



Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País

Júlio César Ribeiro
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020



Ciências Exatas e da Terra:
Conhecimentos
Estratégicos para o
Desenvolvimento do País

Júlio César Ribeiro
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020

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: Karine de Lima

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

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. 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

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – 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
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. 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
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
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
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
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 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 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

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
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
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
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	<p>Ciências exatas e da terra [recurso eletrônico] : conhecimentos estratégicos para o desenvolvimento do país / Organizador Júlio César Ribeiro. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-160-2 DOI 10.22533/at.ed.602200207</p> <p>1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia e inovação. I. Ribeiro, Júlio César.</p> <p style="text-align: right;">CDD 500</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento socioeconômico do País está assentado primordialmente na inovação baseada no seu desenvolvimento científico e tecnológico.

É notado, principalmente nos últimos anos, que há grande necessidade de fortalecimento e expansão da capacidade de pesquisa e de inovação, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade.

Neste contexto, o E-book “Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País” foi composto por uma coletânea de trabalhos relacionados às Ciências Exatas e da Terra que contemplam os mais variados temas ligados ao desenvolvimento.

Os 20 capítulos que constituem a presente obra, elaborados por pesquisadores de diversas instituições de pesquisa, permitem aos leitores analisar e discutir assuntos tais como: importância das ondas eletromagnéticas e transmissão na camada da ionosfera, produção de filmes de polímeros a partir de diferentes complexos para aplicação em células solares, estudo de diferentes metodologias na caracterização de material polimérico, utilização de modelagem numérica na investigação da dispersão de plumas poluentes, aplicação de malhas computacionais para a verificação do transporte de doenças de plantas pelo ar, dentre outros assuntos de relevância para as Ciências Exatas e da Terra.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores e instituições envolvidas nos trabalhos que compõe a presente obra.

Por fim, esperamos que este E-book possa proporcionar reflexões significativas que contribuam para o aprimoramento do conhecimento e desenvolvimento de novas pesquisas.

Boa leitura!

Júlio César Ribeiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DAS ORIENTAÇÕES DE COMO DEMARCAR A IMAGINÁRIA LINHA DE PREAMAR MÉDIA DE 1831	
Flavio Boscatto Cesar Rogério Cabral Everton da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6022002071	
CAPÍTULO 2	13
NUMERICAL MODELING OF SEWAGE OUTFALLS PLUMES IN THE COAST OF THE STATE OF PARANÁ – BRAZIL	
Paola Galluzzi Polesi Joseph Harari Tiago Cortez Samuel Hora Yang	
DOI 10.22533/at.ed.6022002072	
CAPÍTULO 3	30
APLICAÇÃO DO MÉTODO GOD E ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO ESTUDO DA VULNERABILIDADE DE AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO EM ARACAJU/SE	
José Batista Siqueira Thomaz Oliveira Teixeira Samiramisthaís Souza Linhares Luiz Alberto Vedana Paulo Henrique Stefano	
DOI 10.22533/at.ed.6022002073	
CAPÍTULO 4	43
ANÁLISES DE GERAÇÃO DE MALHA NA MODELAGEM NUMÉRICA DE TROCADORES DE CALOR SOLO-AR	
Michel Kepes Rodrigues Jairo Valões de Alencar Ramalho Ruth da Silva Brum Luiz Alberto Oliveira Rocha Elizaldo Domingues dos Santos Liércio André Isoldi	
DOI 10.22533/at.ed.6022002074	
CAPÍTULO 5	55
AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS E APLICAÇÃO NA TRANSMISSÃO NA CAMADA DA IONOSFERA	
José Augusto dos Santos Cardoso Wendel Correa dos Santos José Francisco da Silva Costa Antonio Maia de Jesus Chaves Neto Sebastião Gomes Silva Manuel de Jesus dos Santos Costa Alessandre Sampaio Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6022002075	

CAPÍTULO 6 76

DECIFRANDO O ARCO-ÍRIS E O EFEITO GLÓRIA: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO SISTEMAS DINÂMICOS

Janaína Dias da Silva
Alberto Tufaile

DOI 10.22533/at.ed.6022002076

CAPÍTULO 7 88

MAGIC: INTERAÇÃO ENTRE HOBBY E LUCRO

Victor Ferreira da Silva
Édipo Menezes da Silva
Kelly Pereira de Lima
João Domingos Scalon

DOI 10.22533/at.ed.6022002077

CAPÍTULO 8 93

A SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO E O LIXO ELETRÔNICO: DESAFIOS, REFLEXÕES E OPORTUNIDADES

Fábio Henrique Angelo dos Santos
Luana Maia Woida

DOI 10.22533/at.ed.6022002078

CAPÍTULO 9 109

APLICAÇÃO SIMULTÂNEA DE CALOR E MASSA NO PROCESSO DE SECAGEM DO ABIU

Nathalia Cristina Ramos Lima
Jules Mitoura dos Santos Junior
Emilio Émerson Xavier Guimarães Filho
Ronaldo Maison Martins Costa
Audirene Amorim Santana

DOI 10.22533/at.ed.6022002079

CAPÍTULO 10 119

BIOCONTROLE DO ÓLEO ESSENCIAL DE ORIGANUM VULGARE FRENTE ÀS LARVAS DE *Aedes aegypti*
(DIPTERA: CULICIDAE)

Juliana de Sousa Figuerêdo
Felipe Pereira da Silva Santos
Matheus Oliveira do Nascimento
Patrícia e Silva Alves
Lucas Mendes Feitosa Dias
Layana Karine Farias Lima
Aline Aparecida Carvalho França
Edymilaís da Silva Sousa
Pedro Vitor Oliveira Silva Furtado
Veruska Cavalcanti Barros
José Luíz Silva Sá
Chistiane Mendes Feitosa

DOI 10.22533/at.ed.60220020710

CAPÍTULO 11 133

COMPLEXOS B-DICETONATOS LUMINESCENTES BASEADOS EM ÍONS TERRAS RARAS DISPERSOS EM POLÍMEROS TRANSPARENTES PARA APLICAÇÕES EM CÉLULAS SOLARES

Gabriel de Moraes Rodrigues
Ivan Guide Nunes da Silva
Danilo Mustafa

DOI 10.22533/at.ed.60220020711

CAPÍTULO 12 146

SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES DAS PENEIRAS MOLECULARES: SBA-16, FDU-12, SBA-15 E MCM-41

Mayara Resende Alves
Mateus Freitas Paiva
Elon Ferreira de Freitas
Sílvia Cláudia Loureiro Dias
José Alves Dias

DOI 10.22533/at.ed.60220020712

CAPÍTULO 13 160

UMA EFICIENTE SÍNTESE DE DERIVADOS DE TRIARILMETANO

Shirley Muniz Machado Rodrigues
Giovanni Stoppa Baviera
Daniel Previdi
Alexandre de Almeida Matias
Paulo Marcos Donate

DOI 10.22533/at.ed.60220020713

CAPÍTULO 14 170

IDENTIFICAÇÃO NÃO INVASIVA DE MATERIAL POLIMÉRICO COM A TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA FTIR: BANCO DE DADOS DE REFERÊNCIA E APLICAÇÃO PRÁTICA

