

Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra



Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Rio de Janeiro
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares das ciências exatas e da terra

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C749 Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares das ciências exatas e da terra / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-424-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.242213108>

1. Ciências exatas e da terra - Estudo e ensino. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 507

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A obra “Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares das ciências exatas e da terra aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 26 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca do ensino e educação. As Ciências Exatas e da Terra englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Estas ciências estudam as diversas relações existentes da Astronomia/Física; Biodiversidade; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Engenharias; Geociências; Matemática/ Probabilidade e Estatística e Química. O conhecimento das mais diversas áreas possibilita o desenvolvimento das habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas. A ideia moderna das Ciências Exatas e da Terra refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de pesquisas. Neste sentido, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados a ensino e aprendizagem. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento. Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada. Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Francisco Odécio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A IMPORTÂNCIA DOS VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANT) EM TRABALHOS DE CAMPO E NOS MAPEAMENTOS TEMÁTICOS DE ANÁLISE AMBIENTAL

Victor Hugo Holanda Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131081>

CAPÍTULO 2..... 12

A HISTÓRIA DA ESTRADA DE FERRO DE ILHÉUS E A TERMODINÂMICA: CONTRIBUIÇÕES AO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Thais Barbosa dos Santos Moura

Adriano Marcus Stuchi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131082>

CAPÍTULO 3..... 32

AMBIENTE COLOABORATIVO PARA APRENDIZAGEM CONTEXTUALIZADA DE PROGRAMAÇÃO

Maísa Soares dos Santos Lopes

Rodrigo Silva Lima

João Vitor Oliveira Ferraz Silva

Helber Henrique Lopes Marinho

Alzira Ferreira da Silva

Roque Mendes Prado Trindade

Antônio Cezar de Castro Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131083>

CAPÍTULO 4..... 47

ANÁLISE DOS PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS COMO SUBSÍDIO AO ORDENAMENTO TERRITORIAL

Karla Nadal

Ronaldo Ferreira Maganhotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131084>

CAPÍTULO 5..... 60

ANÁLISE TEMPORAL DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE

José Carlos Mendonça

Thiago Pontes da Silva Peixoto

Claudio Martins de Almeida

Lorenzo Montovaneli Lazarini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131085>

CAPÍTULO 6..... 74

ANÁLISIS TOPOGRÁFICO Y MORFOMÉTRICO HIDROLÓGICAMENTE CONSISTENTE PARA LA DELIMITACIÓN DE LA CUENCA ILO-MOQUEGUA

Osmar Cuentas Toledo
Alberto Bacilio Quispe Cohaila
Aloísio Machado da Silva Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131086>

CAPÍTULO 7..... 86

APPINFOCOVID: APLICATIVO MÓVEL PARA DISPONIBILIZAR INFORMAÇÕES SOBRE A COVID-19

Helder Guimarães Aragão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131087>

CAPÍTULO 8..... 92

CONDIÇÕES SOCIAIS DE SAÚDE, SANEAMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DE MUNICÍPIOS DO OESTE DA BAHIA (BR)

Flávio Souza Batista
Manoel Jerônimo Moreira Cruz
Manuel Vitor Portugal Gonçalves
Antônio Bomfim da Silva Ramos Junior
Rodrigo Alves Santos
Cristina Maria Macêdo de Alencar
Débora Carol Luz da Porciúncula
José Jackson de Souza Andrade
Ana Cláudia Lins Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131088>

CAPÍTULO 9..... 111

CONSTRUINDO UM CANHÃO ELETROMAGNÉTICO DE BAIXO CUSTO

Carolina Rizziolli Barbosa
João Paulo da Silva Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131089>

CAPÍTULO 10..... 117

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS CINÉTICOS E TERMODINÂMICOS DA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO DO BIODIESEL COMERCIAL SOB EFEITO DE EXTRATO DE ALECRIM (*Rosmarinus Officinalis* L.)

José Gonçalves Filho
Hágata Cremasco Silva
Ana Carolina Gomes Mantovani
Letícia Thaís Chendynski
Karina Benassi Angilelli
Dionisio Borsato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310810>

CAPÍTULO 11	129
ENSINO POR EXPERIMENTAÇÃO-UMA PROPOSTA PARA O ESTUDO LEI DE LAMBERT BEER	
Pedro José Sanches Filho Alex Mercio Mendez Larrosa	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310811	
CAPÍTULO 12	144
FEIÇÕES MAGMÁTICAS NA PORÇÃO SUL DA BACIA DE CAMPOS E SUA RELAÇÃO COM O SAL	
Elisabeth de Fátima Strobino Natasha Santos Gomes Stanton	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310812	
CAPÍTULO 13	156
GEOPROCESSAMENTO DAS VIAS DE VARRIÇÃO DE REGIÕES DE UMA CIDADE USANDO A FERRAMENTA QGIS	
Jonatas Fontele Dourado Antônio Honorato Moreira Guedes Elias Cícero Moreira Guedes Marcos José Negreiros Gomes	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310813	
CAPÍTULO 14	161
INVESTIGANDO FATORES PRIMOS COM TRINCAS PITAGÓRICAS	
Alessandro Firmiano de Jesus João Paulo Martins dos Santos Juan López Linares	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310814	
CAPÍTULO 15	176
MODELAGEM DE VAZAMENTOS MARINHOS DE ÓLEO E SUSCETIBILIDADE EM ÁREAS COSTEIRAS E ESTUARINAS	
Caroline Barbosa Monteiro Phelype Haron Oleinik	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310815	
CAPÍTULO 16	190
MODELAGEM MATEMÁTICA DA MASSA DE BHA E DE BHT EM BIODIESEL POR REDES PERCEPTRON DE MÚLTIPLAS CAMADAS	
Felipe Yassuo Savada Hágata Cremasco Silva Ana Carolina Gomes Mantovani Letícia Thaís Chendynski Karina Benassi Angilelli Dionisio Borsato	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310816	

CAPÍTULO 17	202
O ENSINO DE EXPRESSÕES ALGÉBRICAS ATRAVÉS DA RECEITA DE BRIGADEIRO	
Jamile Vieira Goi	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310817	
CAPÍTULO 18	207
ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NOS LIVROS DIDÁTICOS	
Leonardo Deosti	
Ana Suellen Gomes da Silva	
Hercília Alves Pereira de Carvalho	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310818	
CAPÍTULO 19	220
PROPOSIÇÃO DE MODELOS DE REDUÇÃO DE SONDAGENS BATIMÉTRICAS PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS EM RIOS E RESERVATÓRIOS	
Felipe Catão Mesquita Santos	
Victória Gibrim Teixeira	
Mayke Nogueira de Miranda	
Laura Coelho de Andrade	
Ítalo Oliveira Ferreira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310819	
CAPÍTULO 20	236
PRÁTICAS PEDAGÓGICAS APLICADAS A APRENDIZAGEM DE TRABALHOS COM PRESSÕES ANORMAIS	
Valmir Schork	
Claudinei Aparecido Pirola	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310820	
CAPÍTULO 21	241
RISK ASSESSMENT FOR EXISTING MINE TAILING STORAGE FACILITIES IN BRAZIL	
Rafaela Baldi Fernandes	
Mônica Novell Morell	
Siefko Slob	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310821	
CAPÍTULO 22	264
SELEÇÃO DE CRITÉRIOS PARA A DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA EM EIA/RIMA DE ATERROS SANITÁRIOS PELO MÉTODO AHP	
Renan Costa da Silva	
Gerson Araujo de Medeiros	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310822	
CAPÍTULO 23	275
SUGESTÕES DE SENSORES DE BAIXO CUSTO PARA ENSINO DE FÍSICA	
Rodrigo Marques de Oliveira	

