



Cleberton Correia Santos
(Organizador)

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

**Atena**
Editora
Ano 2019

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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 1 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 1)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-621-8 DOI 10.22533/at.ed.218191109</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 primeiro volume 35 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 pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo então na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CHÁ DE BOLDO: O SABER POPULAR FAZENDO-SE SABER CIENTÍFICO NO ENSINO DE QUÍMICA	
Andressa da Silva Muniz Monique Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.2181911091	
CAPÍTULO 2	13
A ESTRATÉGIA REGIONAL DE INOVAÇÃO DA UNIÃO EUROPEIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SRIs NA AMÉRICA LATINA	
Guilherme Paraol de Matos Clarissa Stefani Teixeira Paulo Cesar Leites Esteves Solange Maria da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.2181911092	
CAPÍTULO 3	26
ENSINO DE TÉCNICAS LABORATORIAIS PELA ELABORAÇÃO DE SORVETE COM A FRUTA BERIBÁ/BIRIBÁ (<i>Annona hypoglauca</i>)	
Minelly Azevedo da Silva Alice Menezes Gomes Amanda Carolilna Cândido Silva Iasmim Moreira Linhares João Vitor Hermenegildo Bastos Mel Naomi da Silva Borges Rebeca da Costa Rodrigues Nilton Fagner de Oliveira Araújo Elza Paula Silva Rocha Cleber do Amaral Barros Jamilé Mariano Macedo	
DOI 10.22533/at.ed.2181911093	
CAPÍTULO 4	37
A ETNOMATEMÁTICA COMO RECURSO METODOLÓGICO NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA: UMA INVESTIGAÇÃO NO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DA UNICESUMAR	
Eliane da Rocha Rodrigues Ivna Gurniski de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2181911094	
CAPÍTULO 5	52
USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA MAPEAMENTO EM ÁREAS AGRICULTÁVEIS	
Ana Paula Brasil Viana Railton Reis Arouche Pedro Henrique da Silva Sousa Edvan Carlos de Abreu Dheime Ribeiro de Miranda Lineardo Ferreira de Sampaio Melo	
DOI 10.22533/at.ed.2181911095	

CAPÍTULO 6 58

O USO DA CASCA DA BANANA COMO ADSORVENTE RENOVÁVEL DE ÍONS METÁLICOS TÓXICOS

Adriana O. Santos
Danielle P. Freitas
Fabiane A. Carvalho
Fernando S. Melo
Juliana F. C. Eller
Stéphanie Calazans Domingues
Boutros Sarrouh
Willian A. Saliba

DOI 10.22533/at.ed.2181911096

CAPÍTULO 7 76

STATIC MAGNETIC TREATMENT OF IRRIGATION WATER ON DIFFERENTS PLANTS CULTURES IMPROVING DEVELOPMENT

Yilan Fung Boix
Albys Ferrer Dubois
Elizabeth Isaac Alemán
Cristiane Pimentel Victório
Rosani do Carmo de Oliveira Arruda
Ann Cuyppers
Natalie Beenaerts
Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo

DOI 10.22533/at.ed.2181911097

CAPÍTULO 8 85

ANÁLISE DE ARQUITETURAS DE *DEEP LEARNING* APLICADO A UM BENCHMARK DE CLASSIFICAÇÃO

Henrique Matheus Ferreira da Silva
Max Tatsuhiko Mitsuya
Clayton André Maia dos Santos
Anderson Alvarenga de Moura Meneses

DOI 10.22533/at.ed.2181911098

CAPÍTULO 9 96

ANÁLISE DE VITAMINA C USANDO TÉCNICAS DE FLUORIMETRIA, CROMATOGRAFIA E ELETROFORESE

Luana Gabriela Marmitt
Sabrina Grando Cordeiro
Verônica Vanessa Brandt
Lucélia Hoehne

DOI 10.22533/at.ed.2181911099

CAPÍTULO 10 106

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE MATEMÁTICA NO CURSO TÉCNICO EM AGROPECUÁRIA DO IFC – *CAMPUS SANTA ROSA DO SUL*

Julian da Silva Lima
Cassiano Scott Puhl
Neiva Ignês Grando

DOI 10.22533/at.ed.21819110910

CAPÍTULO 11 116

A VISÃO DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS DE ARAPIRACA-AL SOBRE O ENSINO DE ASTROBIOLOGIA

Janaína Kívia Alves Lima
Elielma Lucindo da Silva
Lilian Nunes Bezerra
Janice Gomes Cavalcante
Luis Carlos Soares da Silva
José Edson Cavalcante da Silva
Jhonatan David Santos das Neves
Daniella de Souza Santos

DOI 10.22533/at.ed.21819110911

CAPÍTULO 12 125

APLICAÇÃO DA GESTÃO DO CONHECIMENTO PARA MELHORIA DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

André Felipe de Almeida Batista
Ricardo André Cavalcante de Souza

DOI 10.22533/at.ed.21819110912

CAPÍTULO 13 138

PRECIPITATION VARIABILITY ON THE STATE OF PARAÍBA IN ATMOSPHERIC CONDITIONS UNDER THE INFLUENCE OF UPPER LEVEL CYCLONIC VORTICES

André Gomes Penaforte
Maria Marle Bandeira
Magaly de Fatima Correia
Tiago Rocha Almeida
Flaviano Fernandes Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.21819110913

CAPÍTULO 14 148

AS CONTRIBUIÇÕES DO PLANETÁRIO E CASA DA CIÊNCIA DE ARAPIRACA PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA E CIÊNCIAS NATURAIS

Luis Carlos Soares da Silva
Janaína Kívia Alves Lima
Janice Gomes Cavalcante
Jhonatan David Santos das Neves
Lilian Nunes Bezerra
Daniella de Souza Santos
José Edson Cavalcante da Silva
Elielma Lucindo da Silva