Fabício de Melo Rodrigues Barbosa
Márcia de Almeida Rizzutto
Wanda Gabriel Pereira Engel

DOI 10.22533/at.ed.60220020714

CAPÍTULO 15 183

SOLOS DO BRASIL: GÊNESE, CLASSIFICAÇÃO E LIMITAÇÕES AO USO

Carlos Roberto Pinheiro Junior
Marcos Gervasio Pereira
Eduardo Carvalho da Silva Neto
Lúcia Helena Cunha dos Anjos
Ademir Fontana

DOI 10.22533/at.ed.60220020715

CAPÍTULO 16 200

DETERMINAÇÃO DE HEXAZINONA EM AMOSTRAS DE SOLO POR ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS

Auriléia Pereira da Silva
Lucina Rocha Sousa

DOI 10.22533/at.ed.60220020716

CAPÍTULO 17 225

GERAÇÃO DE MALHA PARA DESCREVER A DISPERSÃO DA FERRUGEM DA SOJA NO PARANÁ

Eduardo Oliveira Belinelli
Paulo Laerte Natti
Neyva Maria Lopes Romeiro
Eliandro Rodrigues Cirilo
Lucas Henrique Fantin
Karla Braga de Oliveira
Marcelo Giovanetti Canteri
Érica Regina Takano Natti

DOI 10.22533/at.ed.60220020717

CAPÍTULO 18	240
ESTUDO DA ARTE SOBRE A UTILIZAÇÃO DO ÓLEO FÚSEL A PARTIR DA PRODUÇÃO DE ETANOL DA CANA-DE-AÇÚCAR	
Raquel Santos da Silva	
Danielle Christine Almeida Jaguaribe	
Joelma Morais Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.60220020718	
CAPÍTULO 19	249
FORMAS ASSOCIATIVISTAS DA COMUNIDADE QUILOMBOLA NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO, IGARAPÉ-AÇU/PA	
Jéssica Vasconcelos Ferreira	
Raiana Rocha Pereira	
Francisco Laurimar do Nascimento Andrade	
Fabiana Mar dos Santos	
Nayra Silva do Vale	
Luiz Cláudio Moreira Melo Júnior	
Eleci Teresinha Dias da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.60220020719	
CAPÍTULO 20	259
ESTUDO DO EFEITO MEMÓRIA E FOTOLUMINESCÊNCIA EM HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES (HDL)	
Alexandre Candido Teixeira	
Alysson Ferreira Morais	
Ivan Guide Nunes da Silva	
Danilo Mustafa	
DOI 10.22533/at.ed.60220020720	
SOBRE O ORGANIZADOR	273
ÍNDICE REMISSIVO	274

APLICAÇÃO DO MÉTODO GOD E ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO ESTUDO DA VULNERABILIDADE DE AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO EM ARACAJU/SE

Data de aceite: 24/06/2020

José Batista Siqueira

Departamento de Geologia da UFRN, Campus
Universitário Lagoa Nova.

Thomaz Oliveira Teixeira

Universidade Federal de Sergipe, Departamento
de Geologia São Cristóvão/Sergipe.

Samiramisthaís Souza Linhares

COHIDRO - Companhia de Desenvolvimento de
Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe.

Luiz Alberto Vedana

Universidade Federal de Sergipe, Departamento
de Geologia São Cristóvão/Sergipe.

Paulo Henrique Stefano

Universidade Federal de Sergipe, Departamento
de Geologia São Cristóvão/Sergipe.

RESUMO: A ameaça crescente das águas subterrâneas devido à contaminação passou a ser mais bem monitorada com o desenvolvimento de métodos de estudo da vulnerabilidade dos aquíferos, como medida preventiva à proteção e gestão desse recurso. Este trabalho mostra a aplicabilidade dos conceitos provenientes do método GOD, e da estatística multivariada no município de Aracaju, através dos resultados que indicam vulnerabilidade à contaminação de aquíferos em área urbana, onde a água é explorada através de poços que são perfurados em aquíferos granulares. Foram

elaborados mapas de vulnerabilidade, que agruparam as áreas de maior e menor risco a contaminação, e a estatística multivariada. Foi verificado o agrupamento de quatro zonas de vulnerabilidade. Dentre as quais a região Norte do município apresenta um risco à contaminação considerado como insignificante, apresentando valores de até 0,064. No entanto, há porções onde a vulnerabilidade pode chegar a 0,64, sendo classificada como alta.

PALAVRAS-CHAVE: Aquífero granular, vulnerabilidade natural de aquífero, método GOD, hidrogeologia.

APPLICATION OF THE GOD METHOD AND MULTIVARIATE STATISTICS IN THE STUDY OF THE VULNERABILITY OF AQUIFER TO CONTAMINATION IN ARACAJU/SE

ABSTRACT: The increasing water contamination has become better monitored with the development of methods of studying aquifer vulnerability as a preventive measure for the protection and management of aquifer resources. This work shows the applicability of concepts derived from the GOD method, and multivariate statistics in the city of Aracaju, capital of the State of Sergipe, through the results indicating vulnerability to aquifer contamination in urban areas. This analysis was made using the GOD method, with data from Wells drilled in the

municipality. For this, the Arcgis 10.1 software was used for the elaboration of the vulnerability maps, which grouped the areas of greater and smaller risk to contamination, and multivariate statistics. The grouping of four zones of vulnerability was verified. Among them, the northern region of the municipality presents a risk of contamination considered insignificant. However, there are locations with vulnerability of 0,64, which is considered high.

KEYWORDS: Granular aquifer, natural aquifer vulnerability, GOD method, hidrogeology.

1 | INTRODUÇÃO

Os aquíferos são amplamente utilizados para abastecer tanto a população de zonas rurais quanto áreas urbanas, geralmente onde o abastecimento público é inexistente ou não supre a demanda. Entretanto, com o aumento do consumo da água desses reservatórios subterrâneos, através da perfuração de poços, há um aumento da probabilidade da extração de água em regiões contaminadas e impróprias para consumo, devido a locações inadequadas ou outros problemas que podem ser gerados por ação antrópica. Para o estudo da vulnerabilidade de aquíferos, foram desenvolvidos diversos métodos de análise e integração dados. Os métodos utilizados visam mapear áreas, a partir dos dados obtidos em diferentes localidades numa determinada região.

Cientificamente, é mais consistente avaliar a vulnerabilidade a poluição para cada contaminante ou grupo de contaminantes, visto que a vulnerabilidade de um aquífero pode ser mais bem representada na forma de mapas, utilizando um Sistema de Informações Geográficas (SIG) visando à espacialização de pontos. Essa abordagem utilizando diferentes mapas para cada contaminante gera um atlas de mapas para cada contaminante ou grupo de contaminantes (FOSTER e HIRATA, 1988). Entretanto, em geral os dados necessários não existem ou não são suficientes para atingir esse objetivo, trazendo como consequência sistemas mais generalizados.