Rodrigo Coelho Ramos

Douglas Adolfo Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310823>

CAPÍTULO 24..... 283

UMA PROSPECÇÃO ANALÍTICA DO POTENCIAL DE TROCADORES DE CALOR SOLO-AR EM PELOTAS

Eduardo de Sá Bueno Nóbrega

Ana Maria Bersch Domingues

Ruth da Silva Brum

Jairo Valões de Alencar Ramalho

Régis Sperotto de Quadros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310824>

CAPÍTULO 25..... 294

USO DO *SMARTPHONE* COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO EXPERIMENTAL DE FÍSICA

Janaina Zavilenski de Oliveira

Renato Ribeiro Guimarães

Maurício Antonio Custódio de Melo

Luciano Gonsalves Costa

Perseu Ângelo Santoro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310825>

CAPÍTULO 26..... 303

UTILIZAÇÃO DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA (RPA) PARA GESTÃO TERRITORIAL E AMBIENTAL DA TERRA INDÍGENA PIRAÍ, MUNICÍPIO DE ARAQUARI/SC: ESTRATÉGIAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETO DE PISCICULTURA

Évelin Moreira Gonçalves

Ângelo Martins Fraga

Laila Freitas Oliveira de Assis

Amanda Elias Alves

Ana Carolina Schmitz da Silva

Felipe Mathia Corrêa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310826>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 315

ÍNDICE REMISSIVO..... 316

MODELAGEM DE VAZAMENTOS MARINHOS DE ÓLEO E SUSCETIBILIDADE EM ÁREAS COSTEIRAS E ESTUARINAS

Data de aceite: 20/08/2021

Data de submissão: 02/06/2021

Caroline Barbosa Monteiro

Universidade Federal do Rio Grande, Instituto
de Oceanografia
Rio Grande – RS
<http://lattes.cnpq.br/4767418752226672>

Phelype Haron Oleinik

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de
Engenharia
Rio Grande – RS
<http://lattes.cnpq.br/5323185982889744>

RESUMO: Modelos numéricos têm sido utilizados na simulação do comportamento e do transporte de vazamentos de óleo em ambientes marinhos. Um estudo numérico foi realizado utilizando um modelo de óleo acoplado a um modelo hidrodinâmico tridimensional. Foram simuladas a movimentação e comportamento de manchas para um tipo de óleo diesel e outro residual, e consideradas variações hidrodinâmicas sazonais. Os resultados representam estimativas das áreas suscetíveis ao toque do óleo em regiões próximas a duas zonas de manobras de embarcações situadas em áreas costeiras e estuarinas, além de estimativas das taxas de evaporação dos óleos vazados. Na zona marítima próxima ao canal de acesso à área estuarina analisada, as manchas de óleo atingiram trechos de praias entre as primeiras 4 e 8 h após os vazamentos. No estuário, o toque do óleo na costa ocorreu

em 1 h após o início das simulações. Para os vazamentos com óleo diesel, as perdas por evaporação oscilaram entre 13 % e 16 % na região estuarina - onde o óleo atinge as encostas ainda na primeira hora após os vazamentos, e entre 23 % e 29 % na região costeira, em que o toque do óleo na costa ocorre entre 4 e 8 h após a liberação do óleo no mar. As taxas de evaporação para o óleo residual foram consideravelmente inferiores, estimadas em 2 % para a região estuarina, em que o óleo atinge as encostas após 1 h do início dos vazamentos, e entre 3 % e 5 % para a zona costeira. A variabilidade sazonal ditou as estimativas das áreas suscetíveis ao contato com o óleo, ressaltando a necessidade de que seja considerado um número maior de condições ambientais de vazamentos marinhos de óleo para a redução de incertezas.

PALAVRAS - CHAVE: Modelagem; vazamentos de óleo; suscetibilidade; sazonalidade.

MARINE OIL SPILLS MODELLING AND SUSCEPTIBILITY IN COASTAL AND ESTUARINE AREAS

ABSTRACT: Numerical models have been used in simulating the behaviour and transport of oil spills in marine environments. A numerical study was performed using an oil model coupled to a three-dimensional hydrodynamic model. Slick movement and behaviour were simulated for one type of diesel oil and another residual oil, and seasonal hydrodynamic variations were considered. The results represent estimates of the areas susceptible to oil touch in regions near two-ship manoeuvring zones located in coastal and estuarine areas and estimates of evaporation

rates of the leaked oils. In the maritime zone near the access channel to the estuarine area analyzed, the oil slicks reached stretches of beaches between the first 4 and 8 h after the spills. In the estuary, the touching of the oil on the shore occurred within 1 h after the start of the simulations. For the diesel spills the evaporation losses ranged from 13-16 % in the estuarine region - where the oil reaches the slopes within the first hour after the spills - to 23-29 % in the coastal region, where the oil touches the shore between 4 and 8 h after the release of the oil into the sea. The evaporation rates for the residual oil were considerably lower, estimated at 2 % for the estuarine region, where the oil reaches the slopes within 1 h of the start of the releases, and between 3 % and 5 % for the coastal zone. Seasonal variability dictated the estimates of areas susceptible to oil contact, highlighting the need to consider more environmental conditions of marine oil spills to reduce uncertainties.

KEYWORDS: Modelling; oil spills; susceptibility; seasonality.

1 | INTRODUÇÃO

Como a navegação ainda é o principal meio para o transporte de bens comercializáveis, o aumento dos riscos ambientais associados a vazamentos marinhos de óleo tem acompanhado o crescimento das transações marítimas globais (Azevedo et al., 2017).

Áreas marítimas e interiores costumam ser refúgios provisórios, onde as embarcações podem fundear para a execução de reparos. Porém, algumas destas áreas apresentam peculiaridades hidrodinâmicas que dificultam a livre e segura movimentação de embarcações, demandando o estabelecimento de zonas de praticagem, também denominadas de zonas de manobra. Estas são regiões de notável risco de vazamentos acidentais de óleo entre outros sinistros que comprometem a segurança. Nessas regiões são prestados serviços auxiliares aos comandantes de embarcações, e cuidados essenciais à prevenção da poluição ambiental e à segurança e habitabilidade de embarcações e plataformas marítimas (Brasil, 1997).