DOI 10.22533/at.ed.21819110914

CAPÍTULO 15 157

POLÍMERO SULFONADO UTILIZADO COMO CATALISADOR HETEROGÊNEO NA REAÇÃO DE ESTERIFICAÇÃO

Victória Maria Ribeiro Lima
Rayanne Oliveira de Araújo
Jamal da Silva Chaar
Luiz Kleber Carvalho de Souza

DOI 10.22533/at.ed.21819110915

CAPÍTULO 16 167

ATIVIDADE CRIATIVA (AC): UM MODO ALTERNATIVO PARA MINISTRAR O CONTEÚDO DE UMA DISCIPLINA DO CURSO NOTURNO DE FARMÁCIA DA UFRJ

Aline Guerra Manssour Fraga
Viviane de Oliveira Freitas Lione

DOI 10.22533/at.ed.21819110916

CAPÍTULO 17 180

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS MULTIEXTUSADOS: SIMULAÇÃO DO REPROCESSAMENTO DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)

Fernando A. E Tremoço
Ricardo S. Souza
Valéria G. Costa

DOI 10.22533/at.ed.21819110917

CAPÍTULO 18 186

CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DE ARGILAS BENTONÍTIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE NANOCOMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Carlos Ivan Ribeiro de Oliveira
Nancy Isabel Alvarez Acevedo
Marisa Cristina Guimarães Rocha
Joaquim Teixeira de Assis
Alexei Kuznetsov
Luiz Carlos Bertolino

DOI 10.22533/at.ed.21819110918

CAPÍTULO 19 197

AVALIAÇÃO PELA MODA, MÉDIA OU MEDIANA?

Luiz Fernando Palin Droubi
Norberto Hochheim
Willian Zonato

DOI 10.22533/at.ed.21819110919

CAPÍTULO 20 221

COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO DAS SOLUÇÕES FUNDAMENTAIS E O MÉTODO DOS VOLUMES FINITOS APLICADOS A UM PROBLEMA BIDIMENSIONAL DE DIFUSÃO DE CALOR

Bruno Henrique Marques Margotto
Carlos Eduardo Polatschek Kopperschmidt
Wellington Betencurte da Silva
Júlio Cesar Sampaio Dutra
Luiz Alberto da Silva Abreu

DOI 10.22533/at.ed.21819110920

CAPÍTULO 21 230

SINERGISMO DE MISTURAS DE COMPLEXOS ENZIMÁTICOS UTILIZADAS NA HIDRÓLISE DA CELULOSE EXTRAÍDA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR PRÉ-TRATADO COM H_2SO_4/H_2O_2 , EM MEIO ALCALINO

Leila Maria Aguilera Campos
Luciene Santos de Carvalho
Luiz Antônio Magalhães Pontes
Samira Maria Nonato de Assumpção
Maria Luiza Andrade da Silva
Heloise Oliveira Medeiros de Araújo Moura
Anne Beatriz Figueira Câmara

DOI 10.22533/at.ed.21819110921

CAPÍTULO 22	238
CONCEPÇÕES DE LINGUAGEM E SUAS IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DA LINGUAGEM MATEMÁTICA	
Cíntia Maria Cardoso	
DOI 10.22533/at.ed.21819110922	
CAPÍTULO 23	248
DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE SOFTWARE INTERATIVO PARA PROJETOS CONCEITUAIS DE AERONAVES	
Carlos Antonio Vilela de Souza Filho	
Giuliano Gardolinski Venson	
Jefferson Gomes do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.21819110923	
CAPÍTULO 24	260
ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO: UM OLHAR PARA O PROCESSO FORMATIVO POSSIBILITADO POR OBSERVAÇÕES DE AULA	
Mariele Josiane Fuchs	
Cláudia Maria Costa Nunes	
Elizangela Weber	
Lucilaine Goin Abitante	
DOI 10.22533/at.ed.21819110924	
CAPÍTULO 25	269
OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS FINANCEIROS DE UMA MADEIREIRA UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR	
Brenno Souza de Oliveira	
Edson Patrício Barreto de Almeida	
Vitor Miranda Sousa Brito	
DOI 10.22533/at.ed.21819110925	
CAPÍTULO 26	280
ESTUDO ATUALIZADO E ABRANGENTE DAS APLICAÇÕES PRÁTICAS DE GEOPROSPECÇÃO ELÉTRICA	
Pedro Henrique Martins	
Antonio Marcelino da Silva Filho	
Kaiisson Teodoro de Souza	
Márcio Augusto Tamashiro	
Humberto Rodrigues Macedo	
DOI 10.22533/at.ed.21819110926	
CAPÍTULO 27	292
FIQUE SABENDO: PLATAFORMA ACADÊMICA DE COMUNICAÇÃO	
Marco Antônio Castro Martins	
Lúcio Flávio de Jesus Silva	
George Miler Gomes Farias	
Diego Lisboa Pires	
DOI 10.22533/at.ed.21819110927	

CAPÍTULO 28 300

INVESTIGAÇÃO ESTRUTURAL, MORFOLÓGICA E FOTOCATALÍTICA DE MICROCRISTAIS DE β -(Ag_{2-2x}Zn_x)MoO₄

Fabiana de Sousa Cunha
Francisco Henrique Pereira Lopes
Amanda Carolina Soares Jucá
Lara Kelly Ribeiro da Silva
Keyla Raquel Batista da Silva Costa
Júlio César Sczancoski
Francisco Eroni Paz dos Santos
Elson Longo
Laécio Santos Cavalcante
Gustavo Oliveira de Meira Gusmão

DOI 10.22533/at.ed.21819110928

CAPÍTULO 29 325

PRODUTOS QUÍMICOS PERIGOSOS: EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DA TEMÁTICA SANEANTES

Egle Katarinne Souza da Silva
Luislândia Vieira de Figueredo
Felícia Maria Fernandes de Oliveira
Luiz Antonio Alves Fernandes
Edilson Leite da Silva

