



Cleberton Correia Santos
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares
nas Ciências e da Terra
e Engenharias 5**

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias 5

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 5 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 5)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-623-2 DOI 10.22533/at.ed.232191109</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 5º volume 37 capítulos com temáticas voltadas 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
DETERMINAÇÃO DA ALTURA MANOMÉTRICA DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE FLUIDOS DO REATOR TUBULAR PRESENTE NO MÓDULO DIDÁTICO DE CINÉTICA E CÁLCULO DE REATORES	
Shara Katerine Moreira Jorge Leal Rosilanny Soares Carvalho Daiane Antunes Pinheiro Vitor Soares	
DOI 10.22533/at.ed.2321911091	
CAPÍTULO 2	12
ESTATÍSTICA COMO ELEMENTO NORTEADOR DO TRABALHO COM CONCEITOS MATEMÁTICOS NOS ANOS INICIAIS	
Daiani Finatto Bianchini Cátia Maria Nehring	
DOI 10.22533/at.ed.2321911092	
CAPÍTULO 3	26
AÇÃO CATALÍTICA DO CATALISADOR DE 2ª GERAÇÃO DE GRUBBS NA AUTO-METÁTESE DA PIPERINA	
Aline Aparecida Carvalho França Vanessa Borges Vieira Thais Teixeira da Silva Sâmia Dantas Braga Ludyane Nascimento Costa John Cleiton dos Santos Denise Araújo Sousa Alexandre Diógenes Pereira Benedito dos Santos Lima Neto Francielle Aline Martins José Luiz Silva Sá José Milton Elias de Matos	
DOI 10.22533/at.ed.2321911093	
CAPÍTULO 4	35
ACUMULADOR DE ENERGIA SOLAR PARA SECAGEM DAS AMENDOAS DE CACAU	
Luiz Vinicius de Menezes Soglia Jorge Henrique de Oliveiras Sales Pedro Henrique Sales Giroto	
DOI 10.22533/at.ed.2321911094	
CAPÍTULO 5	47
ÁLGEBRA LINEAR NA ESCOLA E NA HISTÓRIA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS PRINCIPAIS TÓPICOS ENSINADOS	
Leandro Teles Antunes dos Santos Erasmus Tales Fonseca Patrícia Milagre de Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.2321911095	

CAPÍTULO 6	58
UMA POSSIBILIDADE DE CONCEBER A MATEMÁTICA E REALIDADE - MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO	
Morgana Scheller Lariça de Frena Alan Felipe Bepler Tayana Cruz de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.2321911096	
CAPÍTULO 7	71
LETRAMENTO MATEMÁTICO: A ALFABETIZAÇÃO MATEMÁTICA A PARTIR DE MATERIAIS MANIPULÁVEIS	
Pamela Suelen Pantoja Egues Cristiane Ruiz Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.2321911097	
CAPÍTULO 8	79
MÉTODO DE MÚLTIPLAS ESCALAS APLICADO AO OSCILADOR DE VAN DER POL	
Higor Luis Silva Denner Miranda Borges	
DOI 10.22533/at.ed.2321911098	
CAPÍTULO 9	86
ANALISE DE VIABILIDADE DE EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS COM O USO DA SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO	
Ianyqui Falcão Costa	
DOI 10.22533/at.ed.2321911099	
CAPÍTULO 10	103
DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO MÓVEL EDUCATIVA PARA ACOMPANHANTES DE PARTURIENTES	
Adriana Parahyba Barroso Jocileide Sales Campos Edgar Marçal	
DOI 10.22533/at.ed.23219110910	
CAPÍTULO 11	113
ASPECTOS DO CICLO DE VIDA DE DADOS EM PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS BIOMÉDICAS	
Jeanne Louize Emygdio Eduardo Ribeiro Felipe Maurício Barcellos Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.23219110911	
CAPÍTULO 12	126
AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE VINHOS UTILIZANDO TÉCNICAS ELETROANALÍTICAS E ESPECTROFOTOMÉTRICAS	
Isaide de Araujo Rodrigues Deracilde Santana da Silva Viégas Ziel dos Santos Cardoso Ana Maria de Oliveira Brett	
DOI 10.22533/at.ed.23219110912	

CAPÍTULO 13 138

AVALIAÇÃO DE ADITIVOS ANTIOXIDANTES COMO INIBIDORES DA CORROSÃO PROVOCADA PELO BIODIESEL DE DIFERENTES MATÉRIAS-PRIMAS

José Geraldo Rocha Junior
Marcelle Dias dos Reis
Luana de Oliveira Santos
Andressa da Silva Antunes
Cristina Maria Barra
Sheisi Fonseca Leite da Silva Rocha
Otavio Raymundo Lã
Rosane Nora Castro
Matthieu Tubino
Acácia Adriana Salomão
Willian Leonardo Gomes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.23219110913

