

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

Francisco Odécio Sales
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

Francisco Odécio Sales
(Organizador)


Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª 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 Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andreza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. 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. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Kimberly Elisandra Gonçalves Carneiro
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: exploração e qualificação de diferentes tecnologias 3 / 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 978-65-5706-712-3

DOI 10.22533/at.ed.123211301

1. Terra. 2. Ciências Exatas. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 551.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 3” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus 22 capítulos. Esse 3º volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos das Ciências exatas e da Terra, bem como suas reverberações e impactos econômicos e sociais.

Tal obra objetiva publicizar de forma objetiva e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais. Em todos os capítulos aqui expostos a linha condutora é o aspecto relacionado às Ciências Naturais, tecnologia da informação, ensino de ciências e áreas afins.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação, tecnologia, ensino de ciências e demais temas. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia, ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos, físicos, econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância, bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 3 apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida, apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Francisco Odécio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A COMPARATIVE STUDY BETWEEN MICROSTRUCTURE AND MICROHARDNESS IN HYPEREUTECTIC Al-Fe ALLOY PROCESSED BY LASER SURFACE REMELTING

Moises Meza Pariona

DOI 10.22533/at.ed.1232113011

CAPÍTULO 2..... 15

UMA ANÁLISE DA COMERCIALIZAÇÃO E CONTROLE METROLÓGICO DE GNV NO BRASIL

Edisio Alves de Aguiar Junior

Rodrigo Ornelas de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.1232113012

CAPÍTULO 3..... 22

ANÁLISE DE FALHA POR MEIOS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE RAIOS-X DE UM SENSOR DE TRANSMISSÃO AUTOMÁTICA AUTOMOTIVA

Miguel Angel Neri Flores

DOI 10.22533/at.ed.1232113013

CAPÍTULO 4..... 35

ASTROFÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Karina Edilaini da Silva Barros

DOI 10.22533/at.ed.1232113014

CAPÍTULO 5..... 48

AVALIAÇÃO DE METAIS EM LODO RESIDUAL DE UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGEM DE PAPEL RECICLADO NO INTERIOR DO PARANÁ

Amália Gelinski Gomes

Cristiana da Silva

Délia do Carmo Vieira

Adriana Pereira Duarte

Janksyn Bertozzi

Alessandra Stevanato

DOI 10.22533/at.ed.1232113015

CAPÍTULO 6..... 68

BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS E DE FABRICAÇÃO: IMPORTÂNCIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DE PIMENTA *CAPSICUM*

Cleide Maria Ferreira Pinto

Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto

Roberto Fontes Araújo

Sérgio Mauricio Lopes Donzeles

DOI 10.22533/at.ed.1232113016

CAPÍTULO 7.....99

COMPARATIVO ENTRE TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM GEOESTATÍSTICA EM UMA PARCELA EXPERIMENTAL

Ícaro Viterbre Debique Sousa
Heron Viterbre Debique Sousa
Antonio Mendes Magalhães Júnior
Paulo Henrique Gomes dos Santos
Álvaro Vinícius Machado
Igor Luis de Castro Faria
Hudson Marques Machado
Marcus Vinícius Gonçalves Antunes

DOI 10.22533/at.ed.1232113017

CAPÍTULO 8..... 107

CORRELAÇÃO ENTRE DPL E SPT PARA CAMADA DE AREIA EM DEPÓSITO EÓLICO DE FORTALEZA, CEARÁ

Samuel Castro Prado
Giullia Carolina de Melo Mendes
Marcos Fábio Porto de Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.1232113018

CAPÍTULO 9..... 115

DENSIDADE E SUCESSÃO ECOLÓGICA DAS ÁREAS CILIARES NA MICROBACIA URBANIZADA DO MUNICÍPIO DE GURUPI-TO

Marcos Vinicius Cardoso Silva
Asafe Santa Bárbara Gomes
Maria Cristina Bueno Coelho
Nelita Gonçalves Faria de Bessa
Juliana Barilli
Marcos Vinicius Giongo Alves
Maurilio Antonio Varavallo
Mauro Luiz Erpen
Yandro Santa Brigida Ataíde
Mathaus Messias Coimbra Limeira

DOI 10.22533/at.ed.1232113019

CAPÍTULO 10..... 125

ELETRODO DE GRAFITE EXTRAÍDO DE PILHA COMUM E SUA REUTILIZAÇÃO NA ELETRÓLISE DA SALMOURA

Amanda Maria Barros Alves
Aurelice Barbosa de Oliveira
Filipe Augusto Gomes Braga
Marcus Raphael Souza Leitão

