

**Cleberton Correia Santos
(Organizador)**

**Estudos Interdisciplinares
nas Ciências e da Terra
e Engenharias 3**

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 3 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-642-3 DOI 10.22533/at.ed.423192309</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O livro “Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 3º volume 37 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS REFORÇADOS COM FIBRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Paula Consoli Ireno Franco Mary Leiva Faria Ana Paula Bilck	
DOI 10.22533/at.ed.71619103091	
CAPÍTULO 2	10
ACESSIBILIDADE AO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE BIOLOGIA, MICROSCOPIA E ANÁLISES CLÍNICAS DA UEZO POR PESSOAS EM CADEIRA DE RODAS	
Tiago Alexandre Silva Nascimento Gabriella Oliveira Alves Moreira De Carvalho Thiago Manchester De Mello Fabio Da Silva De Azevedo Fortes	
DOI 10.22533/at.ed.71619103092	
CAPÍTULO 3	23
ANÁLISE DA ESTABILIDADE DAS ESCAVAÇÕES NO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA	
Marinésio Pinheiro de Lima Robson Ribeiro Lima Francisco Wilson Hollanda Vidal	
DOI 10.22533/at.ed.71619103093	
CAPÍTULO 4	33
ELABORAÇÃO DE MODELO COMPUTACIONAL PARA O ESTUDO DE VIBRAÇÕES LIVRES EM UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO	
Arlindo Pires Lopes Esterfeny Guedes Pires Larissa Lázara Mesquita Cavalcante Matheus Pereira da Silva Mayk Oris Guerreiro Stefanny di Samuel da Costa Tiago de Souza Seixas	
DOI 10.22533/at.ed.71619103094	
CAPÍTULO 5	45
ANÁLISE SENSORIAL: TESTES DISCRIMINATIVOS, DESCRITIVOS E AFETIVOS	
Antônio das Graças Amaral Neto Elisa Norberto Ferreira Santos	
DOI 10.22533/at.ed.71619103095	
CAPÍTULO 6	57
APLICAÇÃO DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS BÁSICOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	
José Ribamar Azevedo dos Santos João Roberto Ursino da Cruz Marcos Paulo Santos Cardoso	
DOI 10.22533/at.ed.71619103096	

CAPÍTULO 7 70

ASPECTOS ECONÔMICOS DA LAVRA INTEGRAL DO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA

Marinésio Pinheiro de Lima
Júlio Cezar de Souza
Francisco Wilson Hollanda Vidal

DOI 10.22533/at.ed.71619103097

CAPÍTULO 8 78

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM RELAÇÃO A CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL NA CIDADE DE CAMBORIÚ, SC

Beatriz Faga
Joeci Ricardo Godoi
Viviane Furtado Velho
Letícia Flohr

DOI 10.22533/at.ed.71619103098

CAPÍTULO 9 90

DESENVOLVENDO BIOMATERIAIS DE HIDROXIAPATITA RECOBERTA COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA (AgNPs) PARA APLICAÇÃO EM DEFEITOS CRÍTICOS ÓSSEOS

Ingrid Russoni de Lima
Gabrielle Cristine Lemos Duarte Freitas
Elaine Cristina Lopes Pereira
Lucas Furtado Loesh
Fernanda A. Sampaio da Silva
Heleno Souza da Silva
Renata Antoum Simão
José Adilson de Castro
Gláucio Soares Fonseca

DOI 10.22533/at.ed.71619103099

CAPÍTULO 10 102

AVALIAÇÃO DO PRÉ-TRATAMENTO DO INOCULANTE E DA COMBINAÇÃO DE SUBSTRATOS SOBRE A PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO A PARTIR DE GLICEROL BRUTO, DEJETOS SUÍNOS E GLICOSE

Fidel Alejandro Aguilar Aguilar
Ronnie Von Dos Santos Veloso
Luis Fernando Santis Espinosa
Lilian de Araújo Pantoja
Alexandre Soares dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.716191030910

CAPÍTULO 11 114

CAPTURE DE CARBONO VOLÁTIL DO PROCESSO DE BIORREMEDIAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Odete Gonçalves
Paulo Fernando de Almeida
Cristina Maria A. L. T. M. H. Quintella
Ana Maria Álvares Tavares da Mata

DOI 10.22533/at.ed.716191030911

CAPÍTULO 12 129

CARBETO DE BORO (B₄C): REVISÃO acadêmica ACERCA DAS PROPRIEDADES E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Eduardo Braga Costa Santos
Denise Dantas Muniz
Eliandro Pereira Teles
Danielle Guedes de Lima Cavalcante
Ricardo Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.716191030912

CAPÍTULO 13 141

CLIMATOLOGIA DA REGIÃO OESTE DO PARÁ - CENTRO DA AMAZÔNIA - E IMPACTO DOS TRÊS ÚLTIMOS EVENTOS DE SECAS SEVERAS NA TEMPERATURA DO AR E PRECIPITAÇÃO