Portanto, os modelos de óleo são ferramentas de baixo custo operacional que permitem o monitoramento dos impactos negativos de vazamentos marinhos de óleo, sendo utilizados tanto em atividades rotineiras das fases de detecção e insperção, quanto na etapa de respostas a esses acidentes, em que devem ser adotadas ações emergenciais como o dimensionamento da carga vazada e práticas e execução de planos de contingência (figura 1). Adicionalmente, também permitem representar os processos oceanográficos e atmosféricos particularmente atrelados à dinâmica do óleo no mar (HA, 2018).

Após um vazamento, o óleo concentra-se na superfície do mar, facilitando a evaporação dos compostos mais voláteis (CARROLL et al., 2018). Na sequência, as manchas se espalham nas superfícies e subsuperfícies dos locais atingidos, enquanto sofrem alterações físico-químicas (FINGAS e BROWN, 2018). Esses processos são denominados de intemperismo.

A evaporação é um dos processos mais importantes para a remoção natural de óleo vazado na superfície do mar, e age ainda entre as primeiras 24 e 48 h após um vazamento de óleo (SCHOLZ et al., 1999). A remoção das frações mais voláteis geralmente acontece em poucas horas, sendo influenciada principalmente pela velocidade do vento, pela localização e pelo tamanho do mancha de óleo (FINGAS, 1995 e 1999).

Óleos gerados pela mistura de compostos mais leves tendem às maiores perdas de massa por evaporação e menores tempos de persistência no meio. Já os óleos mais pesados são mais afetados pela emulsificação, que promove o aumento de massa específica até que atinja os valores semelhantes aos da água (French-McCay, 2009). Vazamentos de óleos pesados, como os combustíveis do tipo bunker, representam os piores cenários em termos de degradação (Alves et al., 2016). Estes óleos são dificilmente assimilados por processos naturais, e em alguns casos favorecerem a formação de *tarballs*, termo traduzido do inglês (*tar* de alcatrão) para referir-se as gotas de petróleo de que desprendem das manchas e são submetidas ao intemperismo marinho, sendo capazes de persistirem no ambiente por longos períodos (GOLIK, 1982; MENDELSSOHN et al., 2012 e ZAKARIA, OKUDA, e TAKADA, 2001).

O estudo da suscetibilidade à ocorrência de acidentes de poluição por derrame de óleo está entre as exigências da legislação ambiental brasileira e também de grande parte dos países (KANKARA, AROCKIARAJ e PRABHU, 2016). Em vista da ausência de uma terminologia consolidada para análises da suscetibilidade em modelagens de vazamentos marinhos de óleo, o termo assumido nesta pesquisa é o que define a suscetibilidade ao óleo com uma estimativa das áreas de distribuição carga poluidora (Alves et al., 2016; Marques et al., 2017; Monteiro et al., 2020). Nas poligonais de suscetibilidade são geradas interações entre o agente de perigo, a mancha de óleo advectada no mar, e os elementos vulneráveis, como os componentes dos compartimentos ambientais, que possuem diferentes níveis de sensibilidade ambiental ao contato com o óleo.

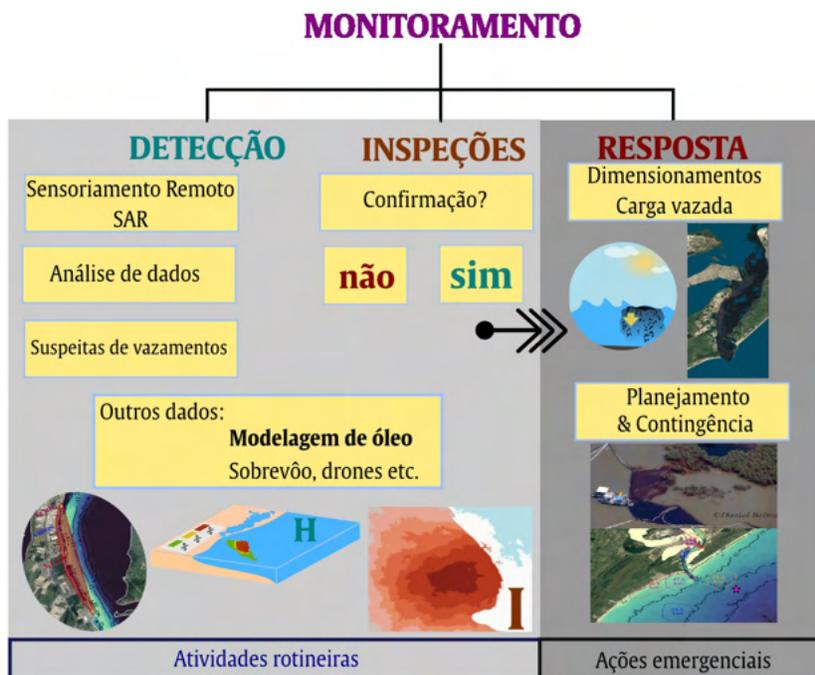


Figura 1 – Ilustração das contribuições na modelagem de vazamentos de óleo marinho no monitoramento dos riscos e impactos ambientais negativos.

2 | METODOLOGIA

A metodologia consistiu na aplicação acoplada do modelo numérico hidrodinâmico tridimensional TELEMAC-3D e do modelo de óleo ECOS (*Easy Coupling Oil System*) para simulação de derrames em duas zonas de manobras de embarcações da região sul da Plataforma Continental Sul do Brasil (PCSB), a ZP-19 (32°14'02"S e 51°58'05"W) e a ZP-20 (32°03'21"S e 52°03'12"W), datum SIRGAS 2000 (figura 2). Foram simulados 16 derrames de óleo de 13,53 m³, sendo 8 simulações por zonas de manobra, e 1 evento por estação do ano, realizada para os 365 dias de 2011. Para uma análise mais completa do comportamento de óleos em casos de derrames para área do estudo, foram considerados dois tipos diferentes de óleo manipulados na região, um óleo tipo *bunker* com massa específica de 964 kg/m³ e um óleo diesel com massa específica de 801,9 kg/m³. Todas as simulações tiveram duração de 24 h.

A suscetibilidade foi avaliada considerando a variabilidade sazonal das áreas das manchas de óleo simuladas. Poligonais representando as áreas de contato com o óleo foram calculadas conforme realizado em Alves et al. (2016). A sensibilidade ambiental foi obtida das cartas de sensibilidade ao óleo elaboradas para a baía de Pelotas com índices de sensibilidade do litoral (ISL) aumento de 1 a 10 com a vulnerabilidade ambiental (NICOLODI et al., 2016).