DOI 10.22533/at.ed.12321130110

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 11 | 134 |
| FITÓLITOS DE SEDIMENTOS E PLANTAS – MÉTODOS DE EXTRAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES | |
| Heloisa Helena Gomes Coe David Oldack Barcelos Ferreira Machado Sarah Domingues Fricks Ricardo Karina Ferreira Chueng | |
| DOI 10.22533/at.ed.12321130111 | |
| CAPÍTULO 12 | 150 |
| INUNDAÇÕES NA BACIA DO RIBEIRÃO CAMBÉ: CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO E À GESTÃO PÚBLICA DE LONDRINA – PR | |
| Gilnei Machado | |
| DOI 10.22533/at.ed.12321130112 | |
| CAPÍTULO 13 | 162 |
| MEDIÇÃO EXPERIMENTAL E MODELAGEM TERMODINÂMICA DO EQUILÍBRIO LÍQUIDO-LÍQUIDO DE SISTEMAS CONTENDO ETANOL, ACETATO DE ETILA E ÁGUA | |
| Natalia Inacio Lourenço Edson Massakazu de Souza Igarashi Pedro Felipe Arce-Castillo | |
| DOI 10.22533/at.ed.12321130113 | |
| CAPÍTULO 14 | 173 |
| MODIFICAÇÃO NA ESTRUTURA MOLECULAR DO ÁCIDO SALICÍLICO E BIOENSAIOS TOXICOLÓGICOS FRENTE A LARVAS DE <i>Artemia salina</i> LEACH | |
| Carlos Eduardo Rodrigues Aguiar Yasmim dos Santos Alves Tatiana de Almeida Silva Bruna Barbosa Maia da Silva Jaqueline Ferreira Ramos Josefa Aqueline da Cunha Lima Jadson de Farias Silva Juliano Carlo Rufino Freitas | |
| DOI 10.22533/at.ed.12321130114 | |
| CAPÍTULO 15 | 184 |
| O USO DO SIG NO DESENVOLVIMENTO DOS GRUPOS DE ESTUDOS: O CASO DO GRUPO “ANÁLISE GEOAMBIENTAL E SUAS PAISAGENS DE EXCEÇÃO” - ANGEO | |
| Ana Carla Alves Gomes Ana Lúcia Moura Andrade Emerson Rodrigues Lima Gabriely Lopes Farias Thaís Helena Nunes da Silva Maria Lúcia Brito da Cruz | |
| DOI 10.22533/at.ed.12321130115 | |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 16 | 196 |
| POTENCIAL SOLAR NA ILHA DE FLORIANÓPOLIS – PROPOSTA DE MÉTODO | |
| Vivian da Silva Celestino Reginato | |
| DOI 10.22533/at.ed.12321130116 | |
| CAPÍTULO 17 | 211 |
| QUEIJOS COLONIAIS COMERCIALIZADOS NA MICRORREGIÃO DE FRANCISCO BELTRÃO, PARANÁ: AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE RESISTÊNCIA BACTERIANA | |
| Kérley Braga Pereira Bento Casaril | |
| Katiana Henning | |
| Caroline Giane de Carli | |
| Ariane Spiassi | |
| Débora Giaretta Zatta | |
| DOI 10.22533/at.ed.12321130117 | |
| CAPÍTULO 18 | 228 |
| SEQUÊNCIA DE FIBONACCI: A MATEMÁTICA PRESENTE NA NATUREZA | |
| José Augusto Pereira Nogueira | |
| Antonia Erineide Cavalcante | |
| DOI 10.22533/at.ed.12321130118 | |
| CAPÍTULO 19 | 235 |
| SOFTWARE GEOGEBRA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE FUNÇÕES VETORIAIS | |
| Maurício do Socorro Rodrigues Ferreira | |
| José Francisco da Silva Costa | |
| Nélio Santos Nahum | |
| Walber Do Carmo Farias | |
| José Augusto dos Santos Cardoso | |
| Rosenildo da Costa Pereira | |
| Reginaldo Barros | |
| Rodinely Serrão Mendes | |
| Rosana dos Passos Corrêa | |
| Márcio José Silva | |
| Joana Darc de Sousa Carneiro | |
| Genivaldo dos Passos Corrêa | |
| DOI 10.22533/at.ed.12321130119 | |
| CAPÍTULO 20 | 250 |
| TERMOS/SINAIS DA TABELA PERIÓDICA: POSSIBILIDADE DE ACESSO E APRENDIZAGEM DOS ALUNOS SURDOS | |
| Vanessa Argolo Oliveira | |
| Jorge Fernando Silva de Menezes | |
| DOI 10.22533/at.ed.12321130120 | |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 21 | 263 |
| EFFECT OF <i>Luehea divaricata</i> AND <i>Pterodon emarginatus</i> EXTRACTS ON THE OXIDATIVE STABILITY OF SOYBEAN BIODIESEL | |
| Anelize Felício Ramos | |
| Lucas Lion Kozlinskei | |
| José Osmar Castagnolli Junior | |
| Thiago Mendanha Cruz | |
| Eder Carlos Ferreira de Souza | |
| Sandra Regina Masetto Antunes | |
| Pedro Henrique Weirich Neto | |
| Maria Elena Payret Arrúa | |
| DOI 10.22533/at.ed.12321130121 | |
| CAPÍTULO 22 | 275 |
| ANODO DE ALUMÍNIO COM NANOPOROS CONTENDO NIÓBIO PARA USO EM SISTEMA ARMAZENAMENTO DE ENERGIA RENOVÁVEL | |
| Guilherme Arielo Rodrigues Maia | |
| Paulo Rogério Pinto Rodrigues | |
| Josealdo Tonholo | |
| DOI 10.22533/at.ed.12321130122 | |
| SOBRE O ORGANIZADOR | 286 |
| ÍNDICE REMISSIVO | 287 |

POTENCIAL SOLAR NA ILHA DE FLORIANÓPOLIS – PROPOSTA DE MÉTODO

Data de aceite: 04/01/2021

Data de submissão: 30/11/2020

Vivian da Silva Celestino Reginato

Universidade Federal de Santa Catarina
– UFSC. Programa de Pós-graduação em
Engenharia de Transportes e Gestão Territorial
- PPGTG
Florianópolis – Santa Catarina
ORCID: 0000-0003-3543-7977

RESUMO: Imagens de satélite têm sido utilizadas para muitas atividades em diferentes áreas do planeta, inclusive na busca de fontes alternativas e sustentáveis para atender a demanda crescente de energia com finalidade de diminuir a emissão dos Gases de Efeito Estufa (GEE). Uma maneira de minimizar esses efeitos e expandir o parque gerador é incentivar a geração local através do uso de fontes renováveis, como a energia solar, que é gratuita e acessível em muitas regiões do planeta. Mas para que seja tomada uma decisão assertiva no momento de instalar um sistema solar é necessário utilizar ferramentas que envolvam o sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas (SIG), realizando a compilação de informações e variáveis que sejam pertinentes ao tema de geração de energia solar e que levem em consideração o espaço geográfico inerente. Neste contexto o objetivo principal deste trabalho é desenvolver um modelo em SIG para identificar áreas com potencial solar em escala regional utilizando imagens de

sensores remotos ativos e modelos solares já disponíveis. Como forma de validar o modelo foi utilizada como área de estudo a parte insular do município de Florianópolis no Estado de Santa Catarina – Brasil. Os resultados apontaram para um potencial solar alto e que pode ser explorado ao longo de todo o ano.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar, Sensoriamento Remoto, SRTM, Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

SOLAR POTENTIAL IN FLORIANOPOLIS ISLAND – PROPOSED METHOD

ABSTRACT: Satellite imagery is used for many activities in different areas of the planet, including searching for alternative and sustainable sources to meet growing energy demand to reduce greenhouse gas (GHG) emissions. One way to minimize these effects and expand energy parks is to encourage local generation through the use of renewable sources, such as solar energy, which is free and affordable in many regions of the planet. But in order to make an assertive decision when installing a solar power system, one needs to use tools that involve remote sensing and geographic information systems (GIS), and compile information and variables that are relevant to the subject of solar power generation and take into account the inherent geographic space. In this context, the main objective of this work is to develop a GIS model to identify areas with solar potential on a regional scale using active remote sensor images and previously available solar models. To validate the model, this study used an area on the island part

of the city of Florianópolis in Santa Catarina State - Brazil. The results pointed to a high solar potential that can be exploited throughout the year.

KEYWORDS: Solar Energy, Remote Sensing, SRTM, Geographic Information Systems (GIS).

1 | INTRODUÇÃO

Em 1957, um objeto terrestre, construído pela mão do homem, foi lançado ao universo, onde durante algumas semanas girou em torno da Terra segundo as mesmas leis de gravitação que governam o movimento dos corpos celestes – o Sol, a Lua e as estrelas (ARENDDT, 2000). Hannah Arendt se referia ao Sputnik, primeiro satélite artificial colocado em órbita no mundo e que abriu caminho para a nova tecnologia denominada Sensoriamento Remoto, que é a arte e a ciência de obter informações sobre um objeto sem estar em contato físico direto com ele.