DOI 10.22533/at.ed.21819110929

CAPÍTULO 30 339

INFLUÊNCIA DO SnCl₂ NA COPOLIMERIZAÇÃO DE NORBORNENO E ÁCIDO 5-NORBORNENO-2-CARBOXÍLICO VIA ROMCP CATALISADO POR RuCl₂(PCy₃)₂CHR

Sâmia Dantas Braga
Aline Aparecida Carvalho França
Vanessa Borges Vieira
Talita Teixeira da Silva
Aline Estefany Brandão Lima
Ravane Costa e Silva
Luís Fernando Guimarães Nolêto
Nouga Cardoso Batista
José Milton Elias de Matos
Benedito dos Santos Lima Neto
José Luiz Silva Sá
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

DOI 10.22533/at.ed.21819110930

CAPÍTULO 31 347

MONITORAMENTO DE DESEMPENHO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA DO INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CAMPUS PAU DOS FERROS

José Henrique Maciel de Queiroz
José Flávio Timoteo Júnior
Rogério de Jesus Santos

DOI 10.22533/at.ed.21819110931

CAPÍTULO 32 357

REDE FEDERAL EM SANTA CATARINA: ORIGEM, TRAJETÓRIA E ASPECTOS GERENCIAIS

Sônia Regina Lamego Lino

DOI 10.22533/at.ed.21819110932

CAPÍTULO 33	371
SISTEMA DE EDUCAÇÃO CORPORATIVA: EXPERIÊNCIAS BRASILEIRAS E CHINESAS PARA A INOVAÇÃO	
Regina Wundrack do Amaral Aires	
Cleunisse Aparecida Rauen De Luca Canto	
Patricia de Sá Freire	
DOI 10.22533/at.ed.21819110933	
CAPÍTULO 34	385
VARIABILIDADE TEMPORAL DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM FOLHAS DE <i>Eucalyptus microcorys</i>	
Gilmara Aparecida Corrêa Fortes	
Pedro Henrique Ferri	
Suzana da Costa Santos	
DOI 10.22533/at.ed.21819110934	
CAPÍTULO 35	397
OXIDAÇÃO SELETIVA DO METANOL A FORMALDEÍDO ASSISTIDA POR N ₂ O SOBRE CATALISADOR Co,Ce DERIVADOS DE HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES	
Oséas Silva Santos	
Giulyane Felix de Oliveira	
Artur José Santos Mascarenhas	
Heloyza Martins. Carvalho Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.21819110935	
SOBRE O ORGANIZADOR	408
ÍNDICE REMISSIVO	409

PRECIPITATION VARIABILITY ON THE STATE OF PARAÍBA IN ATMOSPHERIC CONDITIONS UNDER THE INFLUENCE OF UPPER LEVEL CYCLONIC VORTICES

André Gomes Penaforte

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Campina Grande Paraíba

Maria Marle Bandeira

Agência Executiva de Gestão e Águas do Estado
da Paraíba (AESAs)
Campina Grande Paraíba

Magaly de Fatima Correia

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Campina Grande Paraíba

Tiago Rocha Almeida

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Campina Grande Paraíba

Flaviano Fernandes Ferreira

Agência Executiva de Gestão e Águas do Estado
da Paraíba (AESAs)
Campina Grande Paraíba

RESUMO: Este estudo tem como objetivo avaliar a influência de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs) na distribuição espacial e intensidade das chuvas na Paraíba. A área de estudo foi analisada considerando seis

regiões pluviometricamente homogêneas: Alto Sertão, Sertão, Cariri/Curimataú, Agreste, Brejo e Litoral. A elaboração de mapas de desvios da precipitação mensal em relação à média histórica permitiu identificar localidades com ocorrência de chuvas intensas em condições atmosféricas sob a influência de VCANs. O posicionamento geográfico do VCAN representa um fator determinante para a evolução da nebulosidade e ocorrência de chuvas. Movimento descendente do ar no centro do VCAN inibe o desenvolvimento vertical das nuvens. Apesar da maior persistência dos VCANs em janeiro, a chuva em todo o estado foi abaixo da média climatológica. Em compensação, chuvas isoladas com intensidade significativa foram registradas no Sertão. O total pluviométrico diário mais elevado foi observado em Teixeira, 119mm, valor que é aproximadamente o dobro da média histórica do mês (67 mm). No mês de fevereiro os VCANs se posicionaram mais ao sul na Região Nordeste. A precipitação observada nesse mês teve influência substancial da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Os valores mais significativos foram registrados no Alto Sertão. No mês de março houve registro de chuvas em praticamente toda a área do estado, com totais mensais mais significativos no Alto Sertão, Sertão e Litoral. Em abril, a atuação de VCAN favoreceu a ocorrência de chuvas no Litoral.

VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DA PARAÍBA EM CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS SOB A INFLUÊNCIA DE VÓRTICES CICLÔNICOS DE ALTOS NÍVEIS

ABSTRACT: The objective in this study is to evaluate the influence of upper level cyclonic vortices (ULCVs) on the spatial distribution and intensity of rainfall in the State of Paraíba. The area of study was analyzed considering six pluviometrically homogeneous sub-regions named as: Alto Sertão, Sertão, Cariri/Curimataú, Agreste, Brejo and Litoral. Monthly maps of the difference between the observed accumulated precipitation and the historical mean precipitation allowed identification of localities with occurrence of intense rainfall in atmospheric conditions under the influence of ULCVs. The geographic positioning of the ULCV represents a determining factor for cloudiness evolution and rainfall occurrence. Subsiding air in the center of ULCV inhibits the vertical development of the clouds. In spite of the higher persistence of the ULCVs in the month of January, the rainfall over the entire state was below the climatologic mean. On the other hand, isolated rains with significant intensity were registered in the Sertão of the state. The highest daily rainfall total was observed in the municipality of Teixeira, 119 mm, a value about twice the historical mean of the month (67 mm). In the month of February the ULCVs were located further south in the Northeast region. The precipitation observed in this month was substantially influenced by the intertropical convergence zone (ITCZ). The more significant values were registered in the Alto Sertão do estado. In March, rainfall was registered in almost the entire area of study with more significant monthly totals in the Alto Sertão, Sertão and Litoral of the state. In the month of April, the influence of ULCVs favored rainfall occurrence in the Litoral of the State of Paraíba.