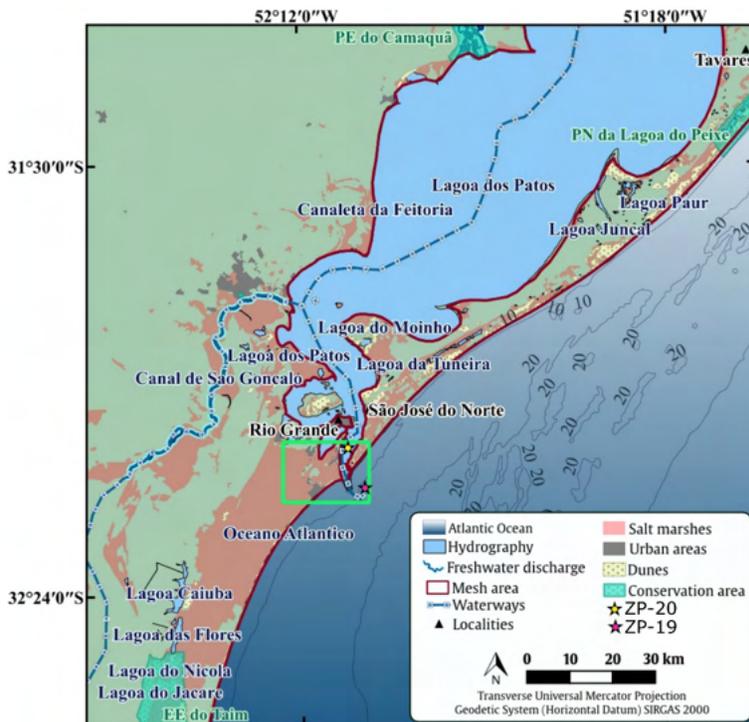


Figura 2 - Área estudada indicada pelo retângulo verde, com destaques dos pontos de inicialização dos vazamentos no estuário (ZP-20: Zona de Praticagem da Lagoa dos Patos, rios, portos e terminais interiores) e na Zona de Praticagem do Porto de Rio Grande (ZP-19).

Nas fronteiras dos principais cursos hídricos que desembocam na Lagoa dos Patos e nos limites oceânicos do domínio computacional foram impostas condições de contorno líquidas. A figura 3 ilustra a malha de elementos finitos utilizada e como foram prescritos os diferentes tipos de dados das condições de contorno no domínio computacional. Na linha de costa e nos leitos marinhos e estuarinos foram aplicadas condições de contorno estáticas.

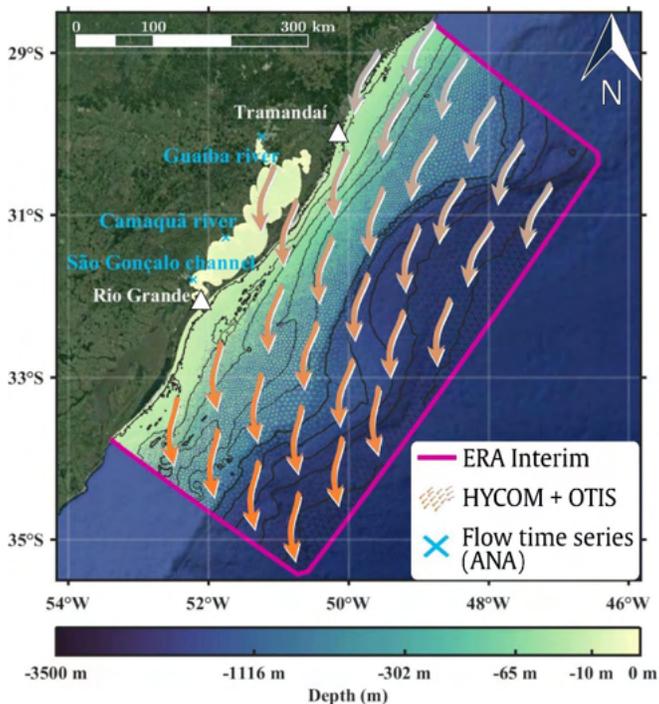


Figura 3 - Malha de elementos finitos utilizada e os diferentes tipos de dados aplicados para gerar as condições iniciais e de contorno do domínio numérico do estudo.

Os dados de modelos globais oceanográficos e atmosféricos foram interpolados aos nós da grade computacional do estudo para o período simulado. As condições iniciais e de contorno oceânicas foram prescritas por componentes de marés astronômicas, de velocidade e direção das correntes, salinidade e temperatura. O modelo também foi forçado pelas marés astronômicas do modelo global OSU Tidal Inversion System (OTIS, Egbert e Erofeeva, 2002) no limite oceânico, com resolução temporal de 24 h. Os demais dados oceanográficos foram obtidos do experimento 19,1 do Projeto HYCOM + NCODA Global 1/12° Reanalysis, modelo de simulação oceânica global de larga escala, patrocinado pelo National Ocean Partnership Program (NOPP) e com resolução espacial de 0,08° e temporal de 24 h. Para a prescrição dos contornos líquidos fluviais foram interpolados dados diários dos volumes de descarga dos rios nos pontos do domínio numérico correspondentes às desembocaduras de dois dos principais rios afluentes da Lagoa dos Patos (Rio Guaíba e Rio Camaquã), obtidos de séries temporais disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas. Para o Canal do São Gonçalo, dada a ausência de séries temporais de vazão, foi adotada a descarga média de 600 m³/s obtida de Oliveira et al. (2015). Dados de pressão atmosférica na superfície, ventos e temperatura do ar (resolução espacial de 0,75° [≈ 8m] e temporal de 6 h) foram retirados da reanálise global do projeto ERA-Interim do Centro Europeu para previsões atmosféricas de médio prazo (ECMWF, Simmons, 2006), aplicados

como condições de contorno superficiais.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da trajetória das partículas de óleo foi conduzida pela representação de cenários instantâneos de movimentação das manchas de óleo para as diferentes estações do ano consideradas, juntamente com dados de velocidade de ventos (setas verde escuras) e correntes (representadas pelas setas em cor sépia) nas figuras 4-A e 4-B, para os vazamentos inicializados, respectivamente na ZP-19 e na ZP-20. Na zona marítima próxima ao canal de acesso à área estuarina analisada, as partículas de óleo atingiram zonas praias nas primeiras 4 e 8 h após os derrames. No estuário, o toque do óleo na costa ocorreu em 1 h após o início das simulações. As manchas de óleo da ZP-19 apresentaram áreas superiores aos casos do estuário (figura 4-A), e na maior parte das simulações, a trajetória das partículas atingiu áreas de maior sensibilidade ao óleo (ISL 3 e 6). Conforme a figura 4 nota-se que as condições de verão e outono geraram os maiores polígonos de suscetibilidade ($66,4 \text{ km}^2$ e $50,5 \text{ km}^2$), com o óleo atingindo áreas de pesca, aquacultura e atividades recreativas nos Molhes da Barra e no Balneário do Cassino. No estuário, apesar das áreas finais serem menores, as partículas de óleo atingiram setores mais sensíveis, como a Ilha dos Marinheiros, o Saco da Mangueira e a Ilha da Torotama (ISL 10 com banhados, marismas, dunas, pesca artesanal e recreativa, aquacultura), a Ilha do Terraplino (ISL 6 e 10 com instalações pesqueiras e navais) entre outras regiões críticas (figura 5). Para as condições avaliadas, a movimentação das manchas de óleo na região costeira apresentaram a maior extensão, movimentando-se em uma extensão de 45 km (figura 6) nos cenários de outono e verão, com as partículas de óleo atingindo áreas do balneário do Cassino, pontos dos molhes da barra e da desembocadura da lagoa dos patos como destino final. Conforme verificado na figura 6, a trajetória das partículas das condições de inverno, por serem as mais energéticas, resultaram em manchas de óleo mais extensas (50 km). A variabilidade das áreas e das poligonais de suscetibilidade alertam para a necessidade de um conjunto maior de simulações, reduzindo as incertezas esperadas pela variabilidade das forças atmosféricas e oceanográficas que comandam a movimentação e o comportamento das manchas de óleo na região.