Diversos parâmetros podem ser utilizados em diferentes métodos de análise para a vulnerabilidade de aquíferos. Eles podem ser qualitativos ou quantitativos, havendo também a possibilidade de serem diferenciados por pesos em alguns métodos, não determinando, entretanto, um grau de superioridade dos mais criteriosos para os menos criteriosos uma vez que somar ou multiplicar fatores implica em um aumento da probabilidade de erro e de incerteza do resultado (FEITOSA et al., 2008).

Para definir o método a ser adotado deve-se considerar a área de estudo e a sua dimensão, pois alguns métodos requerem diversos parâmetros sobre a hidráulica do aquífero, os quais nem sempre estão disponíveis para o estudo. Como também em grandes áreas há maior probabilidade da informação estar focada em poucos pontos, o que prejudica a elaboração dos mapas de vulnerabilidade, os quais precisam ter uma boa distribuição das informações. Para relacionar e entender o significado das informações, nesta pesquisa também foi aplicada à técnica estatística multivariada, com auxílio do *software PAST 3* (HAMMER, 2017), aos parâmetros grau de confinamento do aquífero (G), variações litológicas (O) e a profundidade do nível estático (D).

A preservação das águas subterrâneas é de extrema importância por ser um recurso da natureza indispensável para consumo humano em diversas regiões do Brasil, e representa cerca de 30% de toda a água doce do planeta.

Com isso, foi definido que o objetivo principal desse trabalho é analisar a vulnerabilidade natural dos aquíferos no município de Aracaju, avaliando sua predisposição a contaminação através da coleta e classificação de aquíferos, seguido da espacialização dos dados obtidos para a confecção de mapas de vulnerabilidade.

2 | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de Aracaju, que tem área de cerca de 180 km², e população da ordem de 650 mil habitantes (IBGE, 2017). Limita-se com os municípios de São Cristóvão, Itaporanga D'Ajuda, Nossa Senhora do Socorro, Barra dos Coqueiros e Santo Amaro das Brotas (Figura 1).

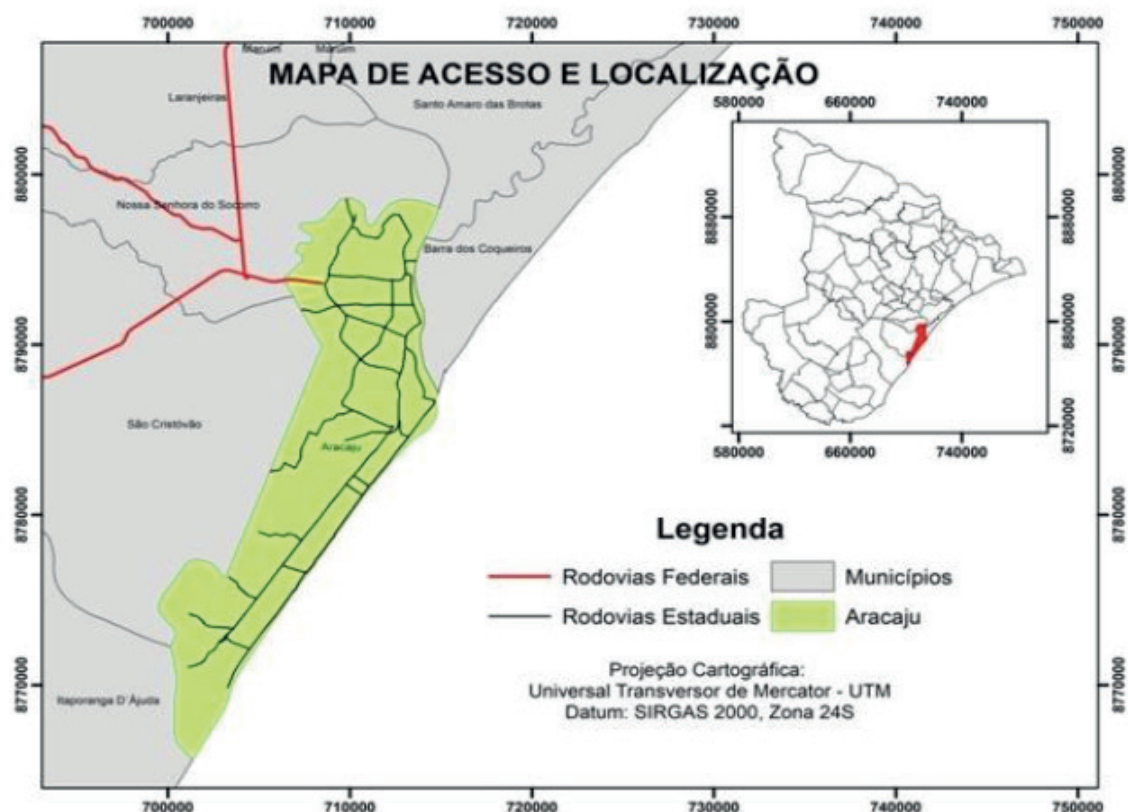


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

2.1 Geologia e Hidrogeologia da região

O contexto geológico de Aracaju é constituído por sedimentos de formações superficiais continentais representadas pelas Coberturas Holocênicas do Quaternário e rochas do Grupo Barreiras (Figura 2), com idade atribuída entre o Aquitaniano/Serravaliano e Holoceno (ARAI, 2006).

O Grupo Barreiras é constituído por sedimentos terrígenos, como cascalhos,

conglomerados, areias finas e grossas e níveis de argila, pouco ou não consolidados, estratificação irregular, formado por processo de pediplanação durante o Plioceno (SANTOS, 1998).

As Coberturas Pleistocênicas dentro da área de estudo englobam os depósitos costeiros que podem ter tido origem em depósitos eólicos continentais compostos de duas gerações de dunas parabólicas fixadas pela vegetação. Uma com sedimentos arenosos, bem selecionados e com grãos angulosos, e outra com areias bem selecionadas e os grãos subarredondados, e por terraços marinhos constituídos por areias bem selecionadas com tubos de fóssil (BRUNI e SILVA, 1983).

