programa de Pós-graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra, Departamento de Geologia,
Universidade Federal Fluminense; Niterói - RJ

André Luiz Carvalho da Silva

Faculdade de Formação de Professores da UERJ,
Departamento de Geografia;
São Gonçalo - RJ

Emily Gomes

Faculdade de Formação de Professores da UERJ, Departamento de Ciências Biológicas; São Gonçalo - RJ

Leandro de Oliveira Furtado de Sousa

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
Universidade Federal Rural do Semi-árido;
Mossoró – RN

Kita Damasio Macario

Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense; Niterói - RJ

Raphaella Rodrigues Dias

Programa de Pós-graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra, Departamento de Geologia,
Universidade Federal Fluminense; Niterói – RJ

RESUMO: Este estudo objetivou contribuir para o conhecimento das condições ambientais

da Ilha Grande no Holoceno, usando como indicadores os fitólitos e os isótopos do carbono. Na Ilha Grande, maior ilha do litoral do estado do Rio de Janeiro, predomina a vegetação de Mata Atlântica, com florestas, restinga e vegetação de afloramentos rochosos. Foram estabelecidas inicialmente as coleções de referências modernas de assembleias fitolíticas de plantas e solos, para posterior comparação com assembleias fósseis. Foram analisadas 28 plantas de diferentes famílias, 5 assembleias modernas de solo e 5 amostras retiradas de um perfil de solo. Os fitólitos das plantas foram extraídos por via ácida e os de solo por eliminação de carbonatos, matéria orgânica, óxidos de ferro e por separação densimétrica. As análises fitolíticas indicam que nos últimos 4.000 anos cal AP a vegetação da Ilha Grande foi predominantemente arbórea; resultado corroborado pelas análises de isótopos estáveis de Carbono, que mostraram predomínio de plantas do tipo C3. Não foram observadas grandes mudanças nas características das formações vegetais em relação às atuais, com predomínio da floresta ombrófila, demonstrando um padrão bioclimático semelhante ao atual e evidenciando que a cobertura vegetal da Ilha Grande tem mantido uma condição de equilíbrio com as características climáticas e edáficas da região neste período. Os fitólitos das assembleias fósseis se encontram

profundamente alterados, como resultado da intensidade dos processos erosivos na região, relacionados à elevada pluviosidade e gradiente do relevo.

PALAVRAS-CHAVE: reconstituição paleoambiental; bioindicadores; Mata Atlântica.

PHYTOLITHS OF PLANTS AND SOILS IN THE ATLANTIC FOREST OF ILHA GRANDE, RIO DE JANEIRO

ABSTRACT: This study aims to contribute to the knowledge on environmental conditions on Ilha Grande during the Holocene, using phytoliths and carbon isotopes as proxies. Ilha Grande, the largest island on the coast of the state of Rio de Janeiro, has a predominant vegetation of Atlantic Forest, with forests, “restinga” and rocky outcrop vegetation. Modern reference collections of phytolith assemblages from plants and soils were established for later comparison with fossil assemblages. We analyzed 28 plants from different families, 5 modern soil assemblages and 5 samples taken from one soil profile. Plant phytoliths were extracted using acid and soil phytoliths through removal of carbonates, organic matter, iron oxides and densimetric separation. The phytolith analyses indicated that during the last 4,000 years cal BP the vegetation has been predominantly arboreal, a result corroborated by the Carbon stable isotope analyses, which showed a predominance of C3 plants. No major changes were observed in the characteristics of the vegetal formations in relation to the present ones, demonstrating a bioclimatic pattern similar to the current one, with predominance of the rainforest, showing that the vegetation cover of Ilha Grande has maintained a condition of balance with the climatic and edaphic characteristics of the region in this period. Phytoliths from fossil assemblages are profoundly weathered, as a result of the intensity of the erosive processes in the region, related to the high rainfall and high relief gradient.

KEYWORDS: paleoenvironmental reconstruction; bioindicators; Atlantic Forest.

1 | INTRODUÇÃO

O trabalho apresentado neste capítulo buscou contribuir para o conhecimento das condições ambientais da Ilha Grande no Holoceno. Esta ilha, localizada no município de Angra dos Reis, no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, era originalmente coberta por uma floresta tropical densa. Atualmente e após séculos de devastação, a Mata Atlântica se encontra mais preservada na porção centro-sul da ilha, devido à criação de Unidades de Conservação nessas áreas; o que não acontece com a porção norte-nordeste, que abriga inúmeras construções voltadas para atender à crescente demanda de atividades ligadas ao turismo. Apesar dos esforços para a preservação da Ilha Grande, o cenário atual é preocupante, devido à expansão das atividades ligadas ao turismo e às indústrias petrolíferas e nucleares na região. Estudos voltados para o conhecimento das condições ambientais e paleoambientais na Ilha Grande são escassos, apesar de se tratar de um ambiente

de grande importância ecológica, devido à rica biodiversidade local.

Estudos que utilizam a integração de dados obtidos através de diferentes indicadores permitem compreender a evolução de ambientes e reconstituir cenários bioclimáticos, sob as mais variadas escalas espaciais (globais ou locais) e temporais. Essas mudanças podem ser identificadas através de estudos paleoambientais que utilizam diferentes indicadores (biológicos, geológicos, etc).

Neste trabalho, para a reconstituição das condições ambientais na Ilha Grande foram empregados como principais indicadores os fitólitos, que são partículas de opala ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) microscópicas que se formam por precipitação de sílica amorfa entre e no interior das células de diversas plantas vivas (PIPERNO, 2006). Com a morte da planta ou de partes dela, as partículas de sílica são depositadas no solo, constituindo-se em bons indicadores, pois podem ser preservadas na natureza ao longo do tempo (COE *et al.*, 2014). Neste sentido, objetivou-se caracterizar a ocorrência, o tipo e a distribuição dos fitólitos preservados em solos sob bioma de Mata Atlântica, como subsídio ao entendimento das condições ambientais e paleoambientais da Ilha Grande. Para tal, foi necessário o estabelecimento de coleções de referência de fitólitos de plantas e de assembleias fitolíticas modernas de solos e sedimentos para posterior comparação com assembleias fósseis extraídas de um perfil de solo.

2 | ÁREA DE ESTUDO

A Ilha Grande (44°O e $44^\circ40'\text{O}$; 23°S e $23^\circ40'\text{S}$), localizada no município de Angra dos Reis, litoral sul fluminense (Figura 1), possui uma área total de 193 km^2 . Trata-se da maior ilha do litoral fluminense, coberta em sua maior parte por remanescentes de Mata Atlântica.