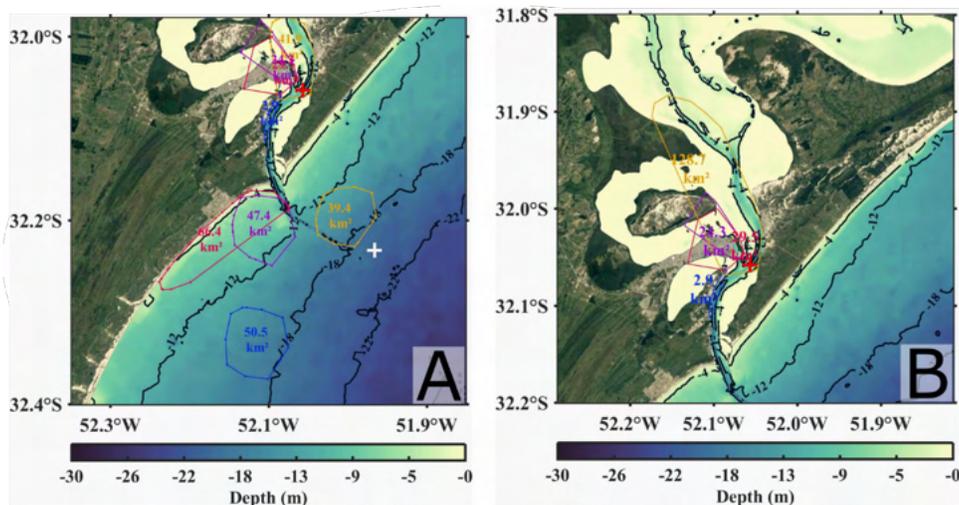


Figura 4 - Poligonais de suscetibilidade ao toque de óleo para a ZP-19 (A) e ZP-20 (B).

Além da movimentação das partículas de óleo no mar, o comportamento de partículas de óleo também foi avaliado estimando as taxas de evaporação.

Os resultados mostram que na maior parte dos eventos simulados na zona marítima próxima ao canal de acesso de uma área lagunar, as partículas de óleo atingiram algumas zonas praias entre as primeiras 4 e 8 h posteriores ao início das simulações dos derrames (figuras 7 e 8). Nas zonas estuarinas, as partículas de óleo atingiram as encostas lagunares em até 1 h de simulação. Nas simulações com óleo diesel para a zona de praticagem situada na área estuarina, as perdas são entre 13 % e 16 %, com o toque do óleo na costa ocorrendo após 1 h de simulação (figura 7). Para a região costeira, as taxas de evaporação variaram entre 23 % e 29 %, possivelmente superiores devido ao maior período necessário ao toque do óleo na costa, entre 4 e 8 h após os derrames. Para o óleo bunker, supostamente por tratar-se de um óleo mais pesado e residual, as taxas de evaporação variam entre 2 % na região estuarina e entre 3 % e 5 % para a zona costeira (figura 8). Provavelmente as maiores taxas das áreas costeiras, em comparação aos valores da zona estuarina, são devido ao maior tempo para a ocorrência do toque do óleo na costa.

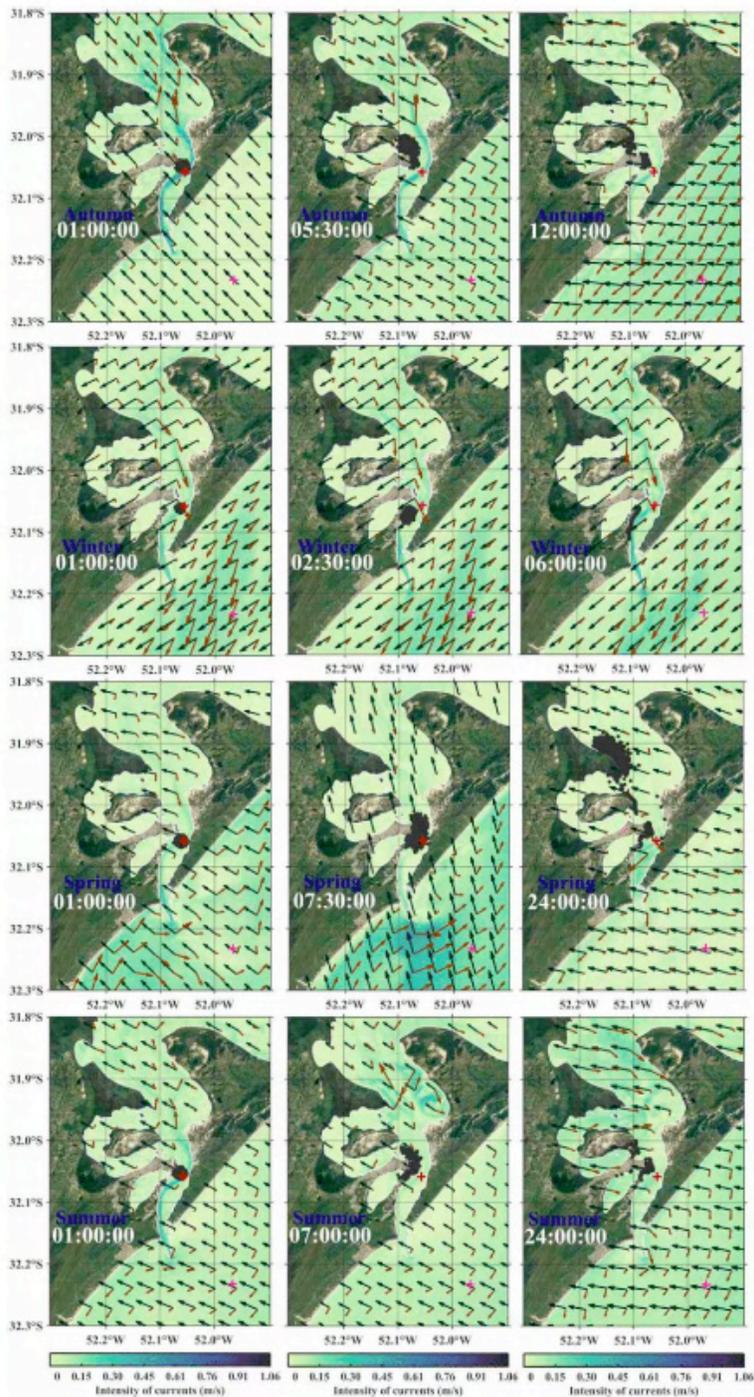


Figura 5 - Representações das trajetórias das partículas de óleo para as diferentes condições sazonais simuladas para a ZP-20. Partículas de óleo ilustradas pelos pontos pretos, dados de velocidade de ventos (setas verde escuras) e correntes (representadas pelas setas em cor sépia), e a intensidade de correntes representada pela barra de cores.