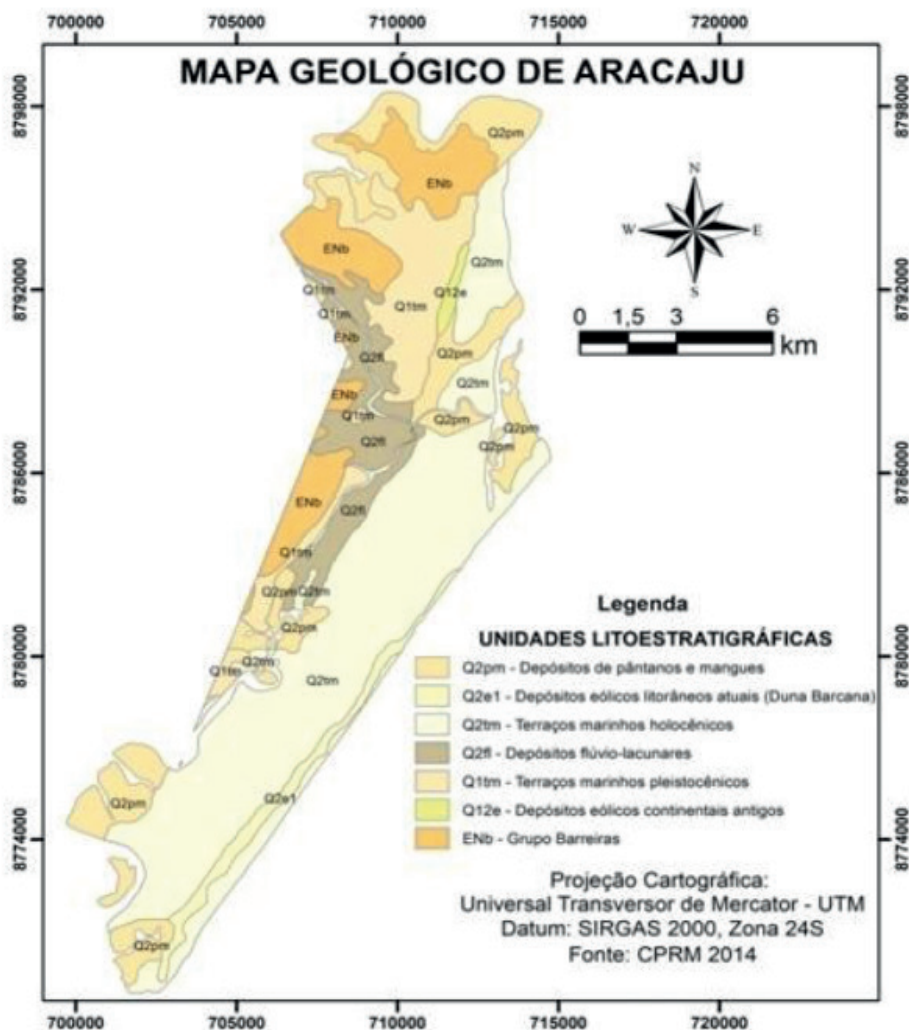


Figura 2. Mapa Geológico de Aracaju. Fonte: (CPRM, 2014).

Os depósitos Quaternários Holocênicos são os agrupamentos mais recentes encontrados em grande parte da faixa costeira do Brasil, e são compostos por depósitos flúvio-lagunares composto por sedimentos arenosos e siltsos com presença de argila e ricos em matéria orgânica, terraços marinhos compostos por areias litorâneas, bem selecionadas com conchas marinhas e tubos fósseis, depósitos eólicos litorâneos compostos por sedimentos arenosos, bem selecionados, com grãos arredondados, e depósitos de pântanos e mangues constituídos por sedimentos argilo-siltosos, com grande presença de matéria

orgânica (BITTENCOURT et al., 1983). Destes, destacam-se os depósitos de pântanos e mangues, pois apresentam argila em sua composição, que em termos de vulnerabilidade de aquíferos é um parâmetro muito importante a ser considerado, devido ao seu caráter de camada confinante.

A denominação Formação Barreiras como já é bastante difundida na literatura, será adotada neste trabalho. O termo “Grupo Barreiras” é uma proposta de Mabessone et al. (1972), que na década de 1980 já havia sido abandonada pelo autor principal. A Formação Barreiras com idade atribuída ao Mioceno de acordo com Rossetti et al. (2013) e os terraços holocênicos compõem as sequências litológicas da área de estudo.

A hidrogeologia da região em análise apresenta grande uniformidade por ser composto em toda sua extensão por aquíferos porosos ou granulares. Essa característica ocorre devido à geologia ser representada por formações superficiais, que apresentam porosidade primária (entre grãos), que também define a capacidade produtora do aquífero. Em Aracaju, os aquíferos são classificados como pouco produtivos vazões entre 5 e 10 m³/h, e muito pouco produtivos vazões entre 1 e 5 m³/h (DINIZ, 2015).

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido com a aplicação do método GOD para a integração de dados, e diagnóstico do grau de vulnerabilidade de aquíferos da cidade de Aracaju e região metropolitana. Visando tal propósito foram utilizados dados de poços da COHIDRO (Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe), DESO (Companhia de Saneamento de Sergipe), bem como poços cadastrados no SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas), disponibilizado pela CPRM.

Foram obtidas informações em 90 poços perfurados e cadastrados. Destes 22 poços foram descartados por insuficiência de dados; como o perfil geológico, ou nível estático, resultando em 68 poços que foram utilizados para fazer a análise.

Estes dados foram reunidos e organizados na forma de uma planilha. Após a geração do banco de dados, as informações foram inseridas no *software* de geoprocessamento ARCGIS 10.1. A partir disso aplicou-se o método de interpolação que melhor se ajuste ao tratamento dos dados, obtendo-se como produto a representação dos parâmetros na forma de mapas.

Após a elaboração destes mapas individuais para as variáveis grau de confinamento do aquífero (G), variações litológicas (O) e a profundidade do nível estático (D), utilizou-se a ferramenta álgebra de mapas para gerar o mapa final. Com isso, obteve-se a determinação do índice GOD, através da multiplicação dos três parâmetros: grau de confinamento do aquífero (G), litologia dos estratos de cobertura (O) e profundidade do lençol freático (D), conforme esquema da Figura 3.

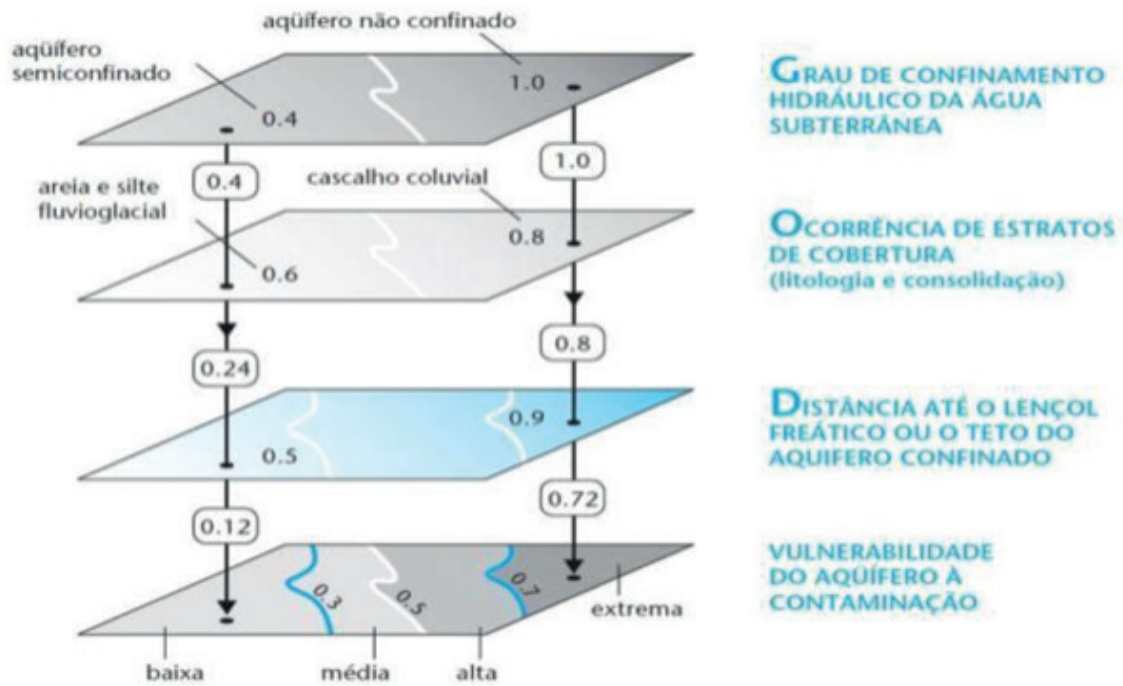


Figura 3. Etapas para elaboração do mapa de vulnerabilidade do aquífero a contaminação. Fonte: (FOSTER et al., 2006).