O relevo da ilha é bastante montanhoso e acidentado. A topografia, em sua maior parte, encontra-se situada abaixo dos 500 m de altitude em relação ao nível do mar (MACIEL *et al.*, 1984). A geomorfologia da área é representada, em grande parte, pelas vertentes e por uma estreita planície costeira flúvio-marinha, que ocorre desde o sopé das vertentes até o contato com o mar, sendo as mais extensas localizadas na borda sul da ilha (GAMA *et al.*, 2009) (Figura 1). Os solos na região são representados na sua quase totalidade por Cambissolos, associados às encostas, e Espodosolos, encontrados na planície litorânea (EMBRAPA, 2006).

O clima na região é tropical, com temperatura média anual entre 20°C (mínima) e 26°C (máxima), com ocorrência de chuvas abundantes e índice pluviométrico em torno de 2000 mm por ano. Essas chuvas provocam grandes enxurradas e promovem a saturação do solo, responsável pela ocorrência eventual de movimentos de massa (SALGADO e VASQUEZ, 2009).

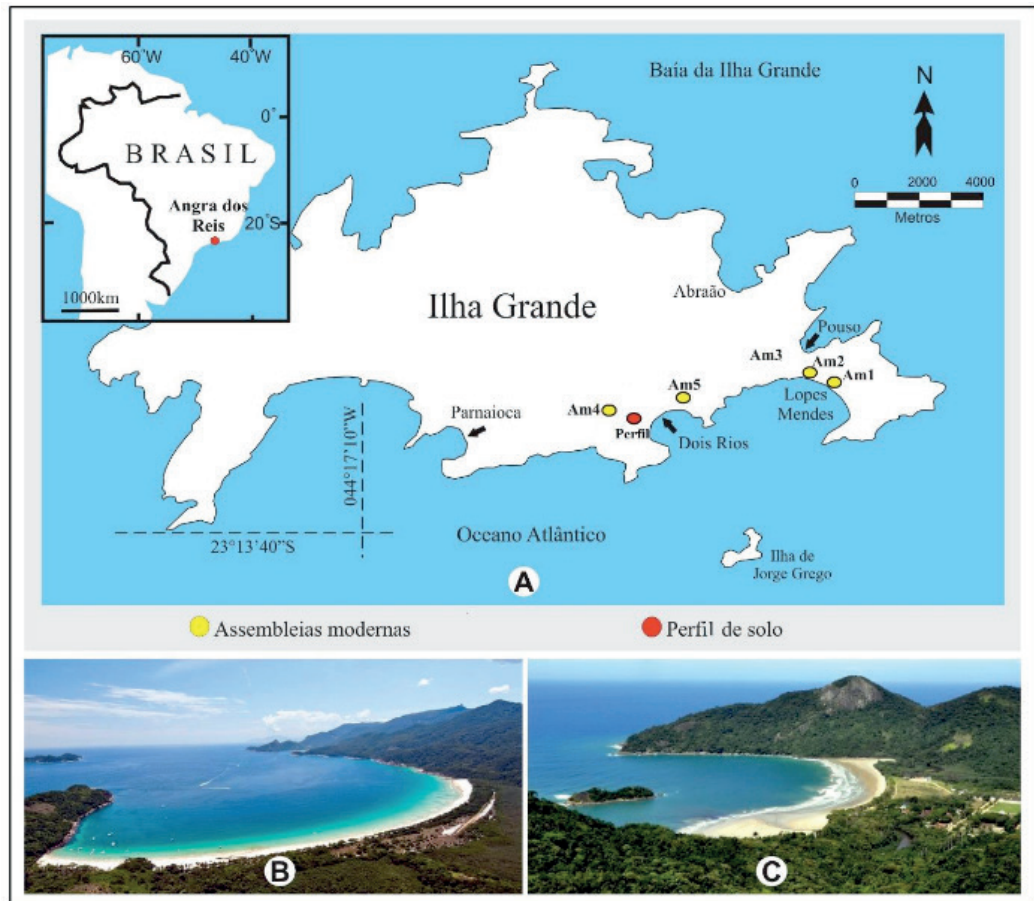


Figura 1: Ilha Grande no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, com os locais de amostragem (A). Litoral de Lopes Mendes (B) e Dois Rios (C).

A vegetação da ilha é composta por formações características da Mata Atlântica, tais como: Floresta Ombrófila Densa Montana, Floresta Ombrófila Densa Submontana (floresta de encosta), Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, Formação Pioneira de Influência Marinha (restinga), Formação Pioneira de Influência Fluvio-marinha (mata alagadiça de planície e manguezal) e Vegetação de Afloramentos Rochosos (SALGADO e VASQUEZ, 2009) (Figura 2). Constituem-se em áreas muito ricas em diversidade biológica e que contam ainda com florestas em bom estado de preservação devido, principalmente, à dificuldade de ocupação do solo pelo relevo acidentado (MESQUITA, 2004). A Ilha Grande possui uma grande área preservada, protegida por Unidades de Conservação, devido a sua importância para a preservação da biodiversidade local. São elas: o Parque Estadual da Ilha Grande, a Reserva Biológica da Praia do Sul e o Parque Estadual Marinho do Aventureiro (OLIVEIRA, 2002, 2004).