KEYWORDS: Upper Level Cyclonic Vortices, Precipitation, ITCZ

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento desse estudo teve como objetivo analisar aspectos relevantes de variações na intensidade e distribuição espacial das chuvas observadas no estado da Paraíba decorrentes da atuação de vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN) no período de janeiro a abril de 2017. O padrão de comportamento de seis regiões pluviometricamente homogêneas denominadas de Alto Sertão (AS), Sertão (S), Cariri/Curimataú (C/C), Agreste (A), Brejo (B) e, Litoral (L) foi utilizado como embasamento das análises apresentadas. A localização geográfica das Mesorregiões é mostrada na Figura 1.

A estrutura dinâmica dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis – VCANs consiste numa circulação ciclônica fechada, de escala sinótica, cujo centro é mais frio que

sua periferia. Geralmente, esses vórtices são observados no período de primavera, verão e outono com maior frequência no mês janeiro (GAN, 1983; CALBETE & SATYAMURTY, 1996; GURJÃO, ET AL., 2012; CORREIA, ET AL., 2018).

Na literatura científica existem vários trabalhos que abordam aspectos dinâmicos e termodinâmicos da ocorrência e atuações dos VCANs sobre o NEB. Dean (1971) foi o primeiro pesquisador que constatou a presença dos VCANs sobre o NEB nos níveis de 300 hPa e 200 hPa. Os resultados mostraram que o desenvolvimento do sistema tem relação direta com padrão de circulação geral da atmosfera. O autor mostra que no período analisado a formação do sistema foi favorecida pelo enfraquecimento dos ventos de leste na alta troposfera, da porção tropical do Oceano Atlântico. A direção dos ventos foi visivelmente alterada para ventos de oeste oriundos do Hemisfério Norte (HN).

A atuação de VCANs provoca mudanças no tempo que variam com a intensidade e sua permanência sobre uma determinada região, podendo causar precipitação intensa com sérios problemas decorrentes de alagamentos ou inundações. A nebulosidade associada com esse tipo de sistema permite identificar características peculiares com indicações claras sobre áreas de instabilidade. A maior atividade convectiva é encontrada nas bordas do vórtice, na direção de movimento do VCAN. Imagens de satélite são extremamente úteis na identificação dos VCANs.

Na periferia do sistema formam-se as nuvens causadoras de chuva e no centro há movimento de ar descendente o que inibe o desenvolvimento das nuvens e redução das chuvas (KOUSKY & GAN, 1981). Esse movimento predominantemente descendente no centro do VCAN, pode provocar períodos de estiagens prolongadas no NEB e com isso parte de região é muitas vezes atingida por condições atmosféricas extremas decorrentes do excesso ou falta de chuvas, acarretando prejuízos diversos e transtornos à população (Nunes et al., 1989; Nunes & Modestos, 1996; Silva Aragão, et. al., 2007).

Vários estudos têm considerado que a ocorrência de chuvas intensas e períodos de estiagens sobre o NEB estão associados com atuação do VCAN. Cavalcanti (1986) observou que as chuvas intensas registradas no ano de 1985 no nordeste brasileiro estavam relacionadas com a presença de um VCAN sobre a região e os posicionamentos da ZCIT mais ao sul do Equador e a Alta da Bolívia mais ao leste de sua climatologia.

Resultados de um estudo sobre a frequência de ocorrência dos vórtices entre os meses de dezembro a março no interior do Nordeste do Brasil desenvolvido por Satyamurty e Silva, (2005), mostram variações significativas quando comparados anos de EL Niño, La Niña e neutros. Concluíram que os VCANs são mais frequentes em anos sob a influência do fenômeno El Niño.

2 | DADOS E MÉTODOS:

2.1 Área de estudo

O estado da Paraíba, conforme ilustração apresentada na Figura 1, está situado no Nordeste do Brasil (NEB) entre os paralelos 6°02'12" e 8°19'18" S, e entre os meridianos de 34°45'54" e 38°45'45" W. A região abrange uma área de 56.372 km², que corresponde a aproximadamente 0,662% do território nacional.

A posição geográfica do estado, favorece a influência de diferentes sistemas de circulação atmosférica na formação, desenvolvimento de nuvens e conseqüentemente na distribuição espacial e intensidade das chuvas.

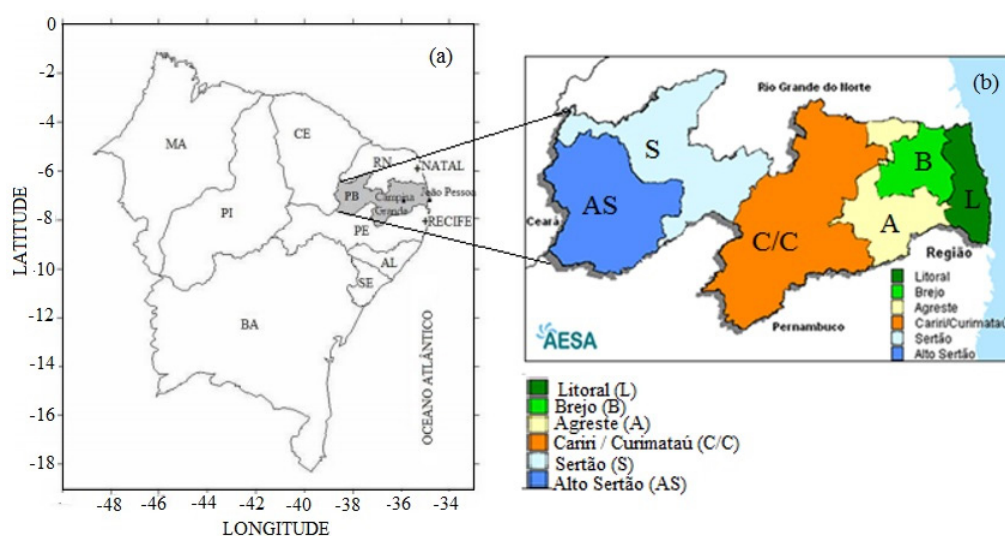


Figura 1. Localização geográfica do Estado da Paraíba (a) e mesorregiões pluviometricamente homogêneas (b). Fonte: AESA

Os principais sistemas indutores de chuvas no período de janeiro a abril são: Zona de Convergência Intertropical – ZCIT e o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis – VCAN.