Visando relacionar as informações e compreendê-las, além do geoprocessamento foi aplicada a técnica estatística multivariada através do *software* PAST 3 (HAMMER, 2017).

Existe grande aplicação da estatística multivariada para analisar informações, a exemplo de Landim, 2011 e outros. Esta análise permite ordenar os dados matriciais agrupando-os, identificar entre eles os que pesam mais, e, portanto exercem maior importância na individualização. A técnica classificatória multivariada da análise de componentes principais pode ser utilizada se for necessário estudar semelhanças entre indivíduos ou entre variáveis ordenando em grupos. Sendo considerado simultaneamente, no primeiro caso, todas as variáveis medidas em cada indivíduo e, no segundo, todos aqueles em que se tomaram as mesmas informações (LANDIM, 2011).

4 | RESULTADOS

4.1 Análise da Vulnerabilidade método GOD

A partir das variáveis grau de confinamento do aquífero (G), variações litológicas (O) e a profundidade do nível estático (D), foram produzidos três mapas base. Sendo um mapa para cada um dos três parâmetros (G, O e D) e um mapa final de integração, produzido a partir da multiplicação vetorial dos três parâmetros obtidos nos mapas anteriores. Quanto ao Grau de Confinamento (G), os valores variaram entre 0,2 para aquíferos confinados; até 1 para aquíferos livres, com picos de alta vulnerabilidade em alguns pontos. A espacialização dos dados obtidos com o parâmetro G, através de interpolação, resultou no mapa da Figura 4. A ocorrência dos estratos de cobertura (O) é mostrada no mapa da Figura 5, onde os

índices gerados na interpolação variam entre 0,4 e 0,8.

No extremo Norte de Aracaju são encontrados depósitos de Pântanos e Mangues (Figura 2), e a Formação Barreiras na concepção de Mabessoone et al. (1972); e Rossetti et al. (2013). O primeiro composto por sedimentos argilosos, que na metodologia GOD recebe o valor 0,4. Já a Formação Barreiras é composta por sedimentos conglomeráticos e areias finas com níveis de argila, que dão o mesmo caráter de confinamento observado nos depósitos de pântanos e mangues. A geologia do litoral é representada por Terraços Marinheiros Holocênicos e por Depósitos Eólicos Litorâneos Atuais.

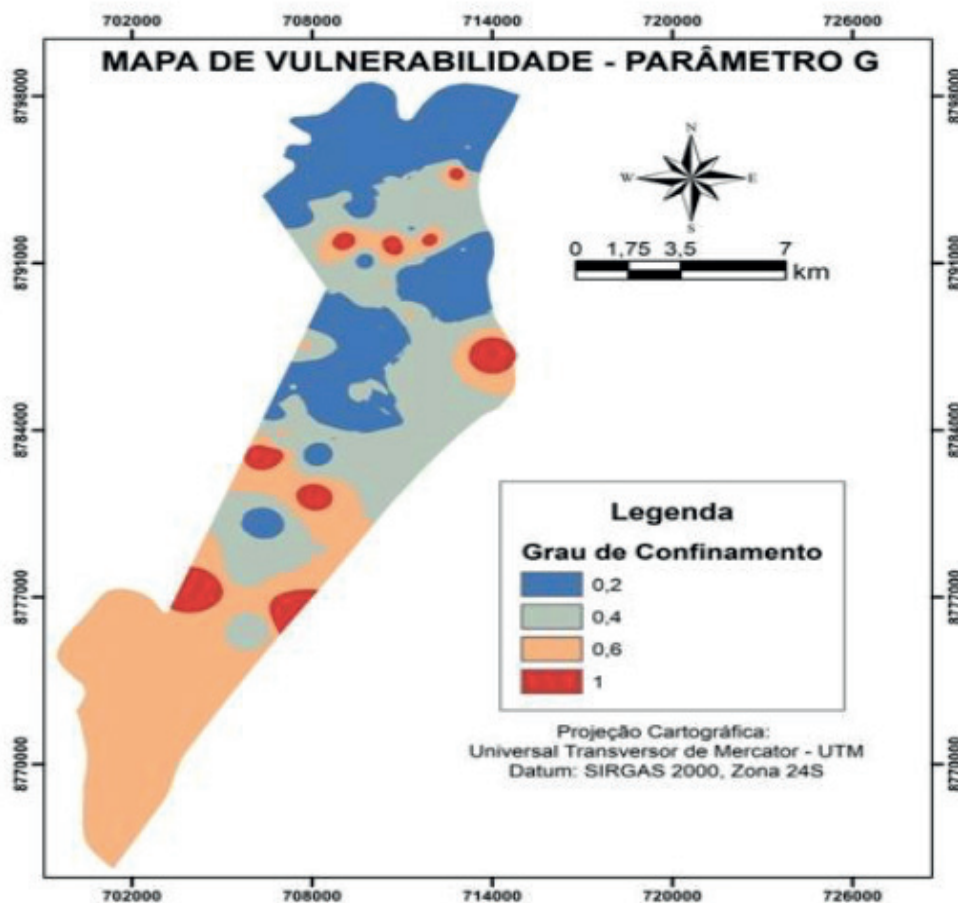


Figura 4. Mapa da interpolação do parâmetro grau de confinamento da água subterrânea (G).