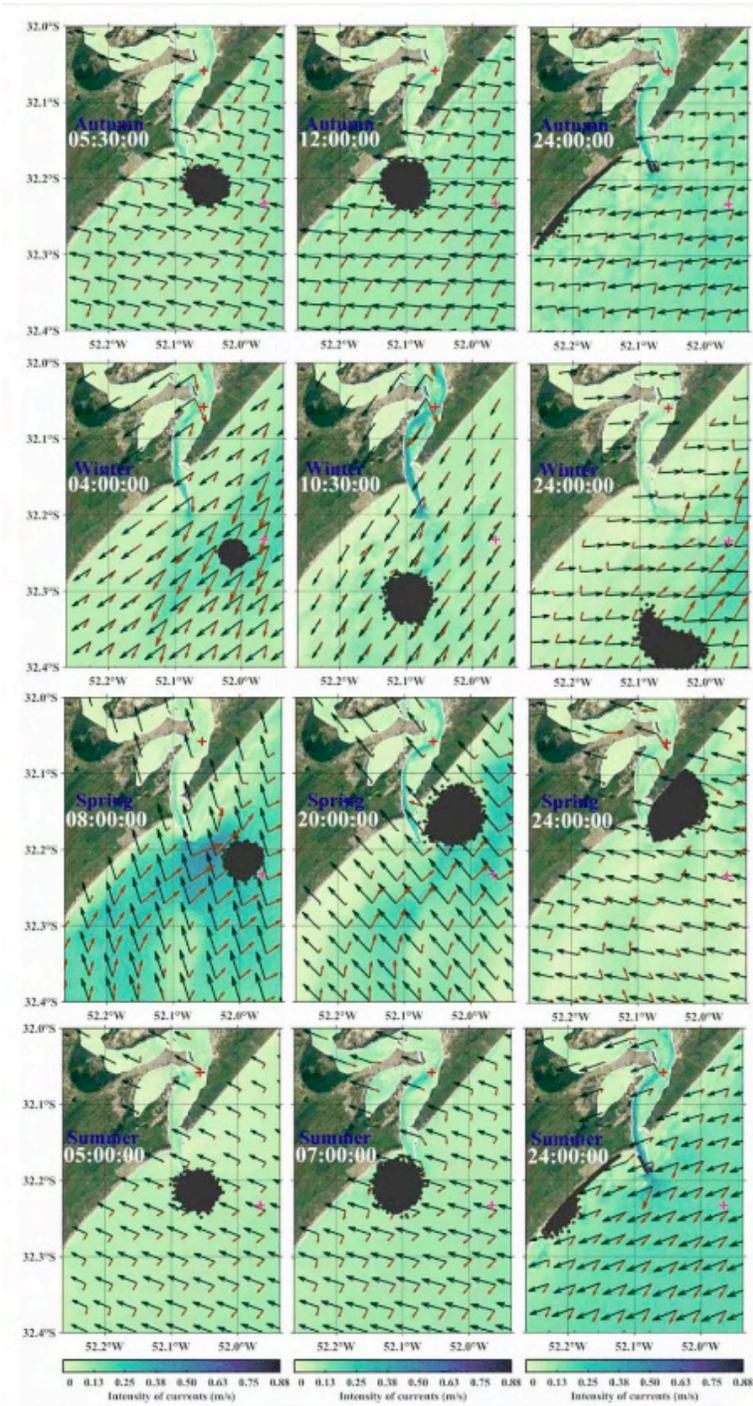


Figura 6-Representações das trajetórias das partículas de óleo para as diferentes condições sazonais simuladas para a ZP-19. Partículas de óleo ilustradas pelos pontos pretos, dados de velocidade de ventos (setas verde escuras) e correntes (representadas pelas setas em cor sépia), e a intensidade de correntes representada pela barra de cores.

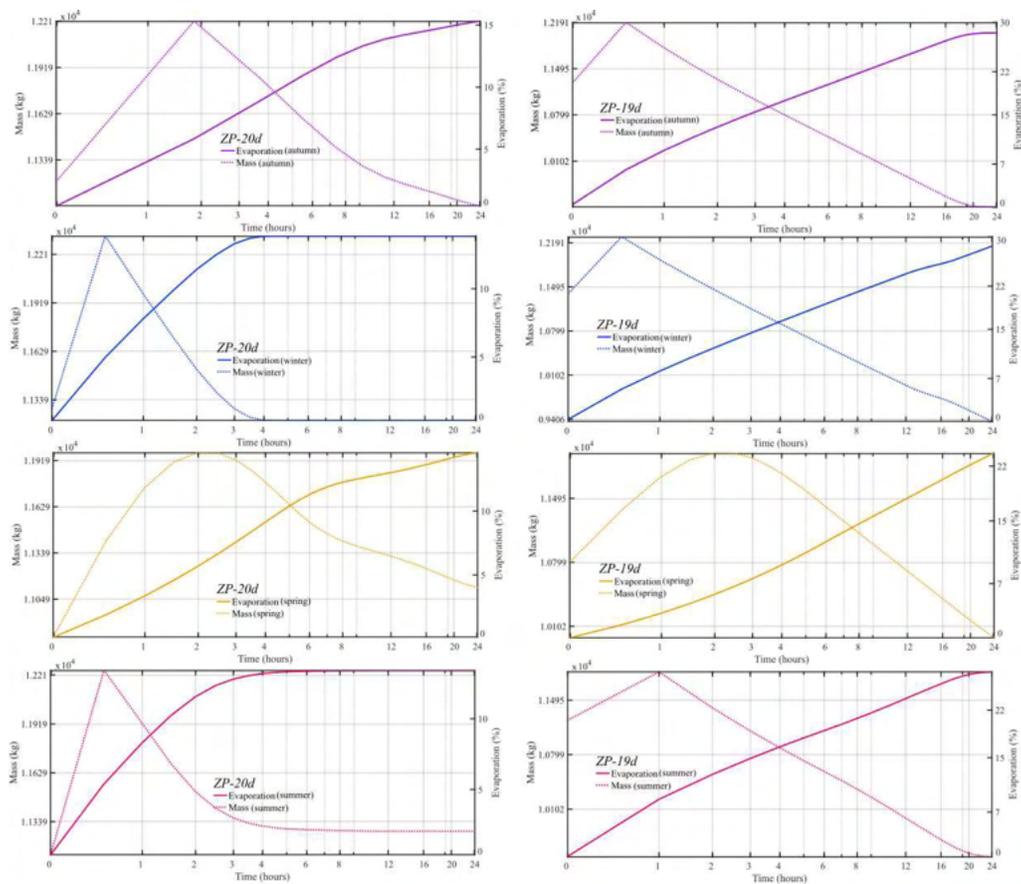


Figura 7 - Taxas de evaporação dos casos com óleo diesel (ZP-19d e ZP-20d).