A atuação desses sistemas é um dos principais fatores responsáveis pela irregularidade na distribuição espacial e temporal, assim como na intensidade das chuvas observadas na maior parte da região. Essa particularidade pode gerar incertezas e problemas de natureza ambiental com danos severos em diferentes atividades socioeconômicas. Na agricultura esses danos podem causar prejuízos irreversíveis decorrentes de eventos adversos comumente denominados de desastres naturais.

2.2 Dados

Na realização deste estudo foram utilizados:

- I. Dados diários de precipitação referentes aos meses de janeiro a abril de 2017 pertencentes a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado

da Paraíba – AESA;

- II. Imagens do satélite GOES 13 referentes ao período de janeiro a abril de 2017 pertencentes ao Centro de Previsão de Tempo e Análises Climáticas/ Instituto de Pesquisas Espaciais - CPTEC/INPE;
- III. Dados de reanálise do National Center for Environmental Prediction/ National Center for Atmospheric Research – NCEP/NCAR disponível em <<http://www.cdc.noaa.gov>>;
- IV. Informações da posição geográfica e trajetória dos VCANs, disponibilizadas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

2.3 Metodologia

2.3.1 Variação espacial e temporal da precipitação média mensal

A elaboração de mapas de desvios da precipitação mensal em relação à média histórica foi feita com o propósito de identificar localidades com ocorrência de chuvas intensas em condições atmosféricas sob a influência de VCANs. O número de estações (postos pluviométricos) por mesorregião utilizadas na análise nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril é apresentado na Tabela 1. No processo de classificação da precipitação foram adotados três limiares:

- I. Abaixo da média: quando o desvio < -25 ;
- II. Normal: desvio entre -25 e 25 ;
- III. Acima da média: desvio > 25 ;

Mesorregiões	Número de estações			
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Agreste	24	25	22	22
Alto Sertão	38	30	24	23
Brejo	27	23	23	22
Cariri/Curimataú	42	42	35	30
Litoral	15	12	10	11
Sertão	43	35	30	28
Total	189	167	144	136

Tabela 1. Número de estações pluviométricas por Mesorregião. Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

As maiores frequências de VCANs foram observadas nos meses de janeiro e março. Além disso, foi possível verificar que no mês de janeiro os sistemas foram

mais persistentes. Comportamento inverso foi observado no mês de fevereiro, período com o menor registro da atuação de VCANs.

A espacialização dos valores obtidos com o cálculo dos desvios em relação à média histórica permitiu observar que as chuvas registradas ocorreram abaixo da média na maioria das localidades (Figura 2). Esse comportamento surge como um dos resultados relevantes no período analisado.

Os tons de vermelho representam anomalias negativas (chuva abaixo da média histórica) enquanto os tons de azul representam as anomalias positivas (chuvas acima da média histórica). No mês de janeiro os acumulados mensais de precipitação mais significativos foram registrados na mesorregião do Alto Sertão como pode ser visto na área delimitada por um retângulo azul no mapa da distribuição espacial da precipitação acumulada (figura 3.a) e no mapa de desvios (Fig. 2.a) identificados claramente através dos núcleos na cor azul.