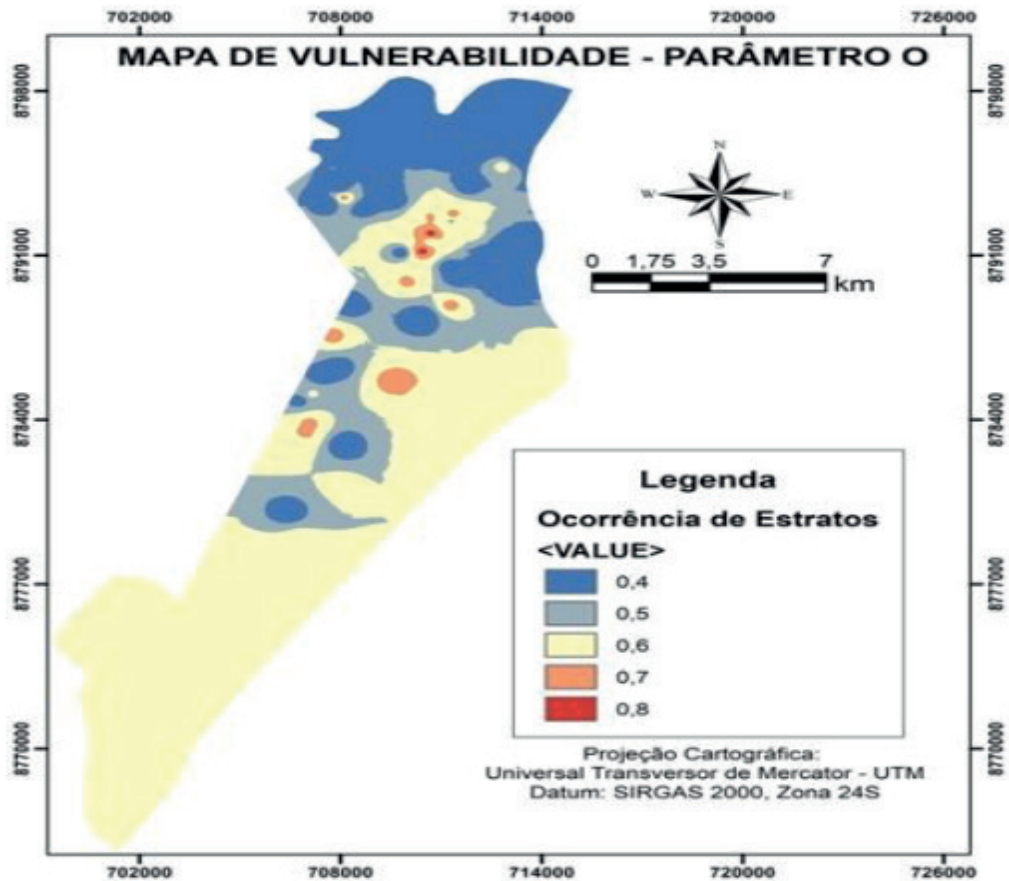


Figura 5. Mapa da interpolação do parâmetro ocorrência de estratos de cobertura (O).

Quanto ao parâmetro distância do lençol freático (D), as unidades litológicas do município de Aracaju influenciam diretamente nas baixas profundidades dos aquíferos, pela predominância de formações sedimentares costeiras do Holoceno e Pleistoceno. Em termos de vulnerabilidade, valores baixos da profundidade dos aquíferos correspondem à maior vulnerabilidade a contaminação (Figura 6).

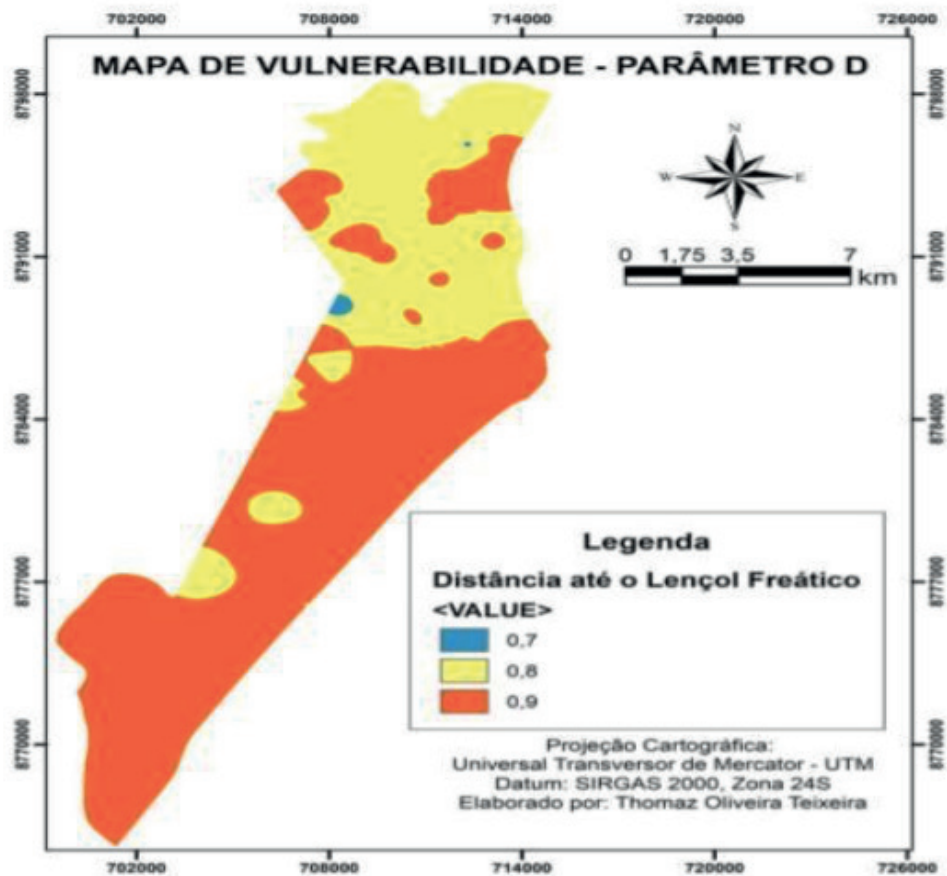


Figura 6. Mapa de interpolação do parâmetro distância ao lençol freático (D).

A partir da multiplicação dos três *raster* dos parâmetros G, O e D, gerados nas etapas anteriores, foi obtida a vulnerabilidade dos aquíferos em Aracaju e apresentado na Figura 7.

Os principais pontos de vulnerabilidade à contaminação foram identificados em alguns locais do município, com destaque atual para as regiões do extremo Leste e Sul. De modo geral Aracaju apresenta baixa a média vulnerabilidade à contaminação de aquíferos.

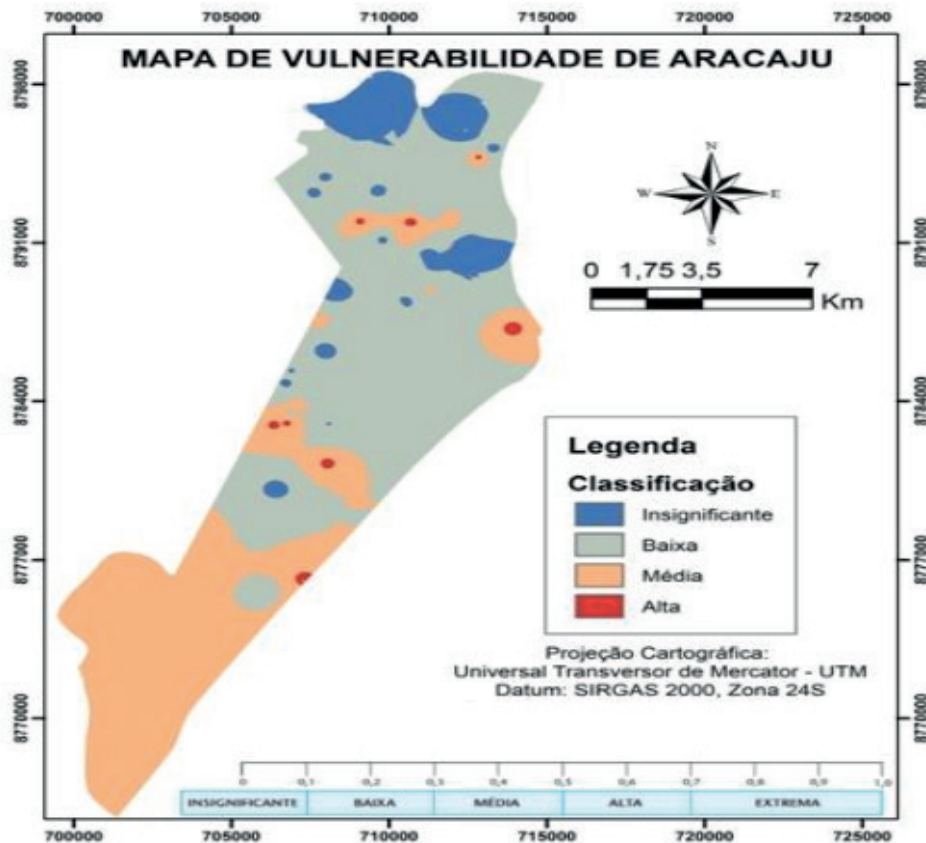


Figura 7. Mapa de vulnerabilidade a contaminação de aquíferos de Aracaju.