Gabriel Brito Costa
Waldeir dos Santos Pereira
Mayara Barbosa Lima
Juliane da Silva Sampaio
Ana Caroline da Silva Macambira
Letícia Victória Santos Matias
Duany Thainara Corrêa da Silva
Natan Barbosa Almada
Rogério Favacho da Cruz
Jéssica Aline Godinho da Silva

DOI 10.22533/at.ed.716191030913

CAPÍTULO 14 153

DESIGN DE ENUNCIADOS COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS SOB O ENFOQUE DA (RE) FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS

Fabiane Fischer Figueiredo
Claudia Lisete Oliveira Groenwald

DOI 10.22533/at.ed.716191030914

CAPÍTULO 15 164

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO TOTAL E BIOACESSÍVEL *in vitro* DE CÁLCIO EM DIFERENTES TIPOS DE LEITE POR FOTOMETRIA DE CHAMA

Ani Caroline Weber
Luiz Ricardo Mallmann Oliveira
Sabrina Grando Cordeiro
Eniz Conceição Oliveira
Eduardo Miranda Ethur
Lucélia Hoehne

DOI 10.22533/at.ed.716191030915

CAPÍTULO 16 175

ESPAÇO ARTE_ON: PLATAFORMA ON-LINE PARA EXPOSIÇÕES ARTÍSTICAS DOS DISCENTES DO ENSINO MÉDIO DO IFC-CAS

Leonardo Cristovam de Jesus
Lucas Pereira Elias
Marcos Henrique de Moraes Golinelli
Tereza Cristina Benevenuto Lautério

DOI 10.22533/at.ed.716191030916

CAPÍTULO 17	188
ESTRATÉGIAS FOCADAS NO ENSINO DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA BRASILEIRA	
Deborah Godoy Martins Corrêa	
Tiago de Oliveira	
Denise Stringhini	
DOI 10.22533/at.ed.716191030917	
CAPÍTULO 18	201
ESTUDO DA FRAÇÃO ÁCIDA DO ÓLEO DE COPAÍBA	
Carlos Vinícius Machado Miranda	
Railda Neyva Moreira Araújo Cabral	
Luely Oliveira da Silva	
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon	
Marivaldo José Costa Corrêa	
Eloisa Helena de Aguiar Andrade	
Manoel Leão Lopes Junior	
Lourivaldo Silva Santos	
DOI 10.22533/at.ed.716191030918	
CAPÍTULO 19	209
ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DO REAPROVEITAMENTO DO ESTÉRIL DE ROCHAS ORNAMENTAIS COMO AGREGADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL	
Weverton Pereira do Sacramento	
Maria de Lourdes de Oliveira	
Luana Leite Ferreira	
Robson Wotikowski Guedes	
DOI 10.22533/at.ed.716191030919	
CAPÍTULO 20	218
EXPLORANDO CONCEITOS GEOMÉTRICOS NA EDUCAÇÃO INFANTIL	
Leila Pessôa Da Costa	
Sandra Regina D'Antonio Verrengia	
DOI 10.22533/at.ed.716191030920	
CAPÍTULO 21	226
GESTÃO DE INFORMAÇÕES CLÍNICAS DE ANIMAIS DE GRANDE PORTE: UMA PROPOSTA DE SOLUÇÃO BASEADA EM COMUNIDADE DE PRÁTICA	
Gersica Agripino Alencar	
Rafael Santos Barbosa	
Ricardo André Cavalcante de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.716191030921	
CAPÍTULO 22	239
GRUPOS DE HOMOLOGIA SIMPLICIAL	
Wendy Díaz Valdés	
Lígia Laís Fêmina	
Gisele Andrade Lemos	
Jorge Vicente Barbosa Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.716191030922	

CAPÍTULO 23 246

LAMINADOS DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS COM FIOS DE JUTA NA FORMA DE TECIDO E ORIENTADOS A 0°, 45° E 90°

José Emílio Medeiros dos Santos
Douglas Santos Silva
Igor dos Santos Gomes
Maurício Maia Ribeiro
Roberto Tetsuo Fujiyama

DOI 10.22533/at.ed.716191030923

CAPÍTULO 24 263

MAGONIA PUBESCENS A.ST.-HIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Ana Mayra Pereira da Silva
Amanda Ribeiro Correa
Cárita Rodrigues de Aquino Arantes
Rosiane Alexandre Pena Guimarães
Monica Franco Nunes
Dielle Carmo de Carvalho Neres
Elisangela Clarete Camili
Carla Spiller

DOI 10.22533/at.ed.716191030924

CAPÍTULO 25 270

O CURSO DE PRÉ-CÁLCULO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR

Erasmus Tales Fonseca
Leandro Teles Antunes dos Santos
Patrícia Milagre de Freitas
Dayane Andrade Queiroz

DOI 10.22533/at.ed.716191030925

CAPÍTULO 26 279

OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM REDE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Dafne Fonseca Alarcon
Luziana Quadros da Rosa
Robson Santos da Silva
Felipe de Matos Müller
Márcio Vieira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.716191030926