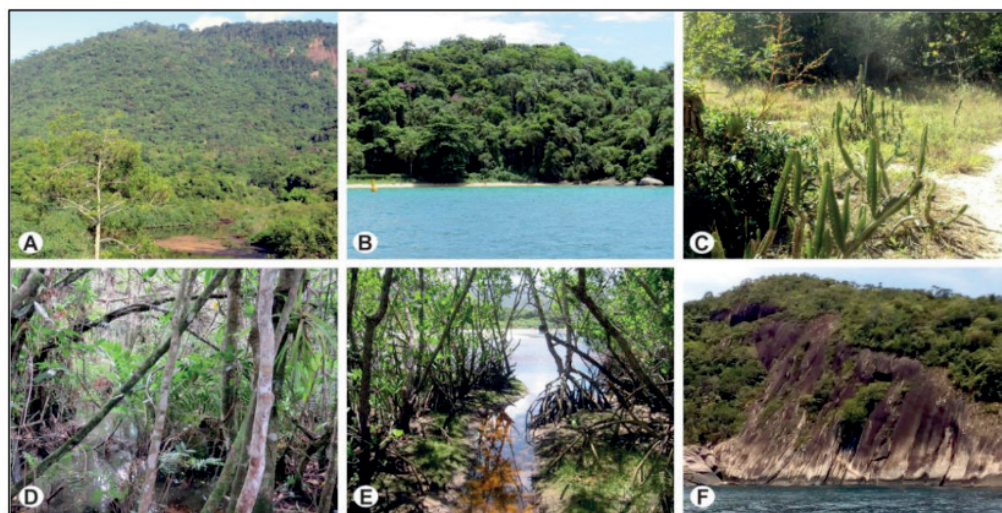


Figura 2: Fotos das principais formações vegetais da Ilha Grande: (A, B) floresta ombrófila; (C) restinga; (D) mata alagadiça; (E) manguezal; (F) vegetação de afloramentos rochosos.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Nas amostras coletadas foram feitas análises granulométricas, do teor de matéria orgânica, pH do solo e extração de fitólitos. A geocronologia dos principais eventos deposicionais foi estabelecida a partir de datações do carbono 14 pelo método do AMS. Também foram realizadas análises de isótopos estáveis de carbono, a fim de identificar o tipo de vegetação predominante no período estudado (plantas C3 ou C4).

No total, foram coletadas 10 amostras de solo, sendo 5 de assembleias modernas (AM), 3 localizadas em Lopes Mendes e 2 na Vila de Dois Rios; e 5 de assembleias fósseis provenientes de um perfil de solo em trincheira com 1 metro de profundidade, na Vila de Dois Rios (Figura 1). Em cada AM foram coletadas pelo menos quatro amostras superficiais em diferentes locais, buscando uma representatividade da área amostrada. As plantas localizadas imediatamente acima dos sedimentos superficiais também foram identificadas e coletadas, num total de 28 espécies pertencentes a 16 famílias botânicas, objetivando a comparação entre os fitólitos encontrados nos sedimentos com os das plantas produtoras em cada área.

Granulometria, Matéria Orgânica e pH do solo/sedimentos: as amostras foram analisadas no Laboratório de Sedimentologia da UFF, com base no método desenvolvido pela EMBRAPA (1997). As frações areia grossa, média e fina foram separadas por peneiramento. A fração fina foi analisada pelo método da pipetagem, permitindo a separação entre as frações silte e argila. A medição do pH das amostras de solo foi realizada por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão contendo solo/sedimento e água (EMBRAPA, 1997). O teor de MO do solo foi determinado pelo método da calcinação (*Loss of Ignition*) (adaptado de DAVIES, 1974).

Extração e microscopia dos fitólitos: a extração dos fitólitos foi realizada no

Laboratório de Sedimentologia da UFF. Os fitólitos das plantas foram extraídos através da oxidação por via úmica, utilizando uma solução de ácido nítrico e ácido sulfúrico. A extração de fitólitos de solos consistiu na secagem e peneiramento de materiais inferiores a 2 mm de diâmetro; descarbonatação com ácido clorídrico; eliminação da matéria orgânica com Ácido Nítrico e Peróxido de Hidrogênio; eliminação dos óxidos de ferro com Citrato de Sódio e Ditionito de Sódio; remoção de argilas, com o Hexametáfosfato de Sódio e EDTA. Após essas etapas, os fitólitos são separados por densidade através do uso de Politungstato de Sódio (com 2,3 g/cm³ de densidade). As lâminas permanentes foram preparadas com Entelan. Foi utilizado um microscópio modelo Zeiss Axio Scope A1, com aumento de 500 a 630x, de propriedade do Laboratório de Microscopia Óptica e Morfoscopia da FFP-UERJ. Em cada lâmina foram contados no mínimo 200 fitólitos classificáveis. Os fitólitos que se apresentaram muito alterados ou quebrados foram contabilizados como não classificáveis. A identificação foi feita baseada no Código Internacional de Nomenclatura dos Fitólitos (MADELLA *et al.*, 2005).

Índices fitolíticos: Foram calculados os seguintes índices fitolíticos: D/P - índice de densidade arbórea [*globular granulate* / (*bulliform parallelepipedal* + *bulliform cuneiform* + *acicular* + *short-cells*)]; Bi % - índice de estresse hídrico [(*bulliform parallelepipedal* + *bulliform cuneiform*) / (*bulliform parallelepipedal* + *bulliform cuneiform* + *acicular* + *short-cells*) x100] (COE *et al.*, 2014).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fitólitos de Plantas

De um total de 28 plantas de 16 famílias analisadas, em apenas três não foram observados fitólitos e/ou tipos de silicificação. São elas: *Ouratea cuspidata* (Ochnaceae), *Tibouchina* sp. e *Miconia latifolia* (Melastomataceae). As famílias que produziram maior quantidade de fitólitos foram Bromeliaceae, Fabaceae, Clusiaceae, Commelinaceae, Hypoxidaceae, Meliaceae e Pteridaceae. Da família Myrtaceae foram analisadas três espécies, duas delas boas produtoras e apenas uma apresentou baixa produção de fitólitos e/ou tipos de silicificação. Já as famílias Araceae e Rubiaceae apresentaram baixa produção de fitólitos e/ou tipos de silicificação. A família Melastomataceae também não se mostrou boa produtora. Entre as quatro espécies analisadas apenas duas produziram fitólitos (Figura 3) (COE *et al.*, 2018).

Os tipos de fitólitos observados variam de acordo com as famílias, com o predomínio de globulares (*granulate* e *psilate*), traqueídeos, células da epiderme em forma de *puzzle* e *elongate*. A ocorrência desses morfotipos está diretamente relacionada à predominância de vegetação lenhosa. A família Bromeliaceae produz, sobretudo, o tipo *globular echinate* (Figura 3).

Assembleias fitolíticas modernas (AM)

Foram identificados um total de cinco tipos de formação vegetal, distribuídas em diferentes áreas da Ilha Grande (Figura 1): AM1 (restinga arbórea próxima a um brejo); AM2 (restinga arbórea próxima à praia); AM3 (mata de transição); AM4 (mata densa secundária) e AM5 (mata densa).

Na AM1 foram identificadas plantas das famílias Rubiaceae, Myrtaceae, Ochnaceae, Bromeliaceae (2 gêneros), Araceae, Pteridaceae e Cyperaceae. Na AM2 identificou-se plantas das famílias Melastomataceae (2 gêneros), Clusiaceae e Commelinaceae. Na AM3 verificou-se a presença de plantas das famílias Bromeliaceae, Cyperaceae, Piperaceae, Hypoxidaceae e Myrtaceae. As plantas identificadas na AM4 são das famílias Melastomataceae (2 espécies), Bromeliaceae (2 gêneros) e Cyatheaceae. Na AM5 foram identificadas plantas das famílias Myrtaceae, Fabaceae, Meliaceae, Nyctaginaceae, Rubiaceae e Araceae. Os resultados das análises fitolíticas nas assembleias modernas refletiram a vegetação atual e puderam ser usados como coleção de referência na interpretação dos resultados das assembleias fósseis encontradas no perfil de solo (COE *et al.*, 2018).