CAPÍTULO 14 149

AVALIAÇÃO DO TEOR DE FIBRAS EM IOGURTE SABOR CHOCOLATE ELABORADO COM ADIÇÃO DE BIOMASSA DE BANANA VERDE

Ana Cléia Moreira de Assis Frota
Márcia Facundo Aragão

DOI 10.22533/at.ed.23219110914

CAPÍTULO 15 155

DIAGNÓSTICO DAS PERDAS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Daniel Ramos de Souza
Maycon Mickael Ribeiro Vasconcelos
Evandro Schmitt
Írismar da Silva Genuíno

DOI 10.22533/at.ed.23219110915

CAPÍTULO 16 164

ESTUDO DE AQUECIMENTOS NOTURNOS SIMULTANEAMENTE À DIMINUIÇÃO DA UMIDADE SOBRE A CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Hana Carolina Vieira da Silveira
Ana Cristina Pinto de Almeida Palmeira

DOI 10.22533/at.ed.23219110916

CAPÍTULO 17 175

EXTRAÇÃO, PURIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO LÍQUIDO CELOMÁTICO DE MINHOCA DA ESPÉCIE *Eisenia andrei*

Taisa Werle
Jordana Finatto
Ketlin Fernanda Rodrigues
Gabriela Vettorello
Ani Carolina Weber
Sabrina Grando Cordeiro
Verônica Vanessa Brandt
Ytan Andreine Schweizer
Valeriano Antônio Coberllini
Elisete Maria de Freitas
Eduardo Miranda Ethur
Lucélia Hoehne

DOI 10.22533/at.ed.23219110917

CAPÍTULO 18	188
A ABORDAGEM HISTÓRICA DE MATRIZ, DETERMINANTE E SISTEMAS LINEARES NOS LIVROS DIDÁTICOS	
Daniel Martins Nunes	
Fábio Mendes Ramos	
Fabricia Gracielle Santos	
DOI 10.22533/at.ed.23219110918	
CAPÍTULO 19	195
A QUÍMICA DA MARCHETARIA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA	
Caroline Ketlyn M. Da Silva	
Francisca Georgiana M. do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.23219110919	
CAPÍTULO 20	209
A UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO SUPERIOR	
Robert Mady Nunes	
Wilmar Borges Leal Júnior	
Marcos Dias da Conceição	
Valber Sardi Lopes	
Greice Quele Mesquita Almeida	
Andrea Barboza Proto	
Helaís Santana Lourenço Mady	
Suzane Aparecida Cordeiro	
DOI 10.22533/at.ed.23219110920	
CAPÍTULO 21	221
SOLUÇÃO PARA EQUAÇÃO INTEGRAL DE SCHRÖDINGER DE UMA ONDA ESPALHADA VIA MÉTODO DE FREDHOLM	
Pedro Henrique Sales Giroto	
Jorge Henrique de Oliveiras Sales	
DOI 10.22533/at.ed.23219110921	
CAPÍTULO 22	233
ESTUDO MORFOLÓGICO E CRISTALOGRÁFICO DE DIFERENTES TIPOS DE CIMENTO PORTLAND	
Bento Francisco dos Santos Júnior	
Fabiane Santos Serpa	
Eduardo Ubirajara Rodrigues Batista	
Thuany Reis Sales	
Adriele Santos Souza	
Antonio Vieira Matos Neto	
DOI 10.22533/at.ed.23219110922	
CAPÍTULO 23	248
FATORES SOCIOECONÔMICOS DO PERFIL DO EMPREENDEDOR BRASILEIRO	
Felipe Kupka Feliciano	
Antonio Marcos Feliciano	
César Panisson	
Édis Mafra Lapolli	
DOI 10.22533/at.ed.23219110923	