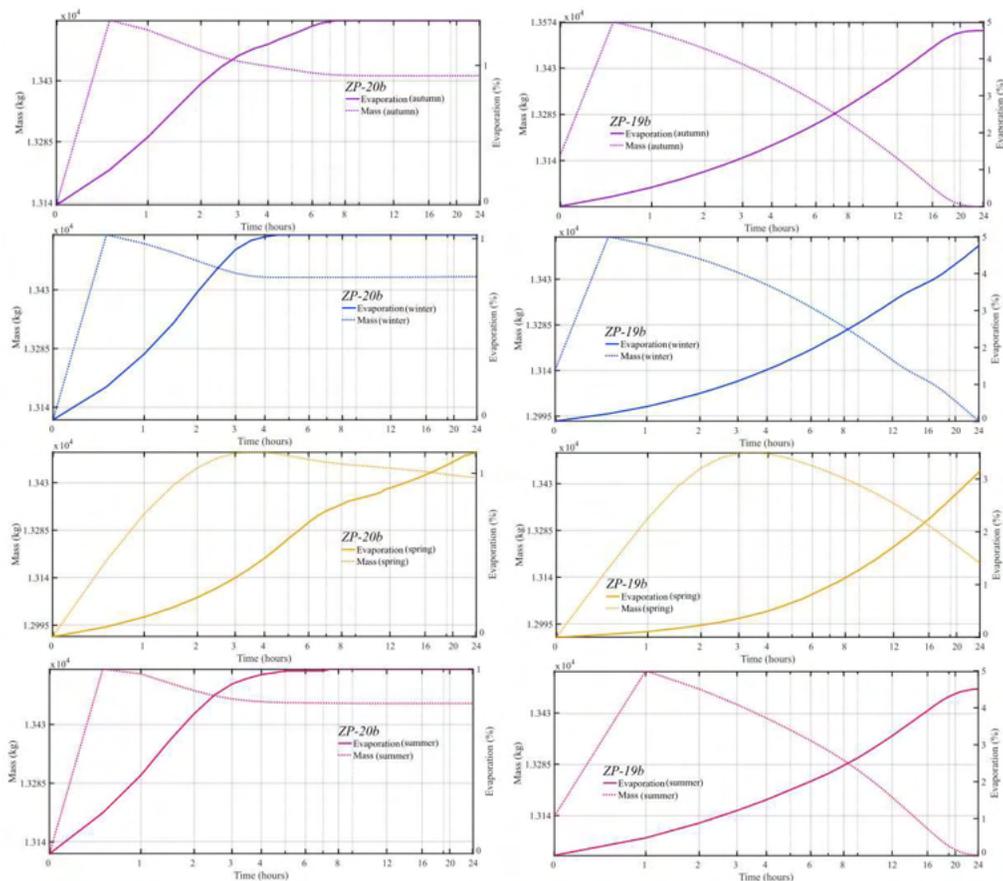


Figura 8 - Taxas de evaporação dos casos com óleo bunker (ZP-19b e ZP-20b).

Uma limitação do modelo de óleo utilizado é que o retorno das partículas de óleo à água é desconsiderado para os passos de tempo posteriores ao toque do óleo na costa. Assim, à medida que as partículas alcançam a linha de costa, o modelo de óleo deixa de simular alguns efeitos como o retorno de partículas de óleo à água por mudanças nos padrões de ventos, por exemplo, frequentemente ocorrentes na região do estudo. Desta forma, apesar das simulações de óleo terem sido realizadas para as primeiras 24 h seguintes aos derrames, o modelo deixou de calcular as taxas de evaporação para os instantes posteriores ao toque das partículas nas faixas costeiras, os contornos sólidos da malha. Apesar das limitações, as taxas de evaporação mostraram-se consistentes às observadas em estudos similares (Fingas, 1995, 1999; Chao, Shankar, e Cheong, 2001; Badri e Azimian, 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os vazamentos modelados demonstraram que, além de comprometerem a qualidade ambiental das zonas costeiras, tais tipos de derrames ainda poderiam prejudicar alguns usos múltiplos dos estuários, como as atividades navais, industriais, de lazer e pesqueiras. Os resultados obtidos poderão contribuir para a definição de medidas emergenciais em caso de incidentes semelhantes, além de minimizar os possíveis danos ambientais. Como as trajetórias das partículas de óleo apresentaram notável variabilidade, devido às oscilações esperadas para as forçantes oceanográficas e meteorológicas envolvidas, estimativas da suscetibilidade poderão ser baseadas em condições mais variáveis de simulações, favorecendo a redução das incertezas quanto à suscetibilidade ao contato com o óleo.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão das bolsas de estudo, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo contrato 304227/2016-1, ao Centro Nacional de Supercomputação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que auxiliaram o desenvolvimento deste trabalho. Agradecem também ao ECMWF e HYCOM pelos dados meteorológicos e oceanográficos, e a ANA pelos dados fluviais utilizados nas condições de contorno do modelo. Também ao Consórcio Open TELEMAC-MASCARET por disponibilizar o modelo TELEMAC-3D gratuitamente e à Universidade Federal do Rio Grande pela liberação do uso do código do ECOS.

REFERÊNCIAS

- ALVES, T. M. et al. **Hindcast, GIS and susceptibility modelling to assist oil spill clean-up and mitigation on the southern coast of Cyprus (Eastern Mediterranean)**. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, v. 133, p. 159-175, 2016.
- AZEVEDO, A. et al. **An oil risk management system based on high-resolution hazard and vulnerability calculations**. Ocean & Coastal Management, v.136, p.1-18, 2017.
- BADRI, M. A.; AZIMIAN, A. R. **Oil spill model based on the Kelvin wave theory and artificial wind field for the Persian Gulf**. Indian J. Mar. Sci. 39, 165–181, 2010.
- BRASIL. **Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências**. Brasília, 1997.
- CARROLL, J. F.; VIKEBØ, D.; HOWELL, O. J. et al. **Assessing impacts of simulated oil spills on the Northeast Arctic cod fishery**. Marine Pollution Bulletin, v. 126, p. 63-73, 2018.
- CHAO, X.; SHANKAR, N. J.; CHEONG, H. F. **Two-and three-dimensional oil spill model for coastal waters**. Ocean engineering, v. 28, n. 12, p. 1557-1573, 2001.

EGBERT, G. D.; EROFEEVA, S. Y. **Efficient inverse modeling of barotropic ocean tides.** Journal of Atmospheric and Oceanic technology, v. 19, n. 2, p. 183-204, 2002.

FINGAS, M. F. **The evaporation of oil spills: development and implementation of new prediction methodology.** In: International Oil Spill Conference. American Petroleum Institute, 1999. p. 281-287.

FINGAS, M.; BROWN, C. E. **A review of oil spill remote sensing.** Sensors, v. 18, n. 1, p. 91, 2018.

FINGAS, M.F. **A literature review of the physics and predictive modelling of oil spill evaporation.** Journal of hazardous materials, v. 42, n. 2, p. 157-175, 1995.