CAPÍTULO 27 294

PRÁTICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA TRANSVERSALIDADE

Daniana de Costa
Edilson Pontarolo

DOI 10.22533/at.ed.716191030927

CAPÍTULO 28 304

RESULTADOS PRELIMINARES DA UTILIZAÇÃO DO WRF NO INPE/EUSÉBIO - UM ESTUDO DE CASO

Vanessa de Almeida Dantas
Vicente de Paulo Silva
Adilson Gandu

DOI 10.22533/at.ed.716191030928

CAPÍTULO 29	313
A MODELAGEM MATEMÁTICA NA PRODUÇÃO DE MILHO INFLUENCIADO PELA SUCESSÃO DE CULTURAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA	
Lilian Fátima Ancerowicz Rubia Diana Mantai	
DOI 10.22533/at.ed.716191030929	
CAPÍTULO 30	326
SISTEMA PARA PREVENÇÃO DE QUEDAS E PENSAMENTO DO PASSAGEIRO NA PORTA DO TRANSPORTE COLETIVO BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO	
Lucas Goiabeira Farias Francisco da Conceição Silva Wellington Luis Mineiro França	
DOI 10.22533/at.ed.716191030930	
CAPÍTULO 31	332
TEATRO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DE FRAÇÕES	
Fabiana Gerusa Leindeker da Silva Jenifer Cassandra da Silva Oliveira Bruno Ferreira da Luz Tamires Bon Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.716191030931	
CAPÍTULO 32	342
UM ESTUDO SOBRE O DESEMPENHO DE VIRTUALIZAÇÃO NOS HYPERVISORS VMWARE E KVM	
Lúcio Flávio de Jesus Silva Marco Antônio Castro Martins	
DOI 10.22533/at.ed.716191030932	
CAPÍTULO 33	349
CONTRIBUIÇÃO DO PIBID/QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA): UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO MUNICÍPIO DE COARI-AMAZONAS	
Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi Cristiana Nunes Rodrigues Carlos Victor Lamarão Maria Aparecida Silva Furtado	
DOI 10.22533/at.ed.716191030933	
CAPÍTULO 34	358
OCORRÊNCIA DE PARALISIA FACIAL PERIFÉRICA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP: ANÁLISE DE CASOS ATENDIDOS EM UMA CLÍNICA/ESCOLA NO PERÍODO DE 2012 A 2014	
Marcos Barros de Souza Daiane de Oliveira Portella Miriam Rodrigues Silvestre Lúcia Martins Barbatto	
DOI 10.22533/at.ed.716191030934	

CAPÍTULO 35	368
APLICAÇÃO DE SISTEMAS LINEARES EM CIRCUITOS ELÉTRICOS DE CORRENTE CONTÍNUA	
Robson Cabral Severo	
Leonardo Vale de Araujo	
Rafael The Bonifácio de Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.716191030935	
CAPÍTULO 36	378
DIAGNÓSTICO SOBRE OS CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E AS FALHAS QUE OCASIONARAM OS DESABAMENTOS NA CICLOVIA TIM MAIA	
Vinicius da Silva Freitas	
Rafael Alves da Rocha	
Marcelo Augusto da Silva Cunha	
Bruno Matos de Faria	
DOI 10.22533/at.ed.716191030936	
CAPÍTULO 37	388
RECICLAGEM DE VIDRO DE PARA-BRISAS PARA PRODUÇÃO DE VITROCERÂMICA COM 15% DE ÓXIDO DE NIÓBIO	
Hiasmim Rohem Gualberto	
Iury Almeida Moraes	
Mônica Calixto de Andrade	
Edgard Poiate Junior	
Fernanda Arruda Nogueira Gomes da Silva	
Isis Andrea Venturini Pola Poiate	
DOI 10.22533/at.ed.716191030937	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	401
ÍNDICE REMISSIVO	402

RESULTADOS PRELIMINARES DA UTILIZAÇÃO DO WRF NO INPE/EUSÉBIO - UM ESTUDO DE CASO

Vanessa de Almeida Dantas

National Institute for Space Research /INPE,
Eusébio, Ceará, Brazil
vanessalmeida24@gmail.com

Vicente de Paulo Silva

National Institute for Space Research /INPE,
Eusébio, Ceará, Brazil
vicente.inpe@inpe.com.br

Adilson Gandu

Federal University of Ceará/UFCE, Fortaleza, CE,
Brazil
adwgandu@gmail.com.br

RESUMO: O pleno conhecimento da dinâmica e climatologia do comportamento da atmosfera sobre a região Nordeste do Brasil (NEB), ainda carece de grandes esforços e dedicação por parte dos cientistas desta área. Quando comparados com outras regiões do mundo, particularmente com as regiões subtropicais do hemisfério norte, constata-se que de fato muito ainda precisa ser feito para o NEB. Foi com a intenção de contribuir para o aumento deste conhecimento que recentemente decidiu-se iniciar no INPE, em sua sede localizada na cidade de Eusébio no Ceará, um grupo de pesquisas na área de modelagem do comportamento da atmosfera sobre o NEB, à nível de mesoescala. Por destacar-se como de última geração na