Desde o surgimento dos primeiros satélites as imagens de sensoriamento remoto têm sido utilizadas nos ramos da ciência, educação e tecnologia em diversos países. São exemplos as advindas de sensores ativos da *Space Shuttle Topography Mission* (SRTM) e as advindas de sensores passivos como da série Landsat. Tais imagens são ferramentas/recursos fundamentais para que os analistas identifiquem problemas, visualizem panoramas e proponham alternativas políticas viáveis para tomada de decisão em gestão territorial.

Na era contemporânea onde a humanidade se multiplica e utiliza cada vez mais energia, é urgente e contingente progredir sem perder de vista a preservação dos recursos naturais. Encontrar alternativas que utilizem fontes renováveis de energia, além de necessário, é vital para a preservação dos seres vivos, pois os impactos ambientais causados pelas emissões de gases de efeito estufa são irreversíveis, sendo o aumento do buraco na camada de ozônio, o aquecimento global, o derretimento das calotas polares e as mudanças climáticas, somente alguns exemplos notáveis.

Diversas fontes de energia podem ser utilizadas como alternativas ao uso de energias poluentes. Para permitir a visualização de cenários futuros em espaços físicos e colaborar no processo decisório atual na identificação de potencial de energias renováveis os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm sido utilizados como ferramentas em diversas escalas, níveis de abstração e espacialização de fenômenos, onde os advindos de natureza abstrata, como temperatura e radiação solar, entre outros.

Os atlas solarimétricos produzidos e os modelos de radiação solar já desenvolvidos e disponíveis no mercado são exemplos de aplicações que utilizaram SIG na sua produção. Porém, tanto os atlas (por possuírem escala pequena) quanto os modelos de radiação (por serem mais precisos na identificação pontual) não suprem a necessidade de investigação de potencial solar a ser aplicado em escalas regionais (modelos que possam ser aplicados a municípios, por exemplo). É necessária uma nova geração de modelos espaciais que combinem as respectivas vantagens dos modelos de radiação solar pontuais com a

visualização de pequenas escalas dos atlas, para proporcionar rapidez e precisão aos modelos em escalas regionais.

Mas para que seja tomada uma decisão assertiva, em relação à definição de áreas com potencial para gerar energia por fonte solar de forma regional, é necessário verificar quais são as premissas fundamentais para que esse potencial exista, como, por exemplo, o relevo e o aspecto adequado. As técnicas mais indicadas para realizar essas análises ainda incluem o uso de produtos, como imagens advindas de sensoriamento remoto e/ou fotogrametria quanto ferramentas SIG, primeiro, para gerar modelos digitais e, segundo, para realizar a análise espacial. Tal análise se faz necessária para que as informações, advindas da superfície terrestre e do meio ambiente quando espacializadas geograficamente, se transformem em um conhecimento que permita a tomada de decisão assertiva.

Neste contexto o objetivo principal deste trabalho é desenvolver um modelo em SIG para identificar áreas com potencial solar em escala regional utilizando imagens de sensores remotos ativos e modelos solares já disponíveis.

2 | ENERGIAS RENOVÁVEIS OU SUAVES E OS MODELOS DE INSOLAÇÃO ESPACIAL

São consideradas energias renováveis ou suaves todas aquelas que utilizam as forças da natureza para gerar energia sem agredir o meio ambiente e sem grandes sistemas logísticos para transportar a energia gerada. Lovins (1997) destaca que o processo da geração da energia, até o consumo final, deve percorrer um caminho sustentável, portanto, suave. O “caminho suave da energia” pressupõe que a energia é apenas um meio para fins sociais e não é um fim em si mesmo. Caminhos de energia suave envolvem uso eficiente de energia, diversidade de métodos de produção de energia (combinados em escala e qualidade para usos finais) e dependência especial de cogeração e “tecnologias de energia suave” como energia solar, energia eólica, biocombustíveis, energia geotérmica, energia das ondas, a energia das marés, etc.

De acordo com Eloy (2009) a energia solar é uma fonte inesgotável, livre e não poluente, pois o sol atinge a Terra em formas térmicas e luminosas, porém a captação desta radiação é variável de acordo com o local, pois depende da latitude, da estação do ano e de condições atmosféricas diversas como nebulosidade e umidade relativa. Se uma superfície escura for usada para captura, a energia solar será transformada em calor e, se forem usadas células fotovoltaicas, o resultado será eletricidade (ANEEL, 2008). Um sistema fotovoltaico, por exemplo, não precisa do brilho do sol para operar, também pode gerar eletricidade em dias nublados. Isso porque a energia excedente gerada disponibilizada na rede funciona como um crédito que pode ser utilizado pelo consumidor quando a energia solar não estiver disponível.

É importante ressaltar que a maior parte da capacidade instalada corresponde a instalações conectadas à rede, representando 98% da capacidade global, embora haja um interesse recente em instalações isoladas e sistemas de pequena escala, principalmente em áreas remotas, difíceis de acessar (ONU DI, 2013).

O Brasil, por ser um país localizado majoritariamente na zona intertropical, possui grande potencial para aproveitamento de energia solar durante todo o ano (TIBA, 2000; COLLE e PEREIRA, 1998), onde são utilizados os sistemas térmico e fotovoltaico. Devido a características climáticas, o primeiro é mais indicado a ser explorado nas regiões Sul e Sudeste, e o segundo, nas regiões Norte e Nordeste, em comunidades isoladas.

Esse potencial foi verificado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) quando da publicação, no ano de 2006, do Atlas Brasileiro de Energia Solar. O Atlas disponibiliza dados de energia solar para todo o território brasileiro e foi produzido utilizando modelo de transferência radiativa, foi alimentado por dados climatológicos e 10 anos de informações extraídas de imagens de satélite geoestacionário e validado por dados coletados em estações de superfície (PEREIRA, 2006). Através de técnicas de Geoprocessamento os dados do Atlas podem ser acessados pelos interessados. Porém, por se tratar de um produto de abrangência espacial muito grande, possui suas limitações no tocante a escala e exatidão, não sendo indicado para identificar o potencial solar de forma regional ou local.

Segundo Santos *et al* (2014), a radiação solar incidente pode ser medida por estações meteorológicas terrestres, por satélites meteorológicos e/ou estimada por meio de modelos. Existem vários modelos solares disponíveis na literatura, que variam em detalhes acerca dos parâmetros de entrada e, conseqüentemente, no mapa de saída. Os dois exemplos de modelos de radiação solar mais utilizados são o Solar Analyst do ArcGIS (FU e RICH, 1999/2000) e o Sistema de Informação Geográfica Fotovoltaica (PVGIS) (ŠÚRI *et al*, 2005).

Modelos de insolação espacial são modelos geográficos e podem ser categorizados em dois tipos: baseados em ponto específico e baseados em área. Modelos específicos de ponto calculam a insolação para uma localização baseada na geometria da orientação da superfície e do céu visível. O efeito local da topografia é explicado por relações empíricas, por estimativa visual ou, mais precisamente, pelo auxílio de imagens hemisféricas voltadas para cima (THE SOLAR ANALYST 1.0 - USER MANUAL, 1999 - 2000).