CAPÍTULO 24	262
IDENTIFICAÇÃO DE DANOS ESTRUTURAIS USANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS BASEADA EM UM MODELO DE DANO CONTÍNUO	
Rosilene Abreu Portella Corrêa	
Cleber de Almeida Corrêa Junior	
Jorge Luiz Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.23219110924	
CAPÍTULO 25	274
APLICAÇÃO DA TEORIA DE REDES PARA ANÁLISE LOGÍSTICA DOS <i>HUBPORTS</i> DA CABOTAGEM BRASILEIRA	
Carlos César Ribeiro Santos	
Hernane Borges de Barros Pereira	
Anderson da Silva Palmeira	
Marcelo do Vale Cunha	
DOI 10.22533/at.ed.23219110925	
CAPÍTULO 26	287
IMPREGNAÇÃO INCIPIENTE DE HSiW EM ZEÓLITA Y PARA PRODUÇÃO DE ACETATO DE BUTILA	
Mateus Freitas Paiva	
Juliane Oliveira Campos de França	
Elon Ferreira de Freitas	
José Alves Dias	
Sílvia Cláudia Loureiro Dias	
DOI 10.22533/at.ed.23219110926	
CAPÍTULO 27	298
MULTISCALE SPATIAL INFLUENCE ON METABOLITES IN JABUTICABA	
Gustavo Amorim Santos	
Luciane Dias Pereira	
Suzana da Costa Santos	
Pedro Henrique Ferri	
DOI 10.22533/at.ed.23219110927	
CAPÍTULO 28	310
O ENSINO DE MATEMÁTICA POR MEIO DA LINGUAGEM TEATRAL	
Fabiana Geresa Leindeker da Silva	
Tamires Bon Vieira	
Monalisa da Silva	
Leonardo Geziel de Matos Dada	
Carla Daniela Guasseli da Silva Engel	
DOI 10.22533/at.ed.23219110928	
CAPÍTULO 29	319
O ESTUDO DE PIRÂMIDES COM A UTILIZAÇÃO DO “VOLPIR”	
Renato Darcio Noleto Silva	
Cinthia Cunha Maradei Pereira	
Fábio José da Costa Alves	
DOI 10.22533/at.ed.23219110929	

CAPÍTULO 30	333
O USO DO CELULAR NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM: UMA ANÁLISE A PARTIR DAS CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS DE VYGOTSKY	
Jerry Wendell Rocha Salazar Delcineide Maria Ferreira Segadilha	
DOI 10.22533/at.ed.23219110930	
CAPÍTULO 31	345
BREVE ANÁLISE DA FERRAMENTA CONSTRUCT 2® COMO OBJETO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA	
Monys Martins Nicolau Eryslânia Abrantes Lima Solon Diego Garcia Moreira Amanda Oliveira de Miranda Saymon Bezerra de Sousa Maciel Elder Gonçalves Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.23219110931	
CAPÍTULO 32	355
PERCEPÇÃO DOCENTE SOBRE AS DIFICULDADES DOS ACADÊMICOS NA ELABORAÇÃO DE RELATÓRIOS EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA	
Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi Hudinilson Kendy de Lima Yamaguchi Vera Lúcia Imbiriba Bentes	
DOI 10.22533/at.ed.23219110932	
CAPÍTULO 33	366
PROPOSTA DE UM INSTRUMENTO PARA LEVANTAMENTO DE REQUISITOS FUNCIONAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE GESTÃO DO CONHECIMENTO NA INDÚSTRIA DE SOFTWARE	
Gisele Caroline Urbano Lourenço Mariana Oliveira Danieli Pinto Nelson Tenório Pedro Henrique Lobato Amanda Vidotti	
DOI 10.22533/at.ed.23219110933	
CAPÍTULO 34	376
O <i>SOFTWARE</i> GEOGEBRA: MEDIADOR DA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE GEOMETRIA DE UMA ALUNA NÃO ALFABETIZADA	
Taiane de Oliveira Rocha Araújo Maria Deusa Ferreira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.23219110934	
CAPÍTULO 35	385
RESOLUÇÃO CINÉTICA DINÂMICA DE AMINAS BENZÍLICAS SUBSTITUÍDAS UTILIZANDO CATALISADOR DE Pd SUPORTADO EM MgCO ₃	
Fernanda Amaral de Siqueira Camila Rodrigues Cabreira Pedro Henrique Kamogawa Chaves	
DOI 10.22533/at.ed.23219110935	

CAPÍTULO 36	396
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA UTILIZANDO JOGOS DIGITAIS: UMA VISÃO TEÓRICA	
Francisco Glauber de Brito Silva Leonardo Alcântara Alves	
DOI 10.22533/at.ed.23219110936	
CAPÍTULO 37	407
ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À PUNCTURA DO COBRE POR ENSAIO PADRONIZADO DE ULTRAMICRODUREZA	
Eduardo Braga Costa Santos Denise Dantas Muniz Eliandro Pereira Teles Danielle Guedes de Lima Cavalcante Ricardo Alves da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.23219110937	
SOBRE O ORGANIZADOR	419
ÍNDICE REMISSIVO	420

ESTUDO DE AQUECIMENTOS NOTURNOS SIMULTANEAMENTE À DIMINUIÇÃO DA UMIDADE SOBRE A CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Hana Carolina Vieira da Silveira

Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Departamento de Meteorologia
Rio de Janeiro – RJ

Ana Cristina Pinto de Almeida Palmeira

Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Departamento de Meteorologia
Rio de Janeiro – RJ