previsão numérica regional de tempo e de clima (de área limitada), o modelo escolhido foi o Weather Research and Forecasting Model - WRF. O modelo e suas parametrizações precisam ser ajustados para a região e suas condições de contorno superficiais. Uma vez que os ajustes necessários tenham sido feitos, muitos estudos poderão ser realizados sem a necessidade de dados observacionais, que também são escassos para a região. Neste trabalho apresenta-se uma amostra preliminar dos primeiros resultados obtidos por este grupo, com o objetivo de verificar a eficiência do WRF em simular os campos de precipitação para o NEB, comparando-os com dados observados obtidos pelo MERGE e pelo Hidroestimador para o dia mais chuvoso de Janeiro a Abril de 2017, cobrindo uma área com grade centrada na latitude 6°S e longitude de 38°W, com resolução espacial de 30 km.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem Regional, WRF, Variáveis Meteorológicas.

ABSTRACT: The full knowledge of the dynamics and climatology of the behavior of the atmosphere on the Northeast of Brazil (NEB), still lacks great efforts and dedication on the part of the scientists of this area. When compared to other regions of the world, particularly with the subtropical regions of the northern hemisphere, it is found that much still needs to be done for

NEB. It was with the intention of contributing to the increase of this knowledge that recently it was decided to start at INPE, at its headquarters located in the city of Eusebio in Ceará, a research group in the area of atmospheric behavior modeling on the NEB at the level of Mesoscale. As the last generation in the regional numerical weather and climate forecast (limited area), the model chosen was the Weather Research and Forecasting Model (WRF). The model and its parameterizations need to be adjusted for the region and its surface contour conditions. Once the necessary adjustments have been made, many studies can be conducted without the need for observational data, which are also scarce for the region.

This work presents a preliminary sample of the first results obtained by this group, with the objective of verifying the efficiency of the WRF in simulating the precipitation fields for the NEB, comparing them with observed data obtained by MERGE and Hidroestimador for the day More rainy from January to April 2017, covering an area with grid centered at latitude 6° S and longitude of 38° W, with spatial resolution of 30 km.

KEYWORDS: Regional Modeling, WRF, Weather Variables

INTRODUÇÃO

O clima do Brasil é determinado por uma ação conjunta de vários processos físicos e dinâmicos de grande escala, além das características locais, que são responsáveis por micro variações climáticas. Na região Nordeste do Brasil (NEB), a precipitação pluvial é a variável climatológica mais importante. Tal importância deve-se às consequências que esta pode ocasionar, quando ocorridas em excesso ou em deficiência, em diversas atividades do setor produtivo, particularmente aquelas ligadas à agricultura, geração e distribuição de energia hidroelétrica, indústria, etc.

O Estado do Ceará está situado na parte mais setentrional da região Nordeste do Brasil, mais precisamente, na área denominada **Polígono das Secas**, onde o máximo das chuvas se dá no mês de março e a Estação Chuvosa (82% do total anual das chuvas) ocorre entre os meses janeiro e junho. Do ponto de vista climático essa região é considerada semi-árida por apresentar substanciais variações temporal e espacial no seu mais importante elemento climático: a precipitação pluviométrica. (Azevedo, 1998)

MATERIAL E MÉTODOS

O modelo WRF

O WRF é um modelo totalmente compressível, não hidrostático, com opção hidrostática, de mesoescala e alta resolução. Seus conceitos físicos são baseados

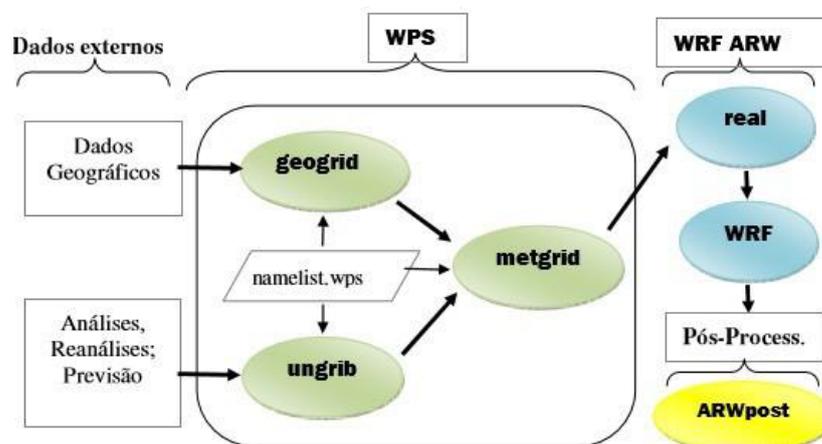
na conservação de massa, que expressa às variações de energia, momentum e umidade do ar. Foi desenvolvido através da colaboração de vários centros de pesquisa, entre eles, o *National Center for Atmospheric Research* (NCAR) e o *National Center for Environmental Prediction* (NCEP/NOAA), tendo como objetivo, aperfeiçoar o entendimento e a previsão de sistemas atmosféricos na mesoescala (Skamarock et al., 2005).