Modelos específicos de ponto podem ser altamente precisos para um determinado local, mas não é viável construir um modelo específico para cada local em uma região. Em contrapartida, os modelos baseados em área calculam a insolação para uma área geográfica, calculam a orientação da superfície e os efeitos de sombra a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE).

O modelo SolarFlux (Hetrick *et al* 1993, Rich *et al* 1995) simula a influência dos padrões de sombra sobre insolação direta usando a função Hillshade em intervalos

discretos ao longo do tempo. O modelo Solar Analyst baseia-se nos pontos fortes dos modelos baseados em pontos específicos e em áreas. Em particular, ele gera uma visão hemisférica voltada para cima, produzindo na essência o equivalente a uma fotografia hemisférica (olho de peixe) (Rich 1989, 1990) para cada localização em um MDE. As vistas hemisféricas são usadas para calcular a insolação para cada local e produzir um mapa de insolação preciso. Calcula a insolação integrada para qualquer período de tempo utilizando a latitude e elevação do local, a orientação da superfície (aspecto), sombras projetadas pela topografia circundante, mudanças diárias e sazonais no ângulo solar e atenuação atmosférica.

De acordo com o site <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis> (2019), o PVGIS fornece acesso gratuito e aberto na internet para dados de radiação solar e temperatura para avaliação de desempenho de potencial fotovoltaico. Possui como funcionalidades: potencial fotovoltaico; radiação solar e temperatura; séries temporais completas de valores horários de radiação solar e desempenho fotovoltaico; dados do ano meteorológico típico para nove variáveis climáticas; mapas, por país ou região, de recursos solares e potencial fotovoltaico prontos para impressão.

3 I DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo definida (ver Figura 1) abrange a maior ilha da parte insular do Município de Florianópolis e conta com 421,23 km². Situa-se na latitude 27° Sul e longitude 48° Oeste. Possui uma forma alongada e estreita, com comprimento médio de 55 km e largura média de 18 km. Seu relevo é formado por cristas montanhosas e descontínuas, servindo como divisor de águas. O ponto mais alto é o morro do Ribeirão, com 532 m de altitude. Em relação ao clima, segundo a classificação climática de Koeppen (1996) que analisa, simultaneamente, a temperatura e a precipitação, é considerado mesotérmico úmido, com verões quentes, invernos frios e umidade durante o ano todo. Já de acordo com a classificação climática de Strahler (1986), que se baseia nos controles climáticos e nas características das precipitações sobre os lugares, o clima é considerado Subtropical Úmido, controlado pelas massas de ar tropicais e massas de ar polares, com chuvas abundantes durante todo o ano, com as máximas ocorrendo no verão, principalmente em janeiro.

Já sobre as temperaturas, a média registrada pela Estação Climatológica Principal e Sinótica de Florianópolis, durante o período de 1911 a 2009 foi de 20,6 ° C. Acerca da vegetação possui uma variedade muito grande por se situar em zona costeira e apresenta uma biogeografia peculiar com diversos ecossistemas: mangues, restingas, lagoas, dunas, praias, costões rochosos, florestas. Cada um deles possui função vital no equilíbrio ecológico e na manutenção da qualidade de vida e por isso muitas são instituídas legalmente como Unidades de Conservação (UC) (DEBETIR e ORTH, 2007). De acordo com as autoras,

existiam em 2007 13 UC na Ilha de Florianópolis: sete parques, uma reserva extrativista, uma reserva particular do patrimônio natural, uma área de proteção ambiental, dois monumentos ambientais e uma estação ecológica. Importante ressaltar que, nestas áreas, não são permitidas construções, inviabilizando a instalação de estruturas para captação de energia via fontes renováveis. Como o trabalho se limita a região insular de Florianópolis, não são contabilizadas, neste artigo, as UC do município como um todo.

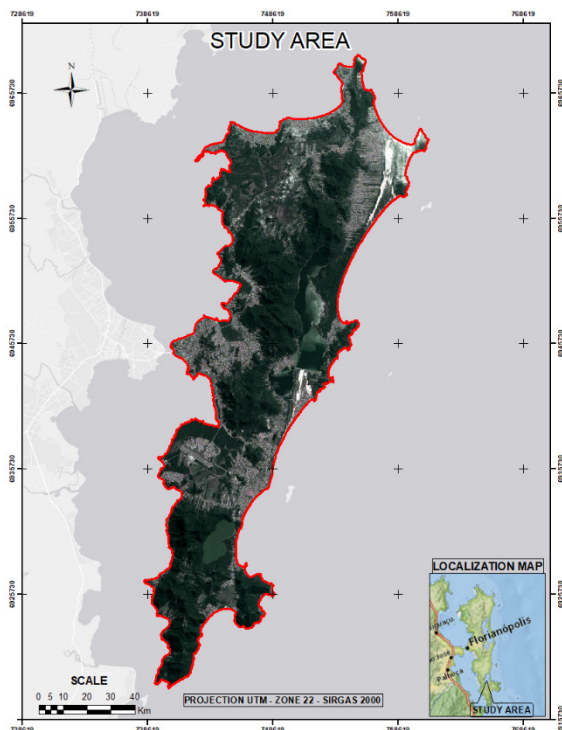


Figura 1 - Área de Estudo.

Ao analisar os dados disponibilizados pelo Atlas Solar para a Ilha de Florianópolis, percebe-se a existência de radiação solar global absoluta entre 4500 wh/m² e 4700 wh/m² (watt hora por metro quadrado) (PEREIRA, 2006). Percebe-se que a energia solar fotovoltaica é explorada em residências e em algumas empresas, como a Eletrosul, bem como em projetos de pesquisa onde a UFSC Fotovoltaica é um exemplo. A energia solar térmica também é explorada em residências.

4 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolver o método proposto, primeiramente, foi necessário realizar pesquisas em diferentes fontes bibliográficas e definir qual a matriz de energia (por fonte renovável) seria utilizada, levando em consideração as necessidades da Ilha de Florianópolis. O segundo passo foi identificar quais informações e produtos convencionais e cartográficos primários seriam considerados fundamentais para gerar informações secundárias para identificar o potencial de energia por fonte solar. Foi definido como *software* de SIG para desenvolver o modelo, o ArcGIS da ESRI. Considerou-se fundamental a utilização de um MDE, donde poderiam ser derivadas as informações de altitude, inclinação, declividade para gerar o potencial solar por aspecto da superfície mapeada. Para tanto foi utilizado um mosaico de imagens SRTM com 30 m de pixel devido a limitação da escala regional definida para o trabalho, pois demais MDE com maiores resoluções espaciais poderiam ter sido utilizados, como o disponibilizado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Social do Estado de Santa Catarina, com 1 m de pixel, por exemplo. Para estimar o potencial solar por aspecto foram definidos pesos para os diferentes caminhamentos do sol aplicados à região de estudo através de *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Ver detalhes desta definição na rosa dos ventos da Figura 2 e também na Tabela 1.