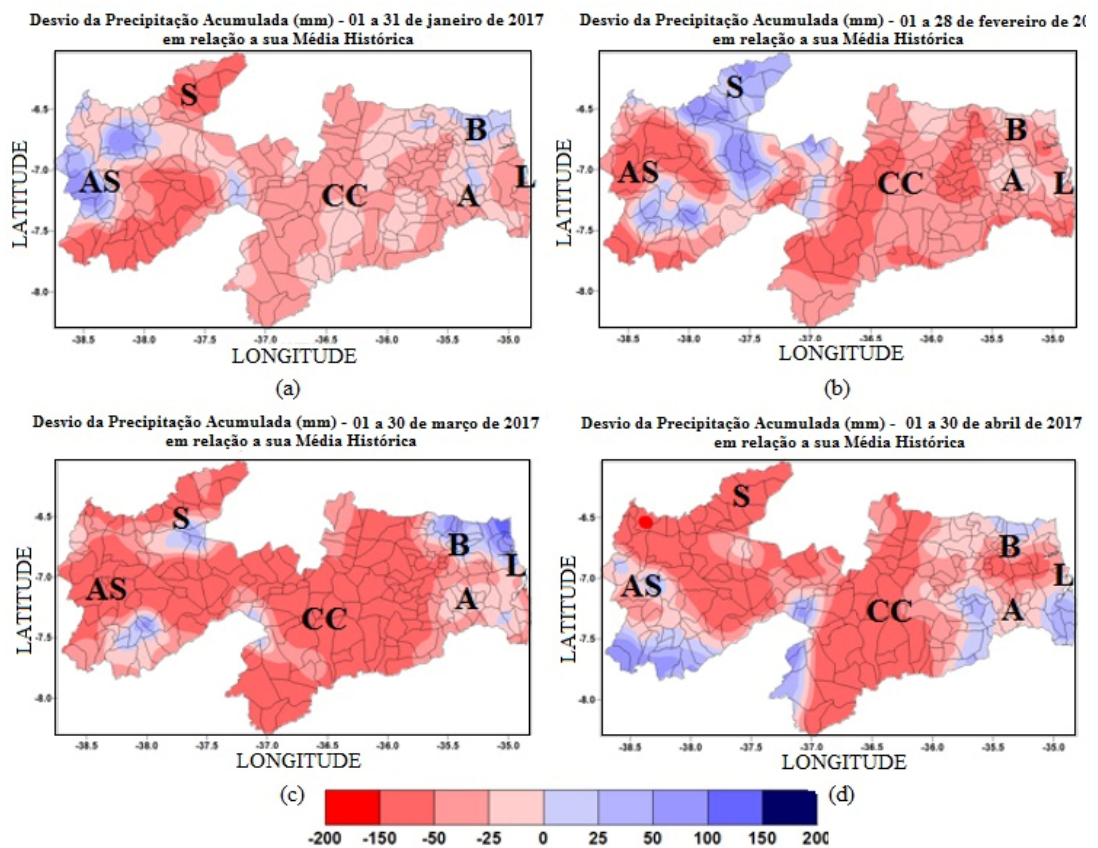


Figura 2. Desvio da precipitação média mensal acumulada: (a) janeiro; (b) fevereiro; (c) março e (d) abril. As letras AS, S, CC, B, A e L, indicam a localização aproximada das mesorregiões do Alto Sertão, Sertão, Cariri / Curimataú, Brejo, Agreste e Litoral.

O uso de mapas de linhas de corrente (não mostrados) e imagens de satélite permitiu observar a formação de cinco vórtices ciclônicos de altos níveis que atuaram na região Nordeste. Análise da influência da atuação de VCANs na distribuição espacial das chuvas, mostram que apesar da alta persistência deste sistema no mês de janeiro de 2017 a precipitação em todo o estado foi abaixo da média climatológica.

Em compensação chuvas isoladas com intensidade significativa foram observadas no Sertão do estado. O índice pluviométrico mais alto foi registrado no município de Teixeira, com 119 mm, o que representa o dobro da média histórica do mês que é de 67 mm.

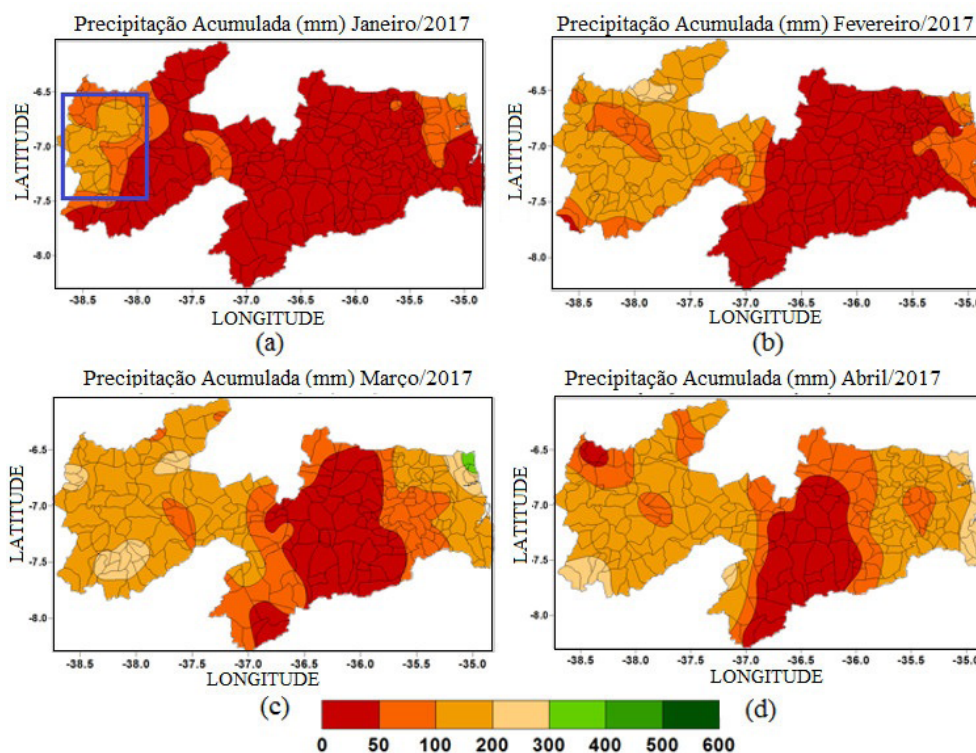


Figura 3. Distribuição espacial da precipitação acumulada: (a) janeiro; (b) fevereiro; (c) março; e (d) abril.

Esse resultado indica que os movimentos descendentes observados no centro do VCAN contribuíram para redução da nebulosidade e chuvas na região. Esse comportamento é evidente na ilustração da trajetória dos centros do VCAN apresentada na Figura 3a.

Os círculos na cor azul indicam que na maioria dos dias sob a atuação de VCAN o centro do sistema estava posicionado no setor leste do Nordeste (NEB). Na literatura é comum encontrar estudos que apontam o posicionamento geográfico e a persistência dos VCANs como fatores fundamentais na determinação de áreas com atividade convectiva intensa e ocorrência de precipitação.

No mês de fevereiro foi possível observar a formação de dois VCANs. O primeiro VCAN atuou no litoral leste da região Nordeste e se deslocou para o interior do continente entre os dias 13 e 16 (Fig. 4b). As chuvas registradas neste mês ocorreram principalmente pela influência da zona de convergência intertropical (ZCIT). Os acumulados mais significativos foram registrados nas mesorregiões do Sertão e Alto Sertão (Figura 5).