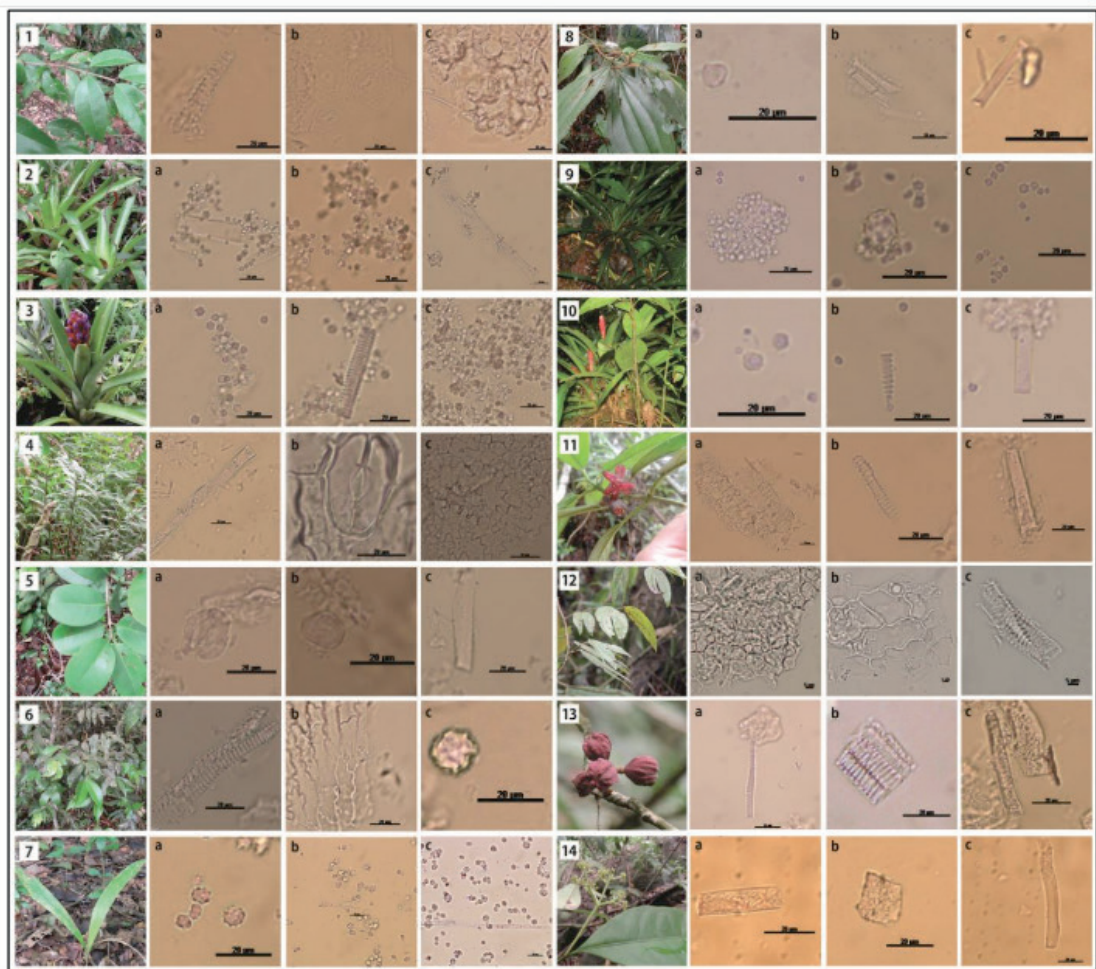


Figura 3: Fitólitos observados nas plantas coletadas: (1) Myrtaceae 1: (a) traqueídeo; (b) *puzzle*; (c) *globular granulate*; (2) *Vriesea neoglutinosa* (Bromeliaceae): (a, c) *globular echinate* e *elongate* (b) *globular echinate*; (3) *Aechmea gracilllis* (Bromeliaceae): (a, c) *globular echinate*, (b) traqueídeo; (4) *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae): (a) *elongate*, (b) estômato, (c) *puzzle*; (5) *Clusia criuva* subsp. *parviflora* (Clusiaceae): (a, b) *globular granulate*, (c) *elongate*; (6)

Myrtaceae 2: (a) traqueídeo, (b) *puzzle*, (c) *globular granulate*; (7) *Curculigo* sp. (Hypoxidaceae): (a, b, c) *globular echinate*; (8) *Miconia prasina* (Melastomataceae): (a) *globular psilate*, (b) traqueídeo, (c) *elongate*; (9) *Canistropsis microps* (Bromeliaceae): (a, b, c) *globular echinate*; (10) *Billbergia pyramidalis* (Bromeliaceae): (a) *globular echinate*, (b) traqueídeo, (c) *elongate*; (11) Myrtaceae 3: (a) poliédrico, (b) traqueídeo, (c) *elongate*; (12) *Bauhinia* sp. (Fabaceae): (a) *globular granulate*, (b) *puzzle*, (c) traqueídeo; (13) *Trichilia hirta* (Meliaceae): (a, b) traqueídeo, (c) *elongate*; (14) *Guapira opposita* (Nyctaginaceae): (a, b, c) *elongate*.

O estoque de fitólitos não foi muito elevado nas AM analisadas (COE *et al.*, 2018). Os menores estoques foram verificados nas AM1 e AM2, constituídas por vegetação de restinga arbórea sobre substrato arenoso. Os maiores estoques foram observados na AM3 (Mata de transição) e AM5 (Mata densa). Estas áreas apresentam vegetação de mata mais fechada, desenvolvida sobre o embasamento alterado e em substrato com presença de finos (solo siltoargiloso) (Tabela 1 e Figura 4).