4.2 Análise de Componentes Principais (PCA)

Visando relacionar as informações e compreendê-las, neste estudo além do geoprocessamento foi aplicada a técnica estatística multivariada através do software PAST 3 (HAMMER, 2017).

Com a aplicação da estatística multivariada e utilizando o índice de similaridade de Ward, Euclidiano *constrained*, as variáveis grau de confinamento da água subterrânea (G), ocorrência de estratos de cobertura (O), distância até o lençol freático (D), aos poços estudados na área eles foram reunidos em quatro grupos principais (Figura 8), os quais se relacionam com as áreas espacializadas e representadas no método GOD.

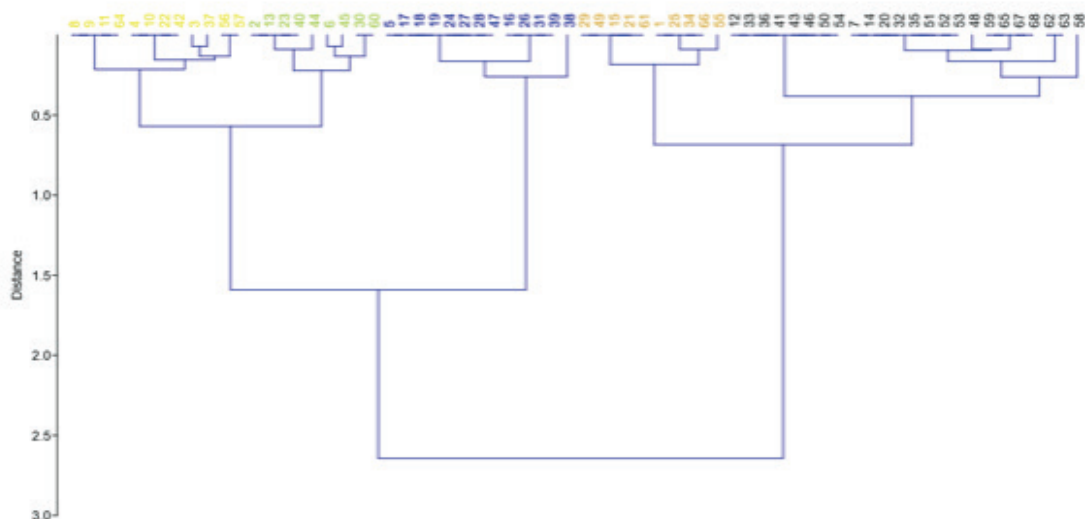


Figura 8. Índice de similaridade de Ward, variáveis G, O e D. Euclidiano *constrained*.

Através da análise de componentes principais modo *biplot*, das variáveis G, O e D, verifica-se que na composição do vetor 1 o qual justifica 87,78% da variabilidade, o grau de confinamento da água subterrânea (G) é o responsável. No caso do vetor 2 o qual representa 9,07% da variabilidade, a ocorrência de estratos de cobertura (O) justifica este valor, Figura 9 e Tabelas 1 e 2.

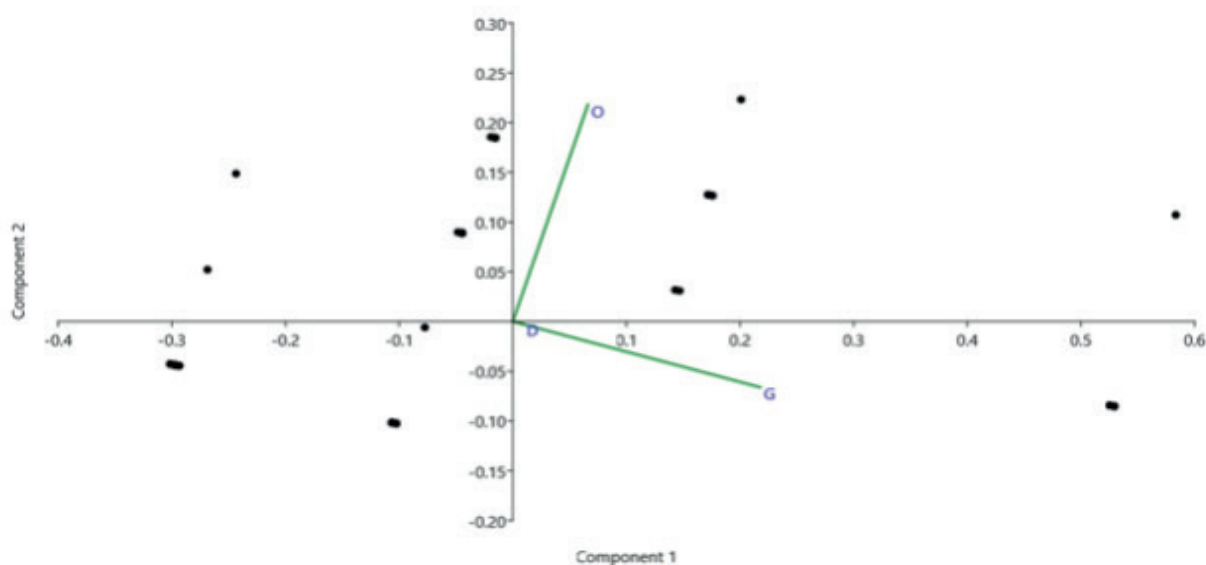


Figura 9. Análise de componentes principais, variáveis G, O e D, modo *biplot*.

Assim sendo o grau de confinamento da água subterrânea (G) e a ocorrência de estratos de cobertura (O) são as duas variáveis de maior importância na individualização e classificação dos parâmetros analisados.

PC	Eigenvalue	% variance
1	0,092	87,78
2	0,009	9,07
3	0,003	3,14

Tabela 1. Matriz das variáveis grau de confinamento da água subterrânea (G), ocorrência de estratos de cobertura (O), profundidade do nível estático (D).

Variáveis	PC 1	PC 2	PC 3
G	0,956	-0,290	-0,040
O	0,290	0,957	-0,003
D	0,039	-0,009	0,999

Tabela 2. Pesos.

5 | CONCLUSÕES

O método GOD e a estatística multivariada mostraram-se como importantes ferramentas na análise da vulnerabilidade de aquíferos na cidade de Aracaju.