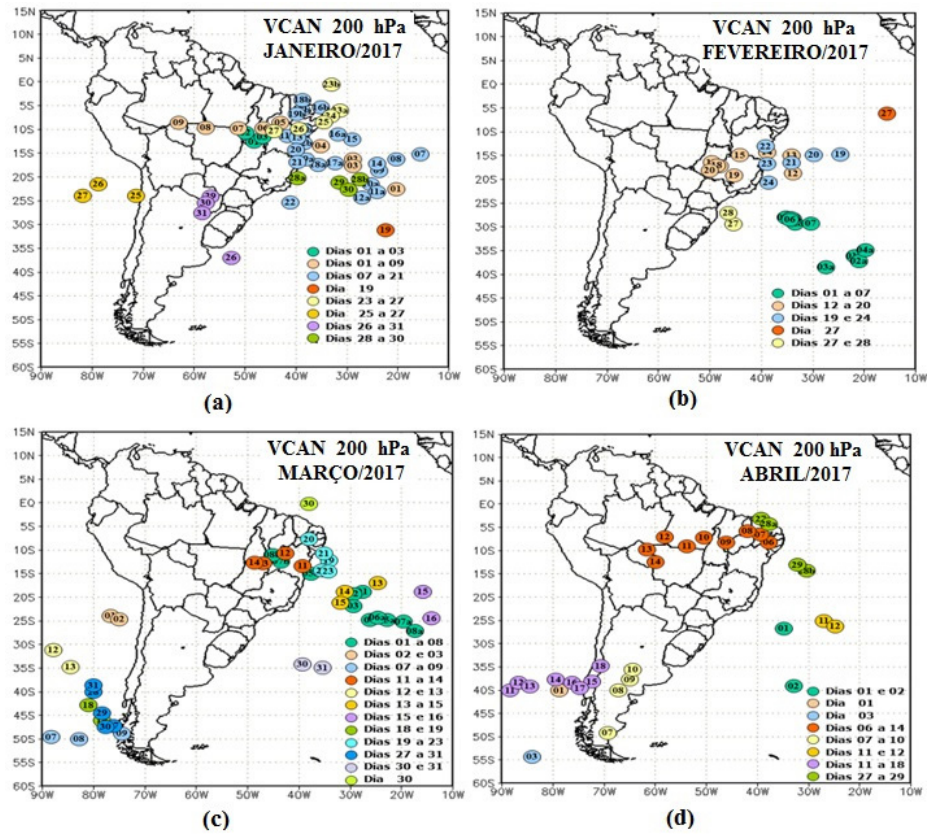


Figura 4. Trajetória dos centros do VCAN de 2017 em toda América do Sul, (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março e (d) abril.

No mês de março as chuvas ocorreram em praticamente todas as regiões sendo mais significativas no Sertão, Alto Sertão e Litoral. Áreas de instabilidades resultantes de umidade elevada associada com o padrão de ventos favoráveis em altos níveis e temperaturas elevadas produziram pancadas isoladas de chuva.

Aglomerados de nuvens convectivas profundas no Alto Sertão são visíveis na imagem realçada do satélite GOES 13 do dia 22 de março de 2017, apresentada na Figura 5b. Neste mês verificou-se a atuação de dois VCANs na região Nordeste. O primeiro VCAN, formou-se no dia 03 de março se posicionou no litoral da Bahia (Figura 4c) favorecendo o aumento da convecção no leste da região. No mês de abril as chuvas se concentraram no final da primeira quinzena em todas as regiões.

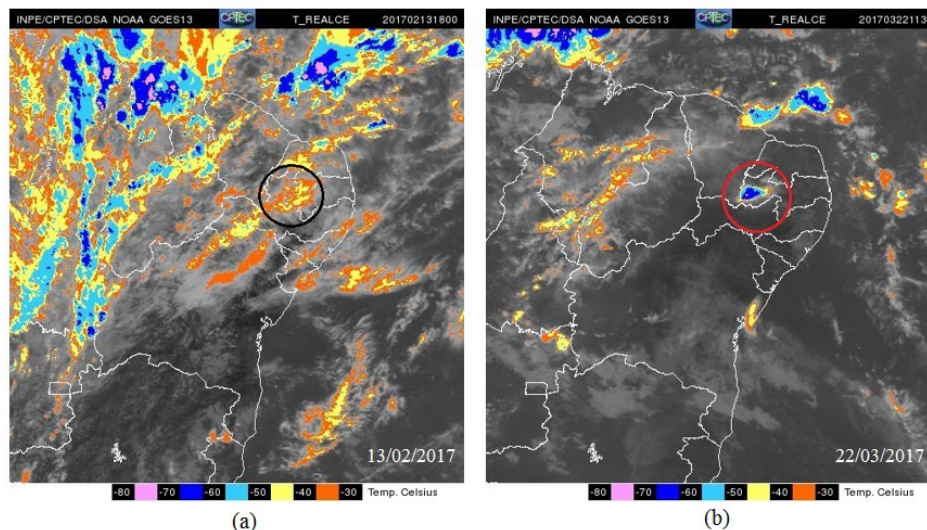


Figura 5. Imagens do satélite GOES-13, no canal IR realçado, para os dias: (a) 13 de fevereiro de 2017, às 18:00 UTC e (b). 22 de março de 2017 às 11:30 UTC. Os círculos indicam a localização de áreas de instabilidade na região de estudo. Fonte: CPTEC/INPE.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Apesar da maior frequência de VCAN no mês de janeiro, o posicionamento e a persistência do sistema no continente contribuíram para uma redução substancial das chuvas. Foram registradas precipitações acima da média histórica apenas em localidades do Alto Sertão (Cajazeiras e Souza), Sertão (Patos), Brejo e Litoral (região de Mamanguape);

No mês de fevereiro os VCANs não contribuíram com o aumento das chuvas na Paraíba;

Apesar da atuação de cinco VCANs no mês de março, as chuvas neste período estiveram mais associadas com a ZCIT. Apenas dois dos VCANs que atuaram na região contribuíram com as chuvas que atingiram principalmente as mesorregiões do Litoral Norte (Mamanguape e Baía da Traição), Brejo (Guarabira), e o Alto Sertão (entre Piancó e Conceição);

Dois vórtices que atuaram no mês de abril, favoreceram a ocorrência de chuvas em praticamente todas as regiões da Paraíba: no Alto Sertão (Conceição), Sertão (Monteiro), Agreste (Itatuba e Fagundes), Brejo (Guarabira) e Litoral Sul (Pitimbu e Conde). Nessas regiões as chuvas ficaram acima da média histórica (Figura 2.d).