FRENCH-MCCAY, D. **State-of-the-art and research needs for oil spill impact assessment modeling.** In: Proceedings of the 32nd AMOP Technical Seminar on Environmental Contamination and Response, Emergencies Science Division, Environment Canada, Ottawa, ON, Canada. 2009. p. 601-653.

GOLIK, A. **The distribution and behaviour of tar balls along the Israeli coast.** Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 15, n. 3, p. 267-276, 1982.

HA, M-J. **Modeling for the allocation of oil spill recovery capacity considering environmental and economic factors.** Marine Pollution Bulletin, v. 126, p. 184-190, 2018.

KANKARA, R. S.; AROCKIARAJ, S.; PRABHU, K. **Environmental sensitivity mapping and risk assessment for oil spill along the Chennai Coast in India.** Marine Pollution Bulletin, v. 106, n. 1-2, p. 95-103, 2016.

MARQUES, W. C. et al. **Numerical modeling of the Tramandaí beach oil spill, Brazil: Case study for January 2012 event.** Applied Ocean Research, v. 65, p. 178-191, 2017.

MENDELSSOHN, I. A. et al. **Oil impacts on coastal wetlands: implications for the Mississippi River Delta ecosystem after the Deepwater Horizon oil spill.** BioScience, v. 62, n. 6, p. 562-574, 2012.

MONTEIRO, C. B. et al. **Susceptibility to oil spill spreading using case studies and simulated scenarios.** Environmental Pollution, v. 267, p. 115451, 2020.

NICOLODI, J. L. et al. **Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia Marítima de Pelotas.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 116p. 2016.

OLIVEIRA, H. A. et al. **Processos Hidrológicos e Hidrodinâmicos da Lagoa Mirim.** Rev. Bras. Recursos Hídricos/Braz. J. Water Resour., v. 20, p. 34-45, 2015.

SCHOLZ, D. K. et al. **Fate of spilled oil in marine waters: Where does it go, what does it do, and how do dispersants affect it?** Prepared by Scientific and Environmental Associates, Inc., Cape Charles, VA. Prepared for the American Petroleum Institute, Washington, DC. API Publ, v. 4691, p. 43, 1999.

ZAKARIA, M. P.; OKUDA, T.; TAKADA, H. **Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAHs) and hopanes in stranded tar-balls on the coasts of Peninsular Malaysia: applications of biomarkers for identifying sources of oil pollution.** Marine Pollution Bulletin, v. 42, n. 12, p. 1357-1366, 2001.

ÍNDICE REMISSIVO

SÍMBOLOS

7 12, 30

A

Agrometeorologia 60

Alto do Cabo Frio 144, 145, 146, 153

Análise Ambiental 10, 1, 11, 48, 49

Análise Instrumental 129, 131, 133, 134, 141, 142, 143

Anomalia magnética 144, 147, 148, 149, 151, 152

Anos Finais do Ensino Fundamental 10, 12, 13, 14, 16, 30

Antioxidantes Naturais 117, 125, 126, 192

Aprendizagem Colaborativa Suportada por Computador 32, 34

Aquífero Bambuí 93, 94, 97, 103, 105, 106, 108

B

Barragem 224, 229, 241, 260

Batimetria 221, 224

Biodiesel 11, 12, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 198, 201

C

Canhão eletromagnético 111, 112, 113, 115

Código Python 161

Construção de fotocolorímetros 129

Contextualização 12, 16, 18, 33, 34, 37, 207, 209, 210, 212, 213, 214, 215

Covid-19 11, 86, 87, 89, 90

Cuenca Hidrográfica 74, 75, 76, 77

D

DEM 74, 76, 77, 78, 81, 82, 83

Drones 1, 2, 3, 6, 10

E

Educação Contextualizada 32

Ensino de Ciências 12, 13, 17, 30, 141, 142, 206, 207, 209, 218, 315

Ensino de Física 13, 13, 14, 16, 29, 30, 207, 219, 275, 276, 281, 282, 294, 301

Ensino de Matemática 161, 315

Estabilidade Oxidativa 117, 120, 122, 125, 126, 127, 190

Experimentos 21, 25, 26, 27, 28, 130, 131, 139, 212, 236, 237, 276, 277, 278, 279, 281, 294, 297, 298, 300, 301, 302

Expressões Algébricas 13, 202, 203, 204, 205, 206

F

Fragilidade Ambiental 47, 50, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59

Frequências de Varrição 156

G

Geoprocementação 74, 77, 82

Geotecnologias 1, 2, 5, 47, 49, 50, 56, 157

Gerenciamento 34, 37, 42, 43, 57, 94, 95, 241, 271

Gestão Ambiental 48, 57, 106, 264

I

Imagens de satélite 2, 53, 60, 61

Impactos ambientais 5, 179, 264, 265, 266, 268, 269, 271, 272, 273, 308, 313

Injustiça social 93

Instrumentação com Arduino 275

L

Laboratório Remoto 32, 34, 36, 37, 38, 39, 44

M

Modelagem 12, 142, 176, 179, 190, 192, 224, 286, 292

Modelo Analítico 283, 285, 286, 287, 288, 290, 291

N

Nitrato 93, 94, 104, 105, 106, 107

Nível d'água 221, 224, 234

Nível de redução 221

O

Ordenamento Territorial 10, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58

P

Pandemia 86, 87, 88

Período de Indução 117, 120, 121, 190, 191, 193, 194, 201

Pesquisa documental 207

Potencial Geológico 283

Pressões anormais 13, 236, 237, 239

Processamento Geográfico 156

Programação de Computadores 32, 33, 34, 35, 44

R

Rancimat 117, 118, 120, 122, 126, 193

Receita culinária 202, 205

Recursos didáticos 207

Redes Neurais 57, 191, 192, 193, 195, 198, 199, 200, 201

Resíduos Sólidos 99, 100, 108, 264, 265, 267, 270, 271, 273, 274

Risco 27, 48, 91, 105, 177, 215, 241, 305, 308

Rupturas 241

S

Saneamento 11, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 106, 107, 108, 109, 110, 245, 259, 274

Sazonalidade 68, 176

Sensores de baixo custo 13, 275

Sensoriamento Remoto 1, 2, 4, 5, 11, 58, 59, 60, 61, 62, 72, 73, 159, 308, 313

SIG 2, 10, 49, 50, 63, 74, 157, 159, 310

Sistema de Informação Geográfica 156, 157, 310

Smartphones 294, 295, 296, 297, 298, 300, 301, 302

Solenóide 111, 112, 113, 114, 115, 116

Suscetibilidade 12, 49, 151, 176, 178, 179, 182, 183, 188

T

Tectonoestratigrafia 144

Teledetección 74

Termodinâmica 10, 12, 13, 15, 19, 20, 22, 30, 278

Teste de Primalidade 161, 164, 166, 172

TMI e TMIN 93, 106

Trocadores de calor solo-ar (TCSA) 283

V

Vazamentos de óleo 176, 179

Vulcânico 144, 145, 153

Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra



Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra