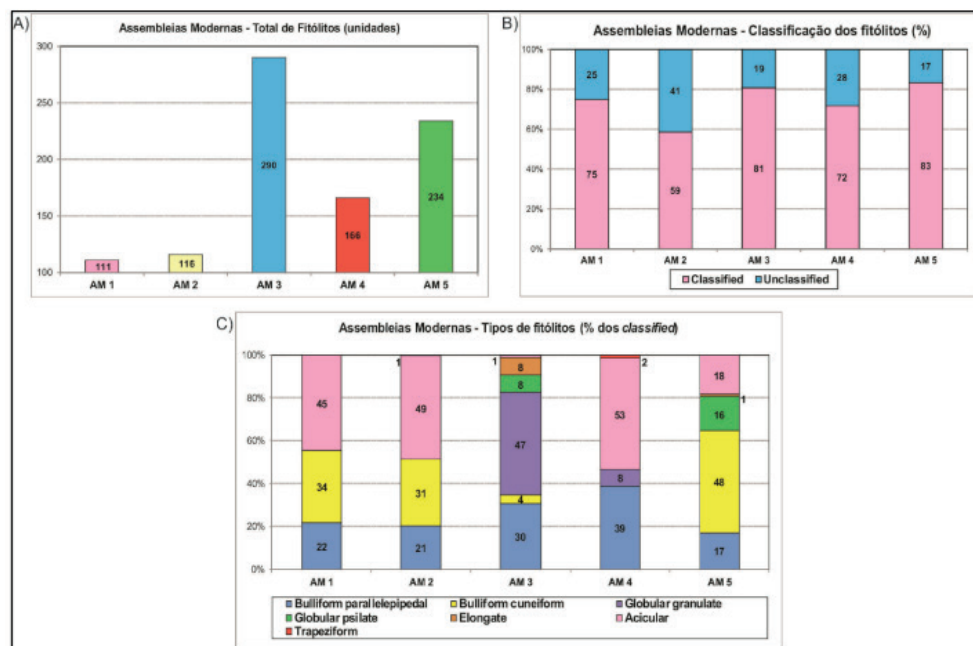


Figura 4: Resultados das análises fitolíticas das Assemblagens Modernas: (A) Estoque de fitólitos; (B) Classificação dos fitólitos; (C) Tipos de fitólitos.

| Amostra - Profundidade (cm) | Tipos de fitólitos (% dos classificáveis) | | | | | | | | | Classificação (%) | | Total de fitólitos (unidades) | Índices | | $\delta^{13}\text{C}$ (‰) |
|-----------------------------|---|---------------------|--------------------|------------------|----------|----------|----------|-------------|----------------|--------------------|-----|-------------------------------|---------|--------|---------------------------|
| | Bulliform paralelepipedal | Bulliform cuneiform | Globular granulate | Globular psilate | Elongate | Acicular | Bilobate | Trapeziform | Classificáveis | Não classificáveis | D/P | | Bi % | | |
| AM 1 | 22 | 34 | 0 | 0 | 0 | 45 | 0 | 0 | 75 | 25 | 111 | 0,00 | 55,4 | # | |
| AM 2 | 21 | 31 | 0 | 0 | 0 | 49 | 0 | 0 | 59 | 41 | 116 | 0,00 | 51,5 | # | |
| AM 3 | 30 | 4 | 47 | 8 | 8 | 1 | 0 | 2 | 81 | 19 | 290 | 1,50 | 93,0 | # | |
| AM 4 | 39 | 0 | 8 | 0 | 0 | 53 | 0 | 0 | 72 | 28 | 166 | 0,08 | 42,7 | # | |
| AM 5 | 17 | 48 | 0 | 16 | 1 | 18 | 0 | 0 | 83 | 17 | 234 | 0,19 | 77,8 | # | |
| Perfil - 5 | 1 | 14 | 10 | 70 | 3 | 3 | 0 | 0 | 87 | 13 | 131 | 4,55 | 85,0 | -28,54 | |
| Perfil - 15 | 43 | 16 | 18 | 12 | 0 | 10 | 0 | 1 | 85 | 15 | 193 | 0,44 | 85,1 | -27,42 | |
| Perfil - 35 | 46 | 33 | 6 | 0 | 3 | 11 | 0 | 0 | 78 | 22 | 334 | 0,07 | 87,0 | -24,40 | |
| Perfil - 75 | 9 | 9 | 70 | 0 | 3 | 9 | 0 | 2 | 78 | 22 | 240 | 2,50 | 63,5 | -24,53 | |
| Perfil - 95 | 6 | 5 | 0 | 88 | 0 | 0 | 1 | 0 | 82 | 18 | 208 | 7,14 | 95,2 | -25,23 | |

Tabela 1: Resultados dos indicadores fitolíticos e isótopos do carbono

As amostras de AM analisadas apresentaram uma porcentagem maior de fitólitos classificáveis em relação aos não classificáveis, evidenciando, assim, uma boa preservação desses bioindicadores (COE *et al.*, 2018). A AM2 exibiu a menor porcentagem de fitólitos classificáveis, provavelmente porque está mais próxima à praia em relação às demais e por isso mais suscetível à ação erosiva dos ventos e maior facilidade de percolação e alteração no substrato arenoso (Tabela 1 e Figura 4). As assembleias modernas coletadas sob matas em solo mais desenvolvido (AM3, AM4 e AM5) apresentaram porcentagens elevadas de preservação dos fitólitos (Figura 4).

Quanto aos tipos de fitólitos observados (COE *et al.*, 2018), na AM1 (restinga arbórea com muitas raízes) e na AM2 (restinga arbórea), predominaram os morfotipos acicular e bulliform, que possuem maior resistência aos processos intempéricos e por isso conseguem se preservar com maior eficiência (Tabela 1 e Figura 4). As plantas coletadas nessas assembleias modernas, como as Bromeliaceae *Vriesea neoglutinosa* e *Aechmea gracilis*, a Araceae *Anthurium*, a Commelinaceae *Dichorisandra thyrsiflora* produzem fitólitos em abundância, como os morfotipos *globular granulate* e *elongate*. Entretanto, esses morfotipos não foram encontrados nas análises dos sedimentos (Tabela 1 e Figura 4). Isso se deve, provavelmente, às características do substrato, já que as AM1 e AM2 estão localizadas em uma restinga arbórea próxima à praia, desenvolvida sobre sedimentos arenosos com pouca capacidade de retenção de fitólitos.

A AM3 (mata de transição), diferentemente das AM1 e AM2 (restinga arbórea), possui um percentual elevado de fitólitos do tipo *globular granulate*, comum em áreas de mata com plantas lenhosas, além dos tipos *elongate* e *globular psilate* (Tabela

1 e Figura 4). A presença desses dois últimos morfotipos se dá, provavelmente, pela existência das Bromeliaceae *Aechmea weibachii* e *Aechmea gracilis*, ambas coletadas nesta AM, além da Cyperaceae *Scleria* e da Hypoxidaceae *Curculigo*, que são grandes produtoras de fitólitos do tipo *globular psilate* e *elongate* (Figura 3). A preservação desses morfotipos mais sensíveis se dá provavelmente pelo fato da assembleia ter sido coletada em uma mata de transição, sobre um substrato menos arenoso e mais pedogeneizado, quando comparado com as AM1 e AM2.

Na AM4 há o predomínio de tipos mais resistentes à alteração, como o *bulliform parallelepipedal*, mas também uma pequena porcentagem de *globular granulate* (Tabela 1 e Figuras 4 e 5), que podem ter sido produzidos pelas Bromeliaceae *Canistropsis microps* e *Bilbergia pyramidalis* (Figura 3).

Na AM5, além dos morfotipos *bulliform cuneiform* e *parallelepipedal* e *acicular*, foi encontrado também o tipo *globular psilate*, que pode ter sido produzido pela Myrtaceae 3 e a Rubiaceae coletadas nesta assembleia (Tabela 1 e Figuras 3, 4 e 5).

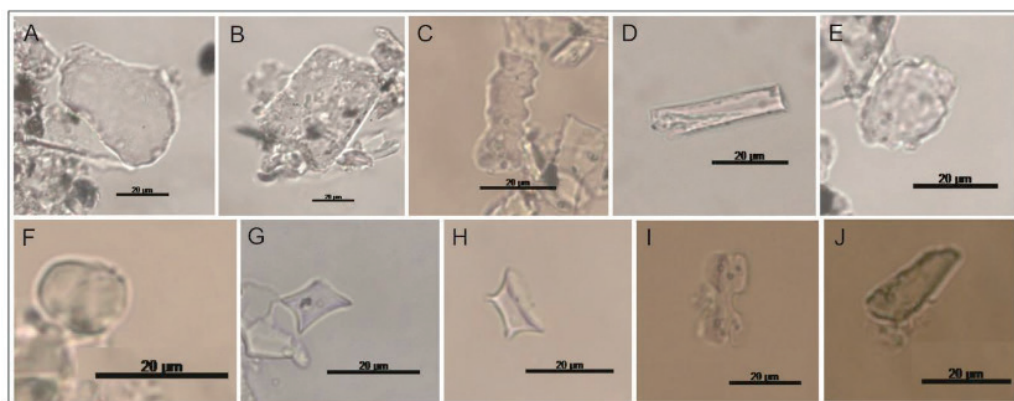


Figura 5: Fitólitos observados nas Assembleias Modernas: (A) *bulliform cuneiform*; (B) *bulliform parallelepipedal*; (C) *elongate crenate*; (D) *elongate psilate*; (E) *globular granulate*; (F) *globular psilate*; (G) *saddle*; (H) *rondel*; (I) *bilobate*; (J) *acicular*.

Assembleias fitolíticas fósseis

A análise granulométrica indicou o predomínio da fração areia grossa, desde a base (95 cm) até o topo, variando entre 520 e 590 g/kg, em relação às demais frações encontradas (areia média, areia fina, silte e argila). Os finos encontrados são pouco representativos (100 g/kg de silte e 60 g/kg de argila) e se destacam na profundidade de 35 cm (Figura 6) (COE *et al.*, 2018).

Quanto a MOS, o perfil apresentou teores similares na base (95 cm) e nas camadas superficiais (15 a 5 cm) e teores menores (7,5 g/kg) nas profundidades de 55 a 35 cm, contrastando com o padrão normal de distribuição com a profundidade (Figura 6) (COE *et al.*, 2018).

O estoque de fitólitos, tal como observado em relação à MOS, não segue a tendência normal de diminuição com o aumento da profundidade. Neste caso, foi observada uma tendência de aumento do estoque da base até a profundidade de

35 cm, onde se encontra o máximo do perfil. A partir daí ocorre uma diminuição, do estoque na direção da superfície (Figura 6). Isso talvez possa ser explicado devido a processos de eluviação e acumulação que ocorrem nesse solo, especialmente no horizonte B, caracterizado pelo acúmulo de MOS e de fitólitos (COE *et al.*, 2018).

O perfil apresentou uma porcentagem de fitólitos classificáveis muito superior à de não classificáveis (Tabela 1 e Figura 6), possivelmente pelas mesmas características apontadas anteriormente (COE *et al.*, 2018). Na camada onde os percentuais de silte e argila são mais expressivos notou-se um pequeno aumento no estoque de fitólitos (tabela 1 e figura 9), evidenciando a maior capacidade de retenção destes em meio aos sedimentos finos. Foram encontrados fitólitos dos tipos *bulliform parallelepipedal* e *cuneiform*, *acicular*, *globular psilate*, *globular granulate*, *elongate*, *trapeziform* e uma pequena porcentagem do morfotipo *bilobate*. Os tipos de fitólitos encontrados mostraram coerência com a produção pelas plantas da região (COE *et al.*, 2018). Os valores do $\delta^{13}\text{C}$ variaram entre -24,10 e -28,54‰, indicando o predomínio de plantas C3, provavelmente lenhosas (Figura 6).

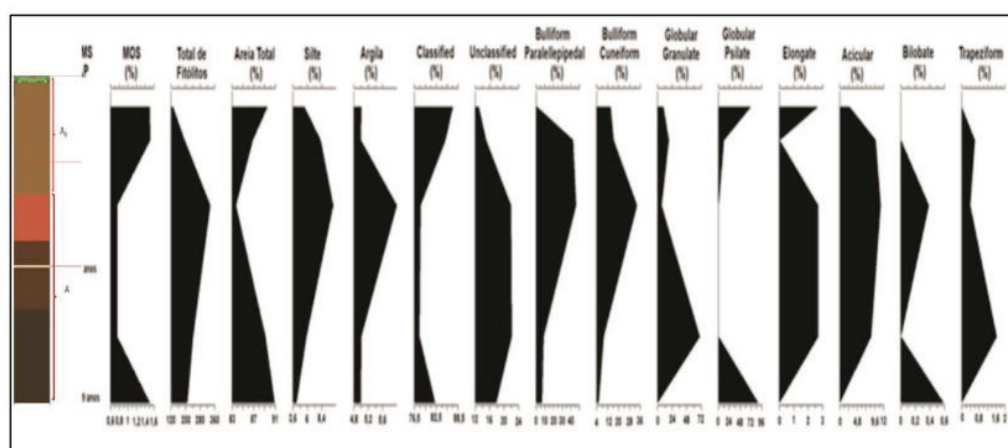


Figura 6: Resultados das análises de matéria orgânica, granulométricas, fitolíticas e isotópicas do perfil de solo

Foram realizadas duas datações de MOS, uma a 95 cm de profundidade, na base do perfil 3, que apresentou idade de 3829-3639 anos cal AP, e outra a 55 cm de profundidade, com idade de 919-794 anos cal AP (Figura 6). Essas idades, juntamente com os resultados das análises fitolíticas e da composição isotópica, indicam que não ocorreram grandes mudanças nas características das formações vegetais deste local da Ilha Grande nos últimos 4000 anos, quando comparadas à composição da cobertura vegetal atual (COE *et al.*, 2018).