De modo geral Aracaju apresenta baixa a média vulnerabilidade à contaminação de aquíferos. Alguns pontos classificados como vulnerabilidade insignificante estão correlacionados a depósitos de Pântanos e Mangues no Norte da cidade, que se trata de sedimentos argilo-siltosos, de baixa permeabilidade. Por outro lado, pontos de alta vulnerabilidade foram associados a regiões de Terraços Marinhos Pleistocênicos, representados por depósitos de areias bem selecionadas, portanto com alta permeabilidade.

Esses fatos servem de alerta para gestão desses aquíferos, devido às grandes modificações e impactos decorrentes da ação antrópica.

6 | AGRADECIMENTOS

Aos colegas que contribuíram com a elaboração deste artigo, ao organizador e a Editora Atena.

REFERÊNCIAS

ARAI, M. 2006. **A Grande Elevação Eustática do Mioceno e Sua Influência na Origem do Grupo Barreiras**. Revista do Instituto de Geociências - USP, 6(2), 1-6.

BITTENCOURT, A. C. S. P., MARTIN, L., DOMINGUEZ, J. M. L.; FERREIRA, Y. A. 1983. **Evolução Paleogeográfica Quaternária da Costa do Estado de Sergipe e da Costa Sul do Estado de Alagoas**. Revista Brasileira de Geociências, 13(2), 93-97.

BRUNI, M. A. L., SILVA, H. P. 1983. **Geologia**. In: MAPA Geológico do Estado de Sergipe. Escala 1:250.000. Aracaju: MME/DNPM/SICT/CODISE, 1983.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. 2014. **Mapa Geológico do Estado de Sergipe**. Escala 1:250.000. Sergipe.

DINIZ, J. A. O. (org). 2015. **Carta Hidrogeológica** - Folha SC24 Aracaju. Escala 1:1.000.000. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/CPRM.

FEITOSA, F. A. C., MANOEL FILHO, J., FEITOSA, E. C., DEMETRIO, J. G. A. 2008. **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. (3rd ed.)**. Rio de Janeiro: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/CPRM.

FOSTER, S., HIRATA, R. 1988. **Groundwater Pollution Risk Assessment: A Methodology Using Available Data**. WHO-PAHO/HPE-CEPIS Technical Manual, Lima, Peru.

FOSTER, S., HIRATA, R., GOMES, D., D'ELIA, M., PARIS, M. 2006. **Proteção da Qualidade da Água Subterrânea: Um Guia para Empresas de Abastecimento de Água, Órgãos Municipais e Agências Ambientais**. São Paulo: Servmar.

HAMMER, Ø. 2017. Paleontological Statistics Version 3.15. **Reference manual. Natural History Museum**. University of Oslo; 253.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2017. Disponível em: <<http://www.redeacqua.com.br/2011/03/bacias-hidrograficas-do-estado-de-sergipe/>>. Acesso em 30 jun/2018.

LANDIM, P. M. B. 2011. **Análise estatística de dados geológicos multivariados**. São Paulo: oficina de textos.

MABESSOONE, J. M., CAMPOS E SILVA, A., BEURLIN, K. 1972. **Estratigrafia e Origem do Grupo Barreiras em Pernambuco. Paraíba e Rio Grande do Norte**. Revista Brasileira de Geociências, 2(3), 173-178.

ROSSETTI, D. F., BEZERRA, F. H. R., DOMINGUEZ, J. M. L. 2013. **Late Oligocene-Miocene transgressions along the equatorial and eastern margins of Brazil**. Earth-Science Reviews 123, 87-112.

SANTOS, R. A., MARTINS, A. A. M., NEVES, J. P., LEAL, R. A. 1998. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe. Texto explicativo do mapa geológico de Sergipe**. Brasília: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/CPRM; Sergipe: CODISE.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água Subterrânea 36, 39, 40, 41, 42, 202, 207
Aldeídos Aromáticos 160, 161, 167
Análise Numérica 44, 45, 51
Aquecimento 43, 101, 111, 115, 137, 138, 148, 149, 228
Aquífero 30, 31, 34, 35
Associativismo 249, 250, 251, 252, 253, 254, 257, 258

B

Biocontrole 119, 120

C

Cadastro Territorial 1, 3, 11
Células Solares 133, 137, 138, 143
Cinética de Secagem 109, 111, 112, 115, 116, 117
Classificação 32, 40, 152, 183, 184, 185, 186, 188, 192, 193, 197, 199
Comunidade 89, 137, 147, 162, 175, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258
Contaminação 29, 30, 32, 35, 37, 38, 39, 41, 201, 202, 227, 228, 231, 246
Correntes Atmosféricas 226, 227

D

Demarcação 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 256
Dispositivos Eletrônicos 93
Doença Fúngica 225, 227

E

Espectrofotometria 200, 202

F

Fenômeno Atmosférico 87, 227
Ferrugem Asiática 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 238, 239

H

Hidrodestilação 120, 122
Hidrogeologia 30, 32, 34, 42

I

Informação 31, 59, 60, 86, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 173, 179
Ionosfera 55, 56, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 74, 75

L

Larvicida 120, 121, 123, 125, 126, 128
Linha de Preamar Média 1
Lixo Eletrônico 93, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 107

M

Malha Computacional 43, 45, 49, 52, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 239
Marinha 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Material Polimérico 170, 171, 177
Mercado Informal 88
Modelagem 13, 14, 28, 43, 45, 47, 52, 111, 117, 226
Modelagem Matemática 43, 47, 117, 226
Modelagem Numérica 13, 14, 28, 43
Multivariada 30, 31, 35, 39, 41, 200, 202

O

Óleo Essencial 119, 120, 122, 124, 125, 126, 127, 128
Óleo Fúsel 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248
Onda Eletromagnética 55, 59, 61, 64, 70, 75, 82, 87

P

Pedogênese 183, 184, 186, 199
Peneiras Moleculares 146, 148
Plantas Daninhas 200, 201, 227, 246, 247
Plataforma Continental 13
Plumas de Emissários 13
Polímeros 133, 136, 138, 139, 141, 143, 144, 170, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 181, 261
Processamento 44, 45, 47, 48, 49, 52, 97, 109, 114, 137, 144, 181, 236, 241
Processo de Secagem 109, 110, 112, 114, 115
Processos Pedogenéticos 183, 185, 186, 191, 192, 194, 196, 199
Propriedades Medicinais 120

R

Reaproveitamento 105, 240, 246, 247
Região Costeira 13, 14

Resfriamento 43

Resíduos 47, 101, 103, 105, 106, 195, 240, 245, 273

S

Sílicas Mesoporosas 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 157, 158

Sistemas Dinâmicos 76

Sistemas Ópticos 76

Solventes Orgânicos 200, 202

T

Tecnologia 57, 60, 93, 95, 97, 99, 100, 104, 105, 106, 108, 239, 273

Terras Raras 133, 137, 138, 143, 259, 261, 262, 263, 268

Terrenos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12

U

Umidade 66, 77, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 123, 197, 198

V

Variabilidade Ambiental 183, 184

Vulnerabilidade 11, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 41

 **Atena**
Editora

2 0 2 0