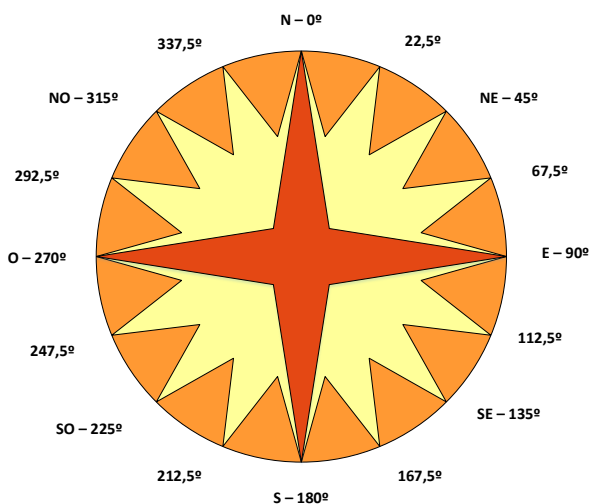


Figura 2 – Rosa dos Ventos.

| Aspecto/Faces de Sol | Potencial | Orientação ao Sol | Peso |
|----------------------|-----------|----------------------------|------|
| Flat | Excelente | -1° | 5 |
| Norte | Altíssimo | 337,5° a 360° e 0° a 22,5° | 4 |
| Nordeste | Alto | 22,5° a 67,5° | 3 |

| | | | |
|----------|-------|-----------------|---|
| Noroeste | Alto | 292,5° a 337,5° | 3 |
| Oeste | Médio | 247,5° a 292,5° | 2 |
| Leste | Médio | 67,5° a 112,5° | 2 |
| Sudeste | Baixo | 112,5° a 167,5° | 1 |
| Sudoeste | Baixo | 212,5° a 247,5° | 1 |
| Sul | Nulo | 167,5° a 212,5° | 0 |

Tabela 1 - Pesos por potencial e aspecto (faces de sol) da área de estudo.

Também se verificou a necessidade de obter informações a respeito do uso e ocupação do solo, para definir as restrições que devem ser levadas em consideração no mapeamento de potencial energético solar, como as UC, por exemplo. A partir desta definição foi utilizado mosaicos de imagens LandSat 8 da *United States Geological Survey* (USGS) com 30 m de resolução, fusionadas a partir das bandas vermelho, verde e pancromática com resolução final de 15 m e após foi realizada classificação supervisionada para extrair 6 classes de uso e ocupação do solo (vegetação arbórea, vegetação arbustiva, urbano, solo exposto, dunas e campo). Foram consideradas como áreas restritas as 13 UC identificadas na Ilha de Florianópolis já listadas no capítulo 3. Assim, essas áreas, após rasterização para um pixel de 15 m formaram mais uma classe de restrição denominada UC.

Foi definido para construir o modelo de SIG a ferramenta *ModelBuilder* e para calcular a radiação global da área de estudo a função *Area Solar Radiation*, ambas do ArcGIS. Essa última função utilizou o mesmo MDE SRTM com 30 m de resolução. Foram inseridos como parâmetros de entrada: o ano de 2019; 14 h de radiação diária; frequência de 30 minutos; latitude geográfica média de 27,5° S; resolução do *sky size* de 200; fator de difusão 0,3; transmissividade de 0,5 e; tipo de modelo de difusão céu uniforme. A radiação calculada global retorna o valor total acumulado no ano, então foi realizado cálculo para obter o valor médio diário da radiação em kWh/m² utilizando a calculadora *raster calculator*. Foram obtidos valores diários globais médios absolutos (radiação absoluta).

Para melhor representação da realidade do potencial solar da área de estudo, multiplicou-se o potencial solar por aspecto pelos valores diários globais médios absolutos (radiação absoluta), o que gerou os valores de potencial solar relativo. Para investigação do potencial solar final ainda foi multiplicado como valor nulo (peso 0), a restrição relativa à classe UC. Nenhum outro tipo de restrição foi considerado porque, *a priori*, painéis solares podem ser instalados em ambientes urbanos (telhados), bem como, inclusive, em reservatórios de água. No final foi possível identificar as áreas com potencial para gerar energia pela fonte solar para a Ilha de Florianópolis. Ver o fluxograma dos materiais e métodos utilizados na Figura 3.

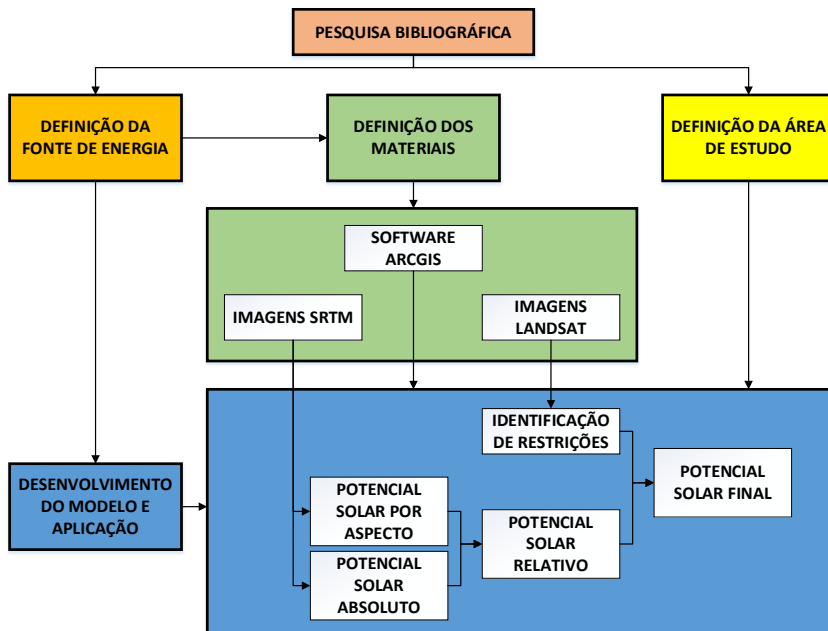


Figura 3 – Materiais e Métodos.

5 | RESULTADOS

O desenvolvimento do modelo e sua aplicação permitiu apresentar resultados em dois planos distintos: a aplicação em *Modelbuilder* onde foi produzido o fluxo para a identificação de áreas com potencial solar (ver Figura 4) e a produção de mapas identificando as áreas com potencial para gerar energia pela fonte renovável solar.