As características do modelo que mais se destacam são: os múltiplos núcleos dinâmicos, sistema variável de assimilação de dados tri-dimensional e uma estrutura de software que permite o paralelismo computacional, bem como a extensibilidade do sistema (Iriart et al. 2011). O modelo é apto tanto para situações atmosféricas idealizadas como para situações reais, em escalas horizontais podem ir desde alguns metros até milhares de quilômetros. Além disso, é um software moderno, livre, de código aberto, fácil manipulação e com liberdade na configuração das simulações em termos de parâmetros numéricos, físicos e dinâmicos, o que permite grande adequação ao estudo específico. Maiores detalhes quanto à estrutura numérica e computacional do modelo podem ser obtidos em Skamarock et al. (2008).

O WRF permite aninhamento (*nesting*) de domínios, ou seja, é possível inserir domínios menores dentro dos domínios maiores, sendo o maior deles denominado domínio-mãe.

O modelo WRF possui dois núcleos de solução dinâmica: o *Advanced Research WRF* (ARW), desenvolvido primariamente pelo NCAR, e o *Nonhydrostatic Mesoscale Model* (NMM), desenvolvido pelo NCEP. A estrutura do modelo (Figura 1) consiste de um pré-processamento realizado por três programas (*geogrid*, *ungrib* e *metgrid*) denominado de *WRF Preprocessing System* (WPS), que tem como função a criação da grade e a preparação das condições iniciais e de contorno para a simulação:

A saída do WPS é passada para o processamento principal (Figura 1), primeiramente pelo programa “*real*” e, em seguida, para o WRF que é o responsável pela execução do modelo propriamente dito.



As simulações são realizadas em quatro dimensões (x, y, z, t), pois a cada

passo de tempo a malha horizontal repete-se em todos os níveis verticais. Ou seja, o modelo resolve as suas equações em pontos que se estendem tanto na horizontal quanto na vertical. Além disso, a solução de cada equação em cada ponto e intervalo de tempo influencia a solução das outras equações e vice versa. Logo, um modelo que apresenta muitas camadas na vertical representará mais adequadamente a realidade do que aquele modelo com poucas camadas.

As condições de fronteira laterais que representem, dentro do possível, o estado real da atmosfera vizinha, são fornecidas por um modelo de previsão numérica do tempo em escala global, que considera todo o Globo. Ademais, a condição inicial é obtida a partir da interpolação espacial das variáveis meteorológicas presentes nas análises do mesmo modelo, feita ainda no WPS.

Dados e simulação

Os dados utilizados como condição inicial e de fronteira foram da análise do *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP), *NCEP Final Analysis* (FNL), com resolução espacial de $1^\circ \times 1^\circ$ (equivalente a *aproximadamente 111 por 111 km*) e temporal de 6 horas bem como **os dados de temperatura da superfície do mar (TSM)**. Os dados do terreno foram obtidos do *United States Geological Survey* (USGS), Estes dados estão disponíveis para o período de julho de 1999 até o período atual, em formato GRIB para a utilização no modelo WRF em <http://rda.ucar.edu/>. A projeção Mercator normal foi selecionada, pois esta é adequada para baixas latitudes (Nellie et al. 2011)

Para avaliar a precipitação simulada pelo modelo WRF, foi utilizada a precipitação estimada pelo produto MERGE – Este produto vem sendo gerado operacionalmente com os dados de estimativa de precipitação do The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA) (Huffman et al., 2007). Os dados do TRMM-TMPA são produzidos em modo de pesquisa com latência de um mês (denominado de 3B42V7), e operação com latência de 3 horas (denominado de 3B42RT), ambos com resolução temporal e horizontal de 3 horas e 0.25° , respectivamente, cobrindo quase o globo todo. A fim de uso operacional, o MERGE é gerado a partir dos dados do TRMM-TMPA 3B42RT. Para fins de análise espacial também foi usado o produto gerado pelo Hidroestimador, que é um método inteiramente automático que utiliza uma relação empírica exponencial entre a precipitação (estimada por radar) e a temperatura de brilho do topo das nuvens (extraídas do canal infravermelho do satélite GOES-12), gerando taxas de precipitação em tempo real. Através da tendência de temperatura da nuvem (e informações de textura) é utilizado um ajuste da área coberta pela precipitação. Variáveis como, água precipitável, umidade relativa, orografia, paralax e um ajuste do nível de equilíbrio convectivo para eventos de topos quentes (Scofield 2001) são utilizadas para ajustar automaticamente a taxa de precipitação. O Hidroestimador foi

desenvolvido a fim de resolver problemas antes gerados pelo Auto-Estimador, que era o fato de utilizar uma curva de tendência de temperatura e não a informação de textura (assumindo precipitação zero para pixels na região de baixa variação espacial sob a posição que estão os cirrus). O modelo de estimativa implementado é uma adaptação daquele utilizado pela NEDIS (Vicente et al. 1998 e 2001).

As análises foram realizadas para 4 casos de sistemas convectivos de mesoescala (SCM) sobre o NEB. Foram selecionados eventos de SCM posto que, para simulações em regiões tropicais os modelos regionais devem ter habilidade em reproduzir os sistemas convectivos, principalmente a convecção de cúmulos, que são os principais responsáveis pela precipitação nessa região.