Os resultados obtidos nessa pesquisa são corroborados por outros estudos realizados na Ilha Grande e no Sudeste do Brasil. Silva (2015), através de análise *multiproxy* de um testemunho coletado na Ilha Grande, identificou condições ambientais estáveis na Ilha nos últimos 2300 anos cal AP, com dois períodos

distintos: entre 5147 e 2856 anos cal AP, sem evidências de enxurradas, e entre 2856 e o presente, com enxurradas frequentes. É possível que a ocorrência dessas enxurradas tenha contribuído para a não preservação dos fitólitos em algumas amostras analisadas nesse estudo. Vidotto (2008), em cinco perfis analisados no Sudeste do Brasil, observou que os valores de ^{13}C obtidos ($\sim -27\text{‰}$) apontam para uma fase de expansão de florestas nos últimos 15.000 anos AP, provavelmente associada à presença de um clima mais úmido que o período anterior. Análises feitas por Coelho *et al.* (1999) na Baía de Sepetiba caracterizaram uma fase úmida entre 6300 e 1350 anos AP, apesar de uma pequena redução na umidade a partir dos 4650 anos AP. Para o período entre 1350 a 10 anos AP, evidenciou-se um padrão climático mais úmido em relação ao atual. Neste estudo, os valores de ^{13}C obtidos evidenciaram um clima mais úmido nas amostras mais superficiais. Tal tendência também foi vista por Ybert *et al.* (2003) a partir de estudos desenvolvidos na região de Cananéia-Iguape (litoral do estado de São Paulo), distante cerca de 370 km a oeste da Ilha Grande. Os autores afirmam que, no período compreendido entre 5.000 anos cal AP e o presente, o clima não mudou significativamente, exceto por três episódios ligeiramente mais úmidos: entre 3.410 e 2.615 anos cal AP, em 1.695 anos cal AP e entre 1.300 e 660 anos cal AP, sendo este último o mais úmido. Barreto *et al.* (2005), através de estudos palinológicos em testemunho coletado na porção oriental da Baía de Guanabara, observaram que a Floresta Ombrófila predominava na região desde 4210 anos AP, apresentando expressiva concentração e grande riqueza de tipos polínicos, indicando a existência de uma exuberante Mata Atlântica (COE *et al.*, 2018).

5 | CONCLUSÕES

A integração de dados, obtidos a partir de análises de fitólitos, isótopos estáveis, granulometria de solos e sedimentos e idades do ^{14}C , permitiu caracterizar as condições ambientais e paleoambientais relacionadas à evolução do bioma Mata Atlântica na Ilha Grande durante o Holoceno.

As análises de fitólitos e de isótopos do carbono indicaram que a vegetação arbórea predominou sob condição de clima tropical úmido. As amostras apresentaram valores característicos de vegetação com predomínio de plantas C3, provavelmente de mata bastante desenvolvida, com predominância de morfotipos de fitólitos de lenhosas, demonstrando que não houve variação no tipo de vegetação durante o período analisado. Apesar da pequena variação dos valores isotópicos ao longo do perfil, foi observada a tendência de valores mais empobrecidos nas amostras mais superficiais, sugerindo uma pequena redução da umidade em períodos mais antigos.

Não foram observadas grandes mudanças nas características das formações

vegetais em relação às atuais, demonstrando um padrão bioclimático para os últimos 4000 anos semelhante ao atual e evidenciando que a cobertura vegetal da Ilha Grande tem mantido uma condição de equilíbrio com as características climáticas e edáficas da região.

As plantas analisadas são, em geral, boas produtoras, a granulometria e o pH dos solos amostrados são favoráveis à preservação dos fitólitos. Desta forma, a escassez de fitólitos só pode ser atribuída à intensidade dos processos geomorfológicos de encostas, devido à declividade da maior parte das vertentes da Ilha, assim como ao clima caracterizado pela alta pluviosidade.

Apesar das limitações encontradas, principalmente nos pontos que sofrem com processos erosivos muito intensos e com muita declividade, o uso de fitólitos se mostrou eficiente na compreensão da evolução da paisagem e das características do ambiente ao longo do tempo, principalmente quando associado a outros indicadores.

REFERÊNCIAS

- BARRETO, C. F., BARTH, O. M., LUZ, C. F. P., BAPTISTA NETO, J. A., VILELA, C. G. Reconstrução paleoambiental do Holoceno da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, através de análise palinológica: resultados preliminares. **X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**, Guarapari, 1–6, 2005.
- COE, H. H. G.; OSTERRIETH, M. L.; HONAINÉ, M. F. Phytoliths and their applications In: **Synthesis of Some Phytolith Studies in South America (Brazil and Argentina)**. 1 ed. New York: Nova Science Publishers, 2014, v.1, p. 1-26.
- COE, H. H. G.; RAMOS, Y. B. M.; SILVA, A. L. C.; GOMES, E.; SOUSA, L.O.F.; MACARIO, K. D.; DIAS, R. R. Paleovegetação da Ilha Grande (Rio de Janeiro) no Holoceno através do estudo de fitólitos e isótopos do carbono. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 11, p.456 – 476, 2018.
- COELHO, L. G., BARTH, O. M., CHAVES, H. A. F. O registro palinológico das mudanças da vegetação na região da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, nos últimos 1000 anos. **Leandra**, 14, 51–63, 1999.
- DAVIES, B. E. Loss-on-ignition as an Estimate of Soil Organic Matter. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 38, 347-353, 1974.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 212p., 1997.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed., Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.
- GAMA, S. V. G. **Ilha Grande**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 21-64, 2009.
- MACIEL, N. C., ARAUJO, D. S. D., MAGNANINI, A. Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ): Contribuição para conhecimento da fauna e flora. **Bol. FBCN**, 19, 126-148, 1984.
- MADELLA, M., ALEXANDRE, A., BALL, T. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. **Annals of Botany**, 96, 253-260, 2005.

PIPERNO, D. R. **Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists**. New York: Altamira press, 2006.