Na Tabela 2 e na Figura 5 pode ser verificado o quantitativo do potencial solar por aspecto geográfico da área de estudo. De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2 e na Figura 5, aproximadamente 84% da região investigada possui algum potencial solar, *a priori*, devido ao seu posicionamento em relação ao sol, com potencial solar por aspecto enquadrado entre baixo e excelente. A face voltada para Sul corresponde a 15,66% da área e não possui potencial solar. *A priori*, as faces de sol flat e orientadas a Noroeste, Nordeste e Norte, correspondem aos maiores potenciais atribuídos, resultando em 55,93% do total da área, ou seja, área possui potencial solar por aspecto entre alto e excelente. 28,4% da área pesquisada possui também potencial, porém, entre baixo e médio. Merece destaque a orientação a Norte, Nordeste e Noroeste que corresponde a 48% do total da área, devido a localização geográfica da Ilha de Florianópolis.

| Aspecto/Faces de Sol | Potencial | Peso | Área (km2) | Área (%) |
|----------------------|-----------|------|------------|----------|
| Flat | Excelente | 5 | 33,24 | 7,89 |
| Norte | Altíssimo | 4 | 90,32 | 21,44 |
| Nordeste/Noroeste | Alto | 3 | 112,05 | 26,60 |
| Oeste/Leste | Médio | 2 | 88,30 | 20,96 |
| Sudeste/Sudoeste | Baixo | 1 | 31,33 | 7,44 |
| Sul | Nulo | 0 | 65,98 | 15,66 |
| Total | - | - | 421,23 | 100 |

Tabela 2 – Potencial solar por aspecto.

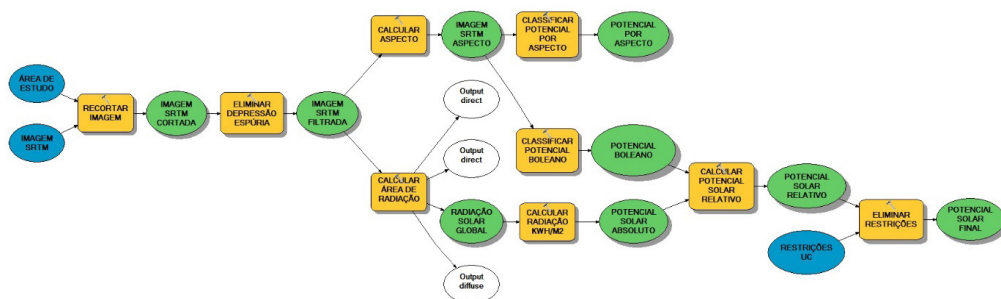


Figura 4 - Aplicação do Modelo.

Após o cálculo do potencial por aspecto foi calculada, a radiação global absoluta acumulada para o ano de 2019. A seguir calculou-se o valor médio diário da radiação em wh/m^2 para o ano de 2019, o que resultou nos valores entre 2.188 e 4.564 wh/m^2 . A radiação média diária reflete a quantidade de radiação recebida em um determinado local a depender da função da espessura óptica, do ângulo zenital e do comprimento de onda vinda do sol. Ver o mapa na Figura 6 e a descrição dos resultados na Tabela 3, onde pode ser verificado que a função utilizada para calcular a radiação global utiliza a área como um todo e não leva em consideração as faces de sol. De acordo com este resultado toda a área possui potencial solar entre 2,188 e 4,564 wh/m^2 , o que não corresponde à realidade.

| Radiação (Wh/m2) | Área (km2) | Área (%) |
|---------------------|------------|----------|
| Entre 2,188 e 3,418 | 12,41 | 2,95 |
| Entre 3,419 e 3,735 | 34,79 | 8,26 |
| Entre 3,736 e 3,968 | 52,76 | 12,53 |
| Entre 3,969 e 4,173 | 267,16 | 63,42 |
| Entre 4,174 e 4,564 | 54,11 | 12,85 |
| Total | 421,23 | 100,00 |

Tabela 3 – Potencial solar absoluto - Média diária para o ano de 2019.

Para melhor representação da realidade, o potencial solar absoluto foi multiplicado ao potencial solar por aspecto, gerando o potencial solar relativo, que está sendo apresentado na Figura 7 e na Tabela 4, onde pode ser verificado que as áreas identificadas em preto não possuem potencial solar devido ao seu posicionamento (face Sul). Isso corresponde a 7,89% da área pesquisada.

| Radiação (wh/m2) | Área (km2) | Área (%) |
|---------------------|------------|----------|
| 0 | 33,24 | 7,89 |
| Entre 2,188 e 3,562 | 18,17 | 4,31 |
| Entre 3,563 e 3,902 | 48,77 | 11,58 |
| Entre 3,903 e 4,152 | 258,36 | 61,33 |
| Entre 4,153 e 4,564 | 62,69 | 14,88 |
| Total | 421,23 | 100,00 |

Tabela 4 – Potencial solar relativo - Média diária para o ano de 2019.

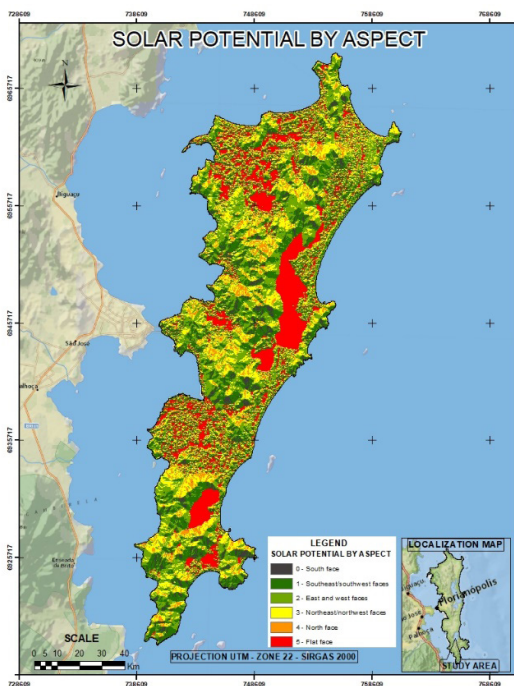


Figura 5 – Potencial solar por Aspecto.

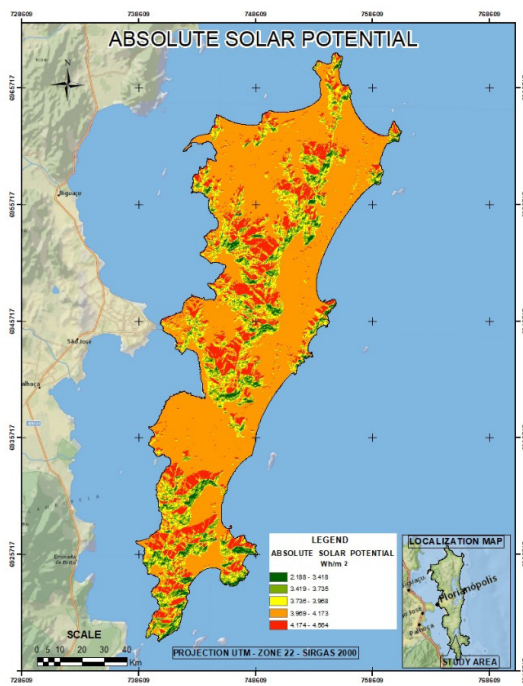


Figura 6 – Potencial solar absoluto – Média diária para o ano de 2019.