Clarke e Buarque (2013) exploraram a combinação de dois produtos de chuva por satélite, CMORPH e TRMM-3B42, em escala anual por meio de uma análise multivariada e modelos geoestatísticos paramétricos sobre a bacia do rio Tocantins. Os resultados mostraram que a combinação de ambas as fontes, podem ser variáveis preditoras em locais onde não se têm dados observados. Woldemeskel et al. (2013) na Austrália exploraram um método de combinação entre pluviômetros e chuva por satélite TRMM-3B42 em escala mensal.

A simulação foi realizada pelo modelo regional WRF-ARW, versão 3.7. Para a implementação do modelo, a região de estudo foi definida de modo a evitar problemas relacionados aos “efeitos de borda”, que ocorre devido à interação entre os dados utilizados como condição inicial e a grade de alta resolução. As simulações foram realizadas para a região do NEB, com grade centrada na latitude 6°S e longitude de 38°W (Figura 01), com resolução espacial de 30 km. A resolução vertical utilizada foi de 50 níveis, com pressão no topo da atmosfera de 10 hPa.

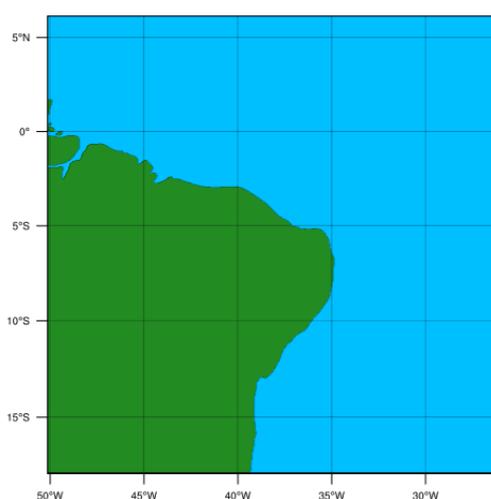


Figura 01: Domínio do WRF de 50W – 25W / 6N – 20S com resolução de 30 km.

As simulações abrangeram períodos de 2880 horas com saídas a cada 6 horas, sendo as primeiras 24 horas de *spin-up*, que representa o tempo para ajuste das simulações.

No que tange ao tipo de parametrização de Cumulus de Kain-Fritsch (cu_physics 1), a partir de experimentos anteriores, o trabalho aqui proposto foi baseado em resultados melhores ajustados para a área estudada.

De acordo Oliveira (2006), Kain-Fritsch (KF) – utiliza um modelo de nuvem simples, com correntes de umidade ascendentes e descendentes, incluindo efeitos de troca com a atmosfera. Esquema formulado para assegurar a conservação de massa, energia térmica, umidade total e momentum, e considera que toda a CAPE (Convective Available Potential Energy), num elemento de malha, é removido no instante de ajustamento.

Categoria	Esquemas	Referência
Microfísica	WSM3 (mp_physics 3)	(Hong et al., 2004)
Radiação de onda longa	RRTM (ra_lw_physics 1)	(Mlawer et al. 1997)
Radiação de onda curta	Dudhia (ra_sw_physics 1)	(Dudhia, 1989)
Camada superficial	Revised MM5 (sf_sfclay_physics 1)	(Jimenez et al. 2012)
Cobertura do solo	Noah LSM (sf_surface_physics 2)	(Tewari et al. 2004)
Camada limite	YSU (bl_pbl_physics 1)	(Hong et al., 2006)

Tabela 01: Parametrizações físicas utilizadas na simulação do WRF.

Uma vez efetivada a modelagem meteorológica, os dados simulados pelo modelo WRF foram comparados aos observados pelo produto MERGE, permitindo avaliar a eficácia do modelo no que diz respeito à precipitação, observada na região de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

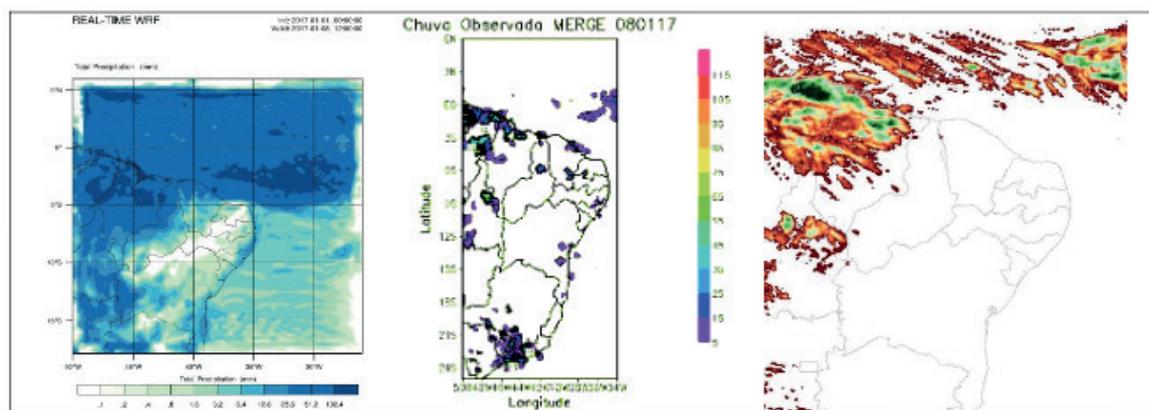
Para as simulações realizadas pelo WRF-ARW, de forma geral, o modelo não foi bom em capturar a presença de chuva, mostrando para todo o período analisado, altas superestimções dos valores em mm, o que foi observado nos dias aqui analisados. Na maior precipitação acumulada registrada para o período diário, que foi as no dia 11 de Abril de 2017, com aproximadamente 102 mm, o modelo registrou como saída o valor de 90 mm.