CONCLUSÕES

- Apesar da grande atuação de VCANs no mês de janeiro, foi considerado como o mês mais seco do período analisado;
- Em fevereiro as chuvas foram causadas principalmente por influência da ZCIT;
- As mesorregiões mais favorecidas com a atuação do VCAN foram: o Alto

Sertão, o Brejo e o Litoral;

- No mês de março as chuvas ocorridas na Paraíba, resultaram da interação entre vórtices e ZCIT;
- As regiões menos favorecidas em termos de ocorrência de precipitação foram: o Cariri/Curimataú e o Agreste (Norte/Leste) com valores abaixo da média;

REFERÊNCIAS

CAVALCANTI, I. F. A. THE ANOMALOUS RAINFALL IN NORTHEASTERN BRAZIL IN 1985. 1986. **II Internacional Conference on Southern Hemisphere Meteorology. Wellington.** New Zealand, pp. 446-448.

CALBETE, N. O, SATYAMURTY, P., Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis que atuaram na Região Nordeste no Período de 1987 a 1995. **Climanálise Especial. comemoração dos 10 anos.** MCT/INPE/CPTEC.168-172, 1996.

CORREIA, M. F.; SILVA ARAGÃO, M. R.; PENAFORTE, A. G.; MEDEIROS RODOLPHO, L. B. M. 2018. Características de Dutos Atmosféricos de Superfície no Semiárido Brasileiro. **Anuário do Instituto de Geociências, 41:** 375-381.

DEAN, G. A. The three-dimension wind structure over South America and associated rainfall over Brazil. 1971. **Available at the Instituto de Pesquisas Espaciais,** São José dos Campos – SP. pp 164.

GAN, M. A. **Um Estudo Observacional sobre as Baixas Frias da Alta Troposfera, nas Latitudes Subtropicais do Atlântico Sul e Leste do Brasil.** 1982. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos - SP. pp. 65.

GURJÃO, C.D.S.; CORREIA, M.F.; CHAVES FILHO, J.B. & SILVA ARAGÃO, M.R. 2012. Influência do ENOS (El Niño-Oscilação Sul) no Regime Hidrológico do Rio São Francisco: Uma Análise em Regiões com Fortes Pressões Antrópicas. **Revista Brasileira de Geografia Física, 4:** 774-790.

KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. Upper Tropospheric Cyclone Vortices in the Tropical South Atlantic. 1981 **Tellus, 33,** p. 538 - 550.

NUNES, L. H., MODESTO, R. P. 1996. Pluviometria e problemas ambientais no município do Guarujá – SP. **Revista do Departamento de Geografia 10,** p. 59-71.

NUNES, L. H., MODESTO, R. P., ALMEIDA, M. C., OGURA, A. T. 1989 Estudo de episódios pluviais associados a escorregamentos – Municípios do Guarujá – SP. In: **Encontro Nacional de Estudos Sobre o Meio Ambiente, 2,** Florianópolis: UFSC, v. 1 n. 1 p. 402-408.

SATYAMURTY, P. SILVA, L. A. Sistema Ciclônico de Altos Níveis e Chuva no Interior do Nordeste brasileiro no Verão. **2005. I Simpósio Internacional de Climatologia.** Cd-room.

SILVA ARAGÃO, M. R.; DAMIÃO, M. C.; CAVALCANTI, I. F, CORREIA, M. F. (2007). Observational study of a rainy January day in the Northeast Brazil semi-arid region: synoptic and mesoscale characteristics. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, v.133,** p.1127 – 1141.

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 tratos 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

Agricultura 30, 38, 42, 43, 44, 45, 46, 52, 53, 56, 57, 77, 106, 110, 112, 141, 280, 281, 286, 287, 289, 333, 408

Agricultura de precisão 56, 289

Astrobiologia 116, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124

Atividade fotocatalítica 301

B

Bagaço de cana 64, 230, 233

C

Campo magnético estático 77, 83

Catalisador ácido sólido 157, 159

Celulose 65, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236

Compostos fenólicos 36, 385, 386, 387, 393, 394

Copolímeros 339, 340, 341, 342, 343, 344

Cromatografia 96, 97, 100, 105, 233, 234, 387, 399

D

Desenvolvimento tecnológico 373

E

Educação 1, 11, 25, 28, 30, 35, 37, 39, 41, 49, 50, 51, 52, 106, 107, 108, 109, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 137, 148, 149, 152, 153, 154, 155, 156, 168, 169, 177, 178, 179, 245, 246, 260, 261, 262, 263, 268, 290, 291, 325, 327, 328, 329, 337, 338, 356, 357, 358, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 380, 381, 382, 383, 384

Eletroforese 96, 97, 102

Energia solar 347, 348, 349, 350, 354, 355

Ensino de matemática 51, 114

Estratégias regionais de inovação 20, 21

G

Geotecnologias 52, 53, 56, 57

H

Hidrólise 96, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236

I

Íons metálicos 62, 64, 65, 69, 400

M

Metátese 339, 340, 341, 346

Minigeração 347, 349, 350, 354, 355

N

Nanopartículas 186

Norborneno 339, 340, 341

O

Oxidação seletiva de metanol 397, 399

P

Planejamento territorial 52, 53, 55

Planetário 116, 117, 118, 119, 122, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155

Poliméricas 157, 159, 161, 163, 183, 188

R

Resina polimérica 157, 159, 160, 163, 164

S

Saber popular 1, 3, 4

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-621-8