Ainda na Figura 7 pode ser verificado que existem muitas áreas com potencial solar identificado em 92,11% da área, com radiações calculadas entre 2,188 e 4,564 wh/m² (média diária para o ano de 2019).

De forma a identificar o potencial solar levando em consideração as restrições, ainda foi subtraído do mapa de potencial solar relativo, às Unidades de Conservação (UC) da Ilha de Florianópolis, resultando no mapa da Figura 8, onde pode ser verificado que aproximadamente 17% da Ilha de Florianópolis é composta por essas UC (apresentadas na cor azul) e nos valores por área de potencial solar relativo com restrições apresentados na Tabela 5.

Ao observar a Figura 8 e a Tabela 5 pode ser verificado que, apesar de existir uma área de aproximadamente 17% de UC na Ilha, portanto sem expectativa de exploração de potencial solar, ainda restam 76,73% de área com potencial solar relativo a ser explorada, com valores de radiação entre 2,188 e 4,564 wh/m² (média diária para o ano de 2019), sendo que a maioria da área (63,14%) possui alto potencial solar com valores entre 3,903 e 4,564 wh/m². Nenhuma outra restrição foi pesquisada porque considera-se que a energia solar pode ser explorada em áreas urbanas e, inclusive, em regiões de lagos/lagoas.

| Radiação (wh/m2) | Área (km2) | Área (%) |
|---------------------|------------|----------|
| Restrição (UC) | 71,63 | 17,01 |
| Sem potencial | 26,36 | 6,26 |
| Entre 2,188 e 3,562 | 16,37 | 3,89 |
| Entre 3,563 e 3,902 | 40,92 | 9,71 |
| Entre 3,903 e 4,152 | 212,70 | 50,50 |
| Entre 4,153 e 4,564 | 53,25 | 12,64 |
| Total | 421,23 | 100,00 |

Tabela 5 – Potencial solar relativo com restrições - média diária para o ano de 2019.

6 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conclui-se que todos os objetivos foram atingidos, pois: foram definidas as informações e produtos cartográficos necessários ao desenvolvimento do modelo e da aplicação; foi implementado um modelo em *ModelBuilder* que resultou na identificação de possíveis áreas com potencial solar e; este modelo foi aplicado em uma área de estudo para validação. Os consequentes mapas gerados apresentaram resultados satisfatórios, apontando o referido potencial solar para a área de estudo, ou seja, a Ilha de Florianópolis.

Considera-se que: a aplicação do *Modelbuilder* em diferentes regiões geográficas depende de alguns fatores e necessita que algumas premissas sejam contempladas, como a utilização de MDE para extração da altitude e aspecto (faces de sol), de imagens de satélite ou mapas de uso e ocupação do solo de forma rasterizada para definir as possíveis restrições.

Em relação ao potencial solar da região conclui-se que é alto para exploração solar, pois mais de 76% da região possui algum potencial solar, entre baixo e excelente, devido, principalmente ao relevo e à situação geográfica da Ilha, com muitas faces voltadas ao Norte, Nordeste e Noroeste.

Para as áreas com potencial solar identificadas neste trabalho recomenda-se a realização de estudos mais aprofundados em relação ao tipo de equipamento a ser instalado (térmico para aquecimento de fluidos ou fotovoltaico para geração de energia elétrica), bem como a utilização de outros modelos com maiores resoluções, como os Modelos Digitais de Superfícies (MDS) advindos de levantamentos à laser ou de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), para validação e aprimoramento dos resultados. Recomenda-se ainda que, para aplicações deste modelo geográfico em outras regiões do globo terrestre, as seguintes premissas sejam levadas em consideração a priori: existência de MDE e MDS, configuração de parâmetros para o hemisfério, latitude e aspecto do local, bem como verificação do número de horas de sol por ano, nebulosidade e chuvas.

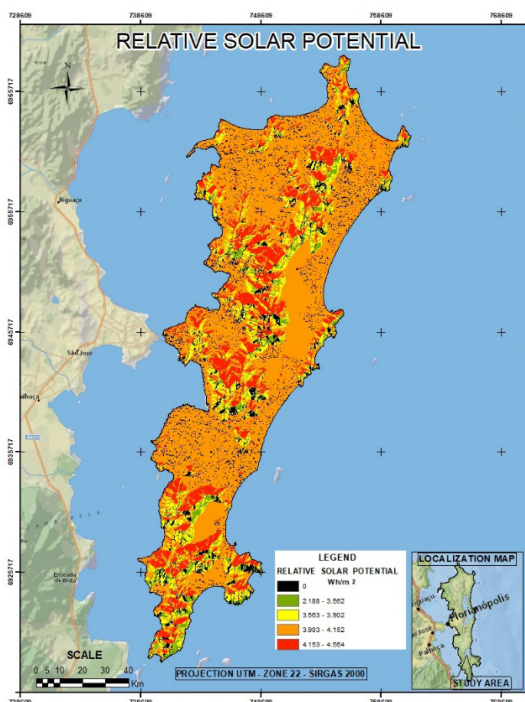


Figura 7 – Potencial solar relativo – Média diária para o ano de 2019.

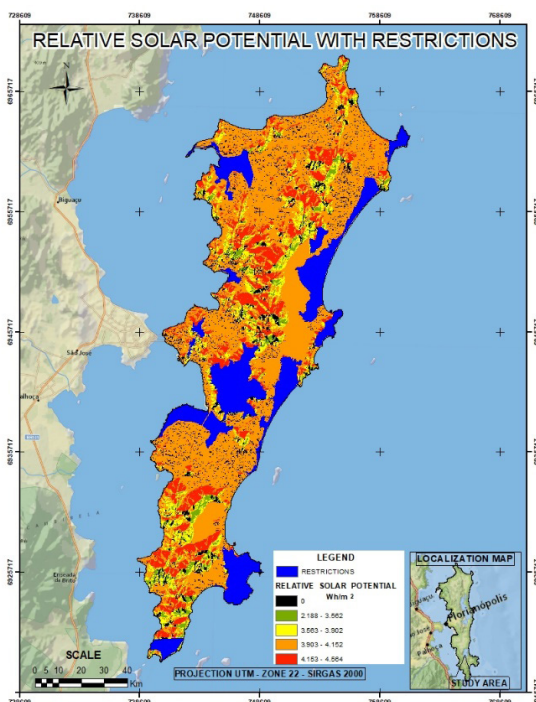


Figura 8 - Radiação solar global relativa com restrições – Média diária para o ano de 2019.

REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3ª edição. Brasília: ANEEL. 2008. 236 p.