Em comparação ao do MERGE, os dados do WRF apresenta precipitação superestimada e com caráter homogêneo tanto sobre o Oceano, quanto para a região continental. Isso se deve basicamente ao modelo não ter conseguido (por sua limitação de espaçamento de grade) resolver os processos de mesoescala que atuam na região em estudo, evidente também na área abrangida pelo produto MERGE.

Entre os dias simulados pelo WRF o que mais se aproximou com os do MERGE

foi o experimento para o dia 11/02/2017 e 09/03/2017. Neste experimento é possível verificar aspectos regionais, tal como a precipitação concentrada na região costeira, algo que é típico da atuação de Linhas de Instabilidade. Além disso, a posição e intensidade da ZCIT foram mais semelhantes aos dados do MERGE em Março e Abril.

O experimento com um baixo desempenho foi para o dia 08/01/2017, onde percebe-se superestimava na intensidade da precipitação tanto em áreas continentais quanto oceânicas. Por sua vez, o experimento para o dia 11/04/2017 conseguiu reproduzir de forma mais adequada à precipitação sobre o continente, mas não representou a configuração contínua da ZCIT.



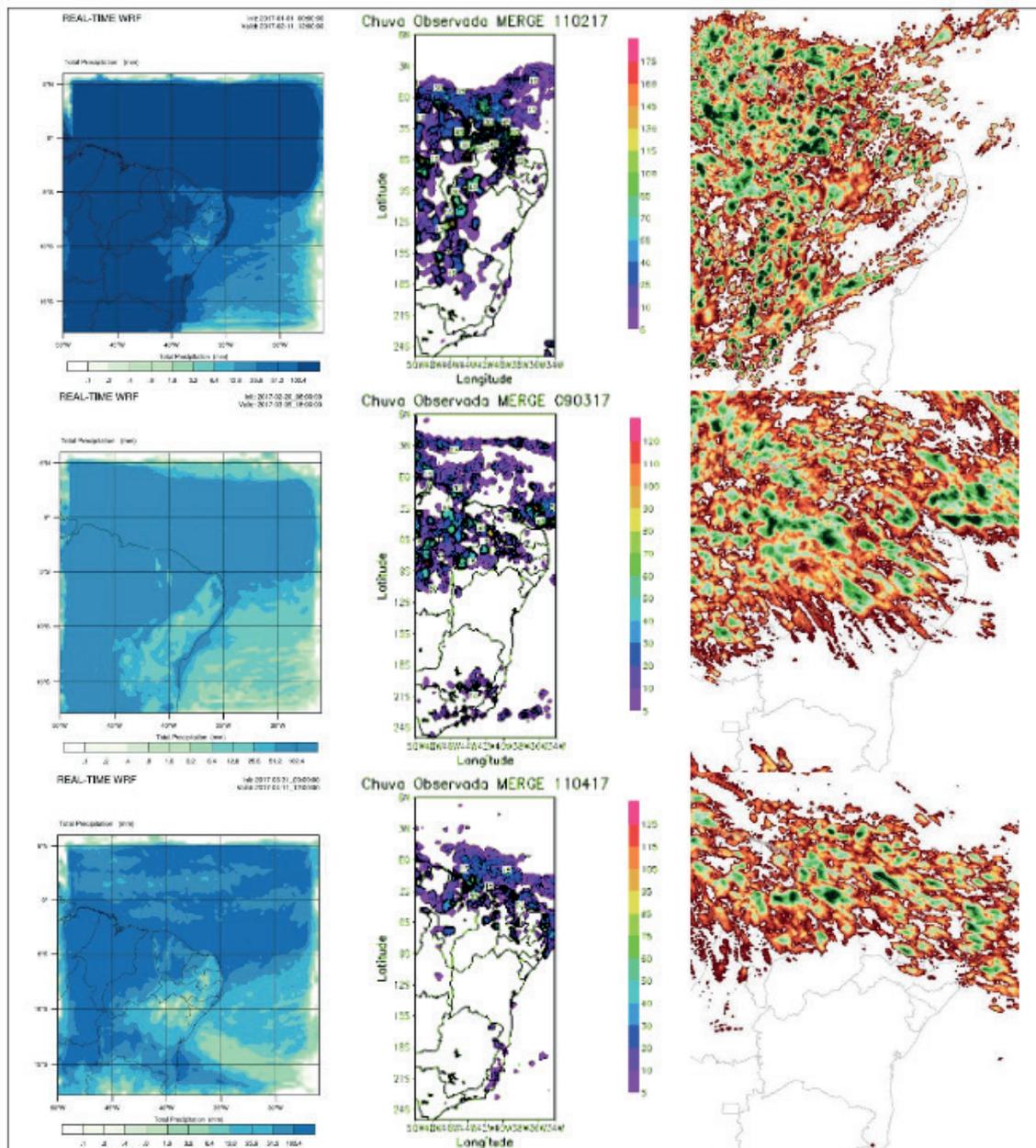


Figura 02: Acumulado de precipitação para os dias mais chuvosos de Janeiro á Abril de 2017, (a1,a2,a3,a4) dados simulados pelo WRF, (b1,b2,b3,b4) produto do MERGE e (c1,c2,c3,c4) Hidroestimador.

CONCLUSÃO

A partir das análises desenvolvidas nesta pesquisa, tem-se que as estimativas de chuva provenientes do MERGE produto 3B42RT versão 7 e do Hidroestimador reproduzem de modo geral o padrão espaço-temporal do regime de chuvas no Estado da Ceará para os dias analisados em termos da distribuição espacial de chuvas. Maior concordância entre estimativas do Hidroestimador e os simulados pelo WRF. Esse desempenho pode estar associado ao quantitativo pluviométrico de cada região (maior concordância para regiões de menor total pluviométrico) e à questão de maior facilidade de estimativa de não ocorrência de chuva do que da quantidade de chuva em dias chuvosos.

Cada abordagem tem vantagens e limitações, devido à natureza intrínseca da comparação entre dados pontuais de medição de chuva em instrumentos como pluviômetros, essa comparação espacial está sujeita a especificidades e efeitos locais, com as estimativas apresentadas aqui pelo Hidroestimador em termos de valores médios sobre a área do pixel o fenômeno em questão, a chuva, foi melhor representado em sua grande maioria dos dias.

REFERÊNCIAS

Azevedo, P.V., Silva, B.B., Rodrigues, M.F.G., 1998. Previsão estatística das chuvas de outono no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Meteorologia* 13, 19-30.