SALGADO, C. M., VAZQUES N. D. Clima, in: BASTOS, M., CALLADO, C. H. (organizadores). **O Ambiente da Ilha Grande**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, p.7-20, 2009.

SILVA, R. C. O. **Contribuições para a Reconstrução Paleoambiental Holocênica da Planície Costeira das Praias de Sul e de Leste – Ilha Grande/RJ**. Dissertação de Mestrado em Dinâmica dos Oceanos e da Terra, Universidade Federal Fluminense, 2015.

VIDOTTO, E. **Reconstrução Paleoambiental (vegetação e clima) no Parque Estadual da Ilha do Cardoso – SP durante o Quaternário Tardio**. (Tese de Doutorado, Centro de Energia Nuclear na Agricultura – USP), 2008.

YBERT, J. P., BISSA, W. M., CATHARINO, E. L. M., KUTNER, M. Environmental and sea level variations on the Southeastern Brazilian coast during the Late Holocene, with comments on prehistoric human occupation. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**, 189, 11-24, 2003.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPI (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: raissasalustriano@yahoo.com.br; raissa.matos@ufma.br Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

Nitalo André Farias Machado: Possui graduação em Agronomia (2015) e mestrado em Ciência Animal (2018) pela Universidade Federal do Maranhão. Atualmente é aluno regular do doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Ambiência e Bioclimatologia, atuando principalmente nos seguintes temas: biometeorologia, bem-estar animal, biotelemetria, morfometria computacional, modelagem computacional, transporte de animais, zootecnia de precisão, valorização de resíduos, análise de dados e experimentação agrícola. E-mail para contato: nitalo-farias@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3622313041986385>

Hosana Aguiar Freitas De Andrade: Graduada em Agronomia (2018) pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atualmente é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Ceará (PPGCS/UFC) como bolsista CAPES. Possui experiência na área de fertilidade do solo, adubação e nutrição de plantas, com ênfase em aproveitamento de resíduos na agricultura, manejo de culturas, propagação vegetal, fisiologia de plantas cultivadas e emissão de gases do efeito estufa. E-mail para contato: hosana_f.andrade@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5602619125695519>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácido metanosulfônico 46, 49, 50, 51, 56

Adequação ambiental 194

Análise combinatória 198, 199, 200, 201, 202, 213, 217, 218

Anilina 46, 49, 51

Aplicações 16, 18, 21, 26, 46, 57, 81, 83, 84, 90, 106, 193, 201, 202, 205, 207, 209, 212, 217

Aplicativo 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 126

B

Baía da Ilha Grande 162, 168, 172, 173, 174

Baía de Guanabara 146, 147, 162, 164, 168, 169, 170, 171, 174, 175

Base de dados 39, 176, 179

Bioindicadores 136, 143

C

Carcinicultura 10, 11, 12, 13, 14, 15

Carne bovina 108, 109, 110, 111, 112, 114, 117, 118

Cbers 4 16, 17, 18

Cenário educacional 1

Competência 1, 4, 5, 6, 7, 8, 168

Conforto ambiental 149, 150, 153, 154, 194, 195, 197

Contorno ativo 16, 18

Controle solar 149

D

Deposição eletroquímica 46, 49, 51, 53

Didática profissional 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8

E

Eletrodeposição 46, 50, 51, 52, 53, 57, 190, 191, 192

Ensino 1, 5, 7, 38, 58, 67, 69, 70, 71, 80, 81, 121, 122, 133, 134, 149, 194, 198, 200, 201, 216, 217, 218

Ensino das geociências 58

Ensino de astronomia 70, 81

Ensino fundamental 58, 71, 81

Ensino médio 58, 71, 200, 217, 218

Erosão costeira 163, 219, 220, 225

Espaço-temporais 10

Estratégias ativas 194

Estuário 10, 13, 14, 15, 164

Estudos topográficos 121

Experimentação 198, 199, 201, 202, 213, 216, 227
Extração de feições 16, 17, 20, 21
Extração de proteínas 108, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118

F

Filmes de polianilina 46
Física médica 37, 38, 40, 44
Fitólitos de plantas 135, 137, 140
Formação dos adultos 1, 4
Função exponencial 82, 94, 99, 100, 104, 106

G

Geociências 15, 58, 60, 62, 69, 81, 175
Geomorfologia fluvial 10

I

Interatividade 37, 38

K

Kinect 121, 122, 124, 125, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134

L

Lâmpada fluorescente 70, 72, 73, 74, 77, 78, 79, 80
Landsat 8 16, 17, 18, 19, 20, 21
Liga de alumínio 2024 48, 49, 190
Linha de costa 14, 165, 172, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225
Líquido iônico 190, 191, 192

M

Mapeamento de ruído 176, 181, 183, 187
Mata atlântica 135, 136, 137, 138, 146
Matemática 1, 3, 5, 6, 7, 8, 83, 84, 90, 102, 106, 107, 198, 199, 200, 201, 202, 213, 216, 217, 218
Meta-heurística 155, 156, 157, 158, 159, 160
Metais oxidáveis 46, 48
Métodos 3, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 45, 48, 72, 110, 111, 123, 128, 139, 147, 156, 176, 180, 192, 199, 200, 201, 202, 221, 222, 224
Modelagem 126, 155, 156, 160, 161, 176, 178, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 227
Modelagem acústica 176, 180

O

Ouro 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 52, 53, 54, 62, 217
Oxidação álcool benzílico 22

P

Paládio 22, 23, 24, 25, 26, 27, 32

Planejamento fatorial 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117

Planície flúvio-marinha 10, 12

Polipirrol 48, 57, 190, 191, 192, 193

Praia 138, 141, 143, 147, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 219, 220, 222, 224, 225, 226

Praias abrigadas 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 173, 174

Professor 1, 5, 6, 7, 8, 58, 61, 68, 81, 121, 122, 195, 199, 200, 213, 214, 215, 216, 217

Proteções solares 149, 150, 152

R

Radiação 70, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 114

Realidade aumentada 121, 122, 127, 132, 133

Reconstituição paleoambiental 136

Recursos de informações 37

Rio Acaraú 10, 11, 12, 14

S

Secado de café 155

Sensoriamento remoto 16, 21

Série de Taylor 82, 83, 99

Superfície de resposta 108, 110, 111, 117

T

Tecnologia móvel 37, 38, 39

Teoria quântica 70, 71, 72, 73, 74, 78, 80

Topografia 10, 121, 122, 123, 127, 133, 134, 137, 162, 168, 180

V

Variabilidade multitemporal 219