ARENDET, H. **A condição humana**. 10º ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2000.

COLLE, S.; PEREIRA, E. B.; **Atlas de Irradiação Solar do Brasil – 1ª versão para irradiação global derivada de satélite e validada na superfície**. Instituto Nacional de Meteorologia - INPE. Brasília. 1998. 65 p.

DEBETIR, E.; ORTH, D. M. Estratégias de gestão para unidades de conservação. In: Emiliana Debetir; Dora Orth. (Org.). **Unidades de conservação: gestão e conflitos**. 1ed. Florianópolis: Insular Ltda, 2007, v. 1, p. 43-66.

ELOY, A. **Energias Sem-fim – Contrariando as Alterações Climáticas**. Edições Colibri. Lisboa. 2009.

FU, P., RICH, P.M.. Design and implementation of the solar analyst: an ArcView extension for modeling solar radiation at landscape scales. In: **Proceedings of IX Annual ESRI User Conference**. 1999/2000.

HETRICK, W.A., P.M. RICH, AND F.J. BARNES, AND S.B. WEISS. 1993. GIS-based solar radiation flux models. **American Society for Photogrammetry and Remote Sensing Technical Papers**, Vol 3, GIS Photogrammetry and Modeling. pp. 132–143.

KÖEPPEN, W. **Sistema geográfico dos climas**. Trad. Antônio C. de Barros Corrêa. Série B: Textos Didáticos, nº13. Departamento de Ciências Geográficas, Recife, UFPE, 1996.

LOVINS, A. B. **Soft energy paths: towards a durable peace**. Harmondsworth, United Kingdom: Penguin Books. 1977.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ONU/DI) - **Observatório de Energias Renováveis para a América Latina e o Caribe – Energia e Mudança Climática**. Programa de Capacitação em Energias Renováveis. 2013. 75 p.

PEREIRA, E. B.; **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Brasília. 2006.

RICH, P.M. 1989. **A manual for analysis of hemispherical canopy photography**. Los Alamos National Laboratory Report, LA-11733-M.

RICH, P.M. 1990. Characterizing plant canopies with hemispherical photography. In: N.S. Goel and J.M. Norman (eds). Instrumentation for studying vegetation canopies for remote sensing in optical and thermal infrared regions. **Remote Sensing Reviews** 5:13–29.

RICH, P.M., W.A. HETRICK, S.C. SAVING. 1995. **Modeling Topographic Influences on Solar Radiation: a manual for the Solarflux model**. Los Alamos National Laboratory Report LA-12989-M.

SANTOS, C. M.; SOUZA, J. L.; TERAMOTO, E. T.; TIBA, C.; MELO, R. O. Modelagem da irradiação solar global média horária mensal (h_g^h) para quatro localidades de Alagoas/Brasil. *Nativa, Sinop*, v. 02, n. 02, p. 79-88, abr./jun. 2014. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**. doi: 10.14583/2318-7670.v02n02a04.

STRAHLER, A. N. **Geografía Física**. Barcelona, Ediciones Omega, 1986, 767p.

ŠÚRI M.; HULD T. A.; DUNLOP E. D. PVGIS: a web-based solar radiation database for the calculation of PV potential in Europe. **International Journal of Sustainable Energy**. Taylor & Francis online: United Kingdom. 2005.

THE SOLAR ANALYST 1.0 - USER MANUAL. 1999 - 2000. Helios Environmental Modeling Institute (HEMI). Disponível em: <http://professorpaul.com/publications/fu_rich_2000_solaranalyst.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2019.

TIBA, C. **Atlas Solarimétrico do Brasil – banco de dados terrestre**. Editora Universitária UFPE. Recife. 2000. 111 p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem Gamma-Gamma 162, 163, 166

Ácido Salicílico 173, 174, 175, 177, 179, 181, 183

Alquilação 173, 174, 177, 181

Artemia salina 173, 174, 176, 178, 182

Astrofísica 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

C

Capsicum spp 68, 69, 96, 97, 98

Caracterização Físico-Química 212, 227

Componentes Eletrônicos 22, 27, 28, 29, 34

Contaminação 49, 53, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 88, 89, 90, 91, 92, 115, 143, 213, 217

D

Dependência Espacial 99, 103, 106

Drenagem Urbana 150, 161

Dynamic Probing Light 107, 108, 110

E

Efluente 49, 59, 66

Eletrodo de Grafite 125, 128, 129, 130, 131

Eletrólise 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 133

Energia Solar 196, 198, 199, 201, 207, 209, 276

Ensino de Matemática 235, 286

Equilíbrio Líquido-Líquido 162, 164, 165

F

Físico-Química 125, 127, 133, 211, 212, 213, 227

Fitólitos 134, 135, 136, 137, 139, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148

Funções Vetoriais 235, 236, 247, 249

G

Geogebra 235, 236, 237, 241, 242, 243, 244, 247, 248, 249

Geografia 45, 134, 147, 184, 185, 186, 187, 192, 194

Geoprocessamento 115, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 199

GNV 15, 16, 18, 20, 21

Grupos Ecológicos 115, 116, 117, 121

I

Impermeabilização 150, 153, 158, 159

Inclusão 20, 36, 40, 80, 250, 262

Induction Time 264

Investigação do Subsolo 107, 108, 111

K

Krigagem 99, 100, 101, 104, 105

L

Laser Superficial Refusão 1

Libras 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262

Luehea Divaricata 263, 264, 265, 267, 273

M

Metais Pesados 49, 52, 67, 70, 71, 72, 81, 87, 127

Metrologia 15, 16, 17

Microdureza 1

Microestrutura 1

N

Natural Antioxidants 264, 271, 273

P

Produção Sustentável 68

Pterodon Emarginatus 263, 264, 265, 267, 272

Q

Qualidade Microbiológica 211, 212, 213, 214, 224, 225, 226, 227

Queijo Artesanal 212

Química 21, 42, 48, 51, 66, 67, 70, 76, 88, 125, 126, 127, 128, 130, 132, 133, 162, 172, 173, 174, 182, 211, 212, 213, 227, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 272, 273, 275, 283, 284

Química Sintética 173, 174

R

Radiografia de Alta Resolução 22, 28

Rayos-X 34

S

Segurança Alimentar 68, 80, 82, 95, 212, 213

Semivariograma 99, 103, 104, 105

Sensoriamento Remoto 187, 195, 196, 197, 198

Sequência de Fibonacci 228, 229, 230, 231, 233, 234

Sinalário 250, 252, 253, 254, 255, 256, 259, 260

Sistemas de Informação Geográfica (SIG) 196, 197

SRTM 196, 197, 202, 203

Standard Penetration Test 107, 108, 109

T

Tabela Periódica 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261

Tablillas Electrónicas 22

Técnicas de Extração 134

Tomografia Computarizada 22, 25, 26, 27, 31, 34

U

Uniquac 162, 163, 166, 169, 170, 171

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 