Huffman, G.J., R.F. Adler, D.T. Bolvin, G. Gu, E.J. Nelkin, K.P. Bowman, E.F. Stocker, D.B. Wolff
The TRMM multi satellite precipitation analysis (TMPA): quasi-global, multi-year, combined-sensor precipitation estimates at fine scales *J. Hydrometeorol.*, 8 (2007), pp. 38–55.

Scofield, R. A., 1987: The NESDIS operational convective precipitation technique. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 1773-1792.

Scofield, R. A., 2001: Comments on “A quantitative assessment of the NESDIS Auto-Estimador.” *Wea. Forecasting.*, 16, 277-278. Vicente, G. A., R. A. Scofield, and W. P. Menzel, 1998: The operational GOES infrared rainfall estimation technique. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 79, 1883-1898. Vicente, G. A., J. C. Davenport, and R. A. Scofield, 2002: The role of orographic and parallax corrections on real time high resolution satellite estimation.. *Int. J. Remote Sens.*, 23, 221-230.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEBERTON CORREIA SANTOS- Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acessibilidade 10, 11, 20, 21, 22, 186
Amazônia 141, 142, 143, 150, 207, 208, 246, 261
Amido de mandioca 1, 2, 3, 4, 9
Análise sensorial 45, 46, 56

B

Bioacessibilidade 164, 165, 166, 168, 172, 173
Biofilmes 4
Biomateriais 92
Biorremediação 114, 116, 117, 123, 125, 126, 128

C

Carbeto de boro 129, 130, 131, 132, 140
Carbono cristalizado 114

D

Dejetos de suínos 112

G

Gamificação 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 191, 194, 195
Geometria 34, 118, 134, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 248, 259, 271, 390

H

Homologia simplicial 239

I

Inteligências múltiplas 188, 190, 191, 192, 193, 197, 198, 199, 200

M

Matrizes 2, 129, 136, 138, 139, 247, 369
Mineração 76, 80, 125, 197, 209, 211, 216, 217

N

Nanopartículas 90, 91, 92, 93, 95, 98, 99, 100, 114, 116, 123, 125, 126

O

Óleo de copaíba 201, 203, 204, 207

P

Paralisia facial 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367

Pegmatito 23, 24, 25, 31, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Pensamento computacional 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 195

Q

Qualidade do ar 78, 79, 80, 81, 87, 88

R

Reciclagem 3, 52, 294, 297, 298, 300, 302, 388, 389, 399

Robótica 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 199, 279, 282, 284, 285, 287, 288, 289, 291

S

SAP 2000 33, 34, 40

Sistemas lineares 368, 369, 373, 374, 377

T

Tecnologias Digitais 153, 154, 155, 156, 157, 161, 162, 163, 195, 287

V

Variabilidade climática 142

W

Website 175, 176, 181, 183

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-642-3