RESUMO: O ciclo diurno de temperatura costuma ser caracterizado de forma que as temperaturas mais baixas e mais altas podem ser observadas no início da manhã e a tarde, respectivamente. Entretanto, algumas perturbações na atmosfera podem alterar esse ciclo, como por exemplo, a passagem de sistemas frontais. Porém, além dos fenômenos meteorológicos mais convencionais, têm-se o *Heat Burst* (HB), que é caracterizado pelo aumento repentino da temperatura do ar simultaneamente à diminuição da umidade. Além disso, o HB é de natureza noturna e está associado com a dissipação de tempestades podendo ocorrer em intervalos de 20, 15 e até mesmo 10 minutos, entretanto, a média é de 72 minutos. Desta forma, este trabalho buscou avaliar a ocorrência de aquecimentos simultaneamente à diminuição da umidade, durante o período de 18:15 às 05:45. Para tal, a estação meteorológica de São Cristóvão da

rede AlertaRio foi utilizada por apresentar o maior período de dados disponíveis além de ter saídas a cada 15 minutos, em um período compreendido entre os anos de 2002 e 2016, totalizando 15 anos. O estudo da frequência de ocorrência de aquecimentos anômalos mostrou-se de forma não tão rara, embora nem sempre intensa. Isso sugere que, de acordo com a literatura, este fenômeno é altamente dependente de cada localização geográfica, não possuindo fronteiras fixas de taxas de aquecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Aquecimento noturno; *Heat Burst*, Rio de Janeiro

STUDY OF NOCTURNAL HEATING SIMULTANEOUSLY TO THE DECREASE OF HUMIDITY ON THE CITY OF RIO DE JANEIRO

ABSTRACT: The daytime cycle of temperature is usually characterized so that the lowest and highest temperatures can be observed in the early morning and afternoon, respectively. However, some disturbances in the atmosphere can change this cycle, for example, the passage of frontal systems. However, besides the more conventional meteorological phenomena, there is the Heat Burst (HB), which is characterized by the sudden increase of the air temperature

simultaneously with the decrease of the humidity. In addition, HB is nocturnal in nature, associated with storm dissipation and can occur at intervals of 20, 15 and even 10 minutes meanwhile, the average is 72 minutes. In this way, this work sought to evaluate the occurrence of warm-ups simultaneously with the decrease of humidity, during the period from 18:15 to 05:45. To this end, the São Cristóvão meteorological station of the AlertaRio network was used to present the largest period of available data and to have departures every 15 minutes, in a period between 2022 and 2016, totaling 15 years. The study of the frequency of occurrence of anomalous heats was not so rare, although not always intense. This suggests that, according to the literature, this phenomenon is highly dependent on each geographic location, not having fixed boundaries of heating rates.

KEYWORDS: Night heating; *Heat Burst*; Rio de Janeiro

1 | INTRODUÇÃO

O município do Rio de Janeiro - RJ é localizado na Região Sudeste do Brasil, limitado ao sul pelo oceano Atlântico, pela baía de Guanabara a leste, pela baía de Sepetiba a oeste e pelo maciço do Mendanha a norte. Além deste, tem-se ainda o maciço da Tijuca e o da Pedra Branca como características importantes.

Sabe-se que o ciclo diurno de temperatura se comporta de tal maneira onde as mínimas temperaturas ocorrem ao amanhecer e as máximas durante a tarde, obedecendo ao ciclo diurno imposto pelo balanço da radiação solar, sob condições sem nuvens e sem a atuação de sistemas sinóticos transientes. A atuação de alguns sistemas atmosféricos pode perturbar esse ciclo como, por exemplo, a passagem de sistemas frontais. O aquecimento pré frontal se dá devido à mudança da direção do vento de NE para NW, e que, seguindo do giro de NW para SW/SE há uma diminuição da temperatura do ar devido a chegada da massa de ar frio.

Dametto e Rocha (2005) realizaram um estudo das características climáticas dos sistemas frontais na cidade de São Paulo, também na região Sudeste, e encontraram que o aquecimento pré-frontal médio para o verão é de 0,5 °C enquanto que para o inverno é de 0,8 °C. Ainda que sejam cidades distintas, por estarem na mesma região, espera-se alguma semelhança na escala para o Rio de Janeiro, uma vez que se trata de taxas de aquecimento devido a um sistema sinótico e não para valores absolutos.

Além da frente fria, um fenômeno meteorológico conhecido como *Heat Burst* (HB) que causa um súbito aumento da temperatura do ar, com simultânea diminuição da umidade relativa, com ocorrência tipicamente noturna, também poderia alterar o ciclo diurno médio de temperatura.

Por tratar-se de um fenômeno ainda pouco estudado, principalmente no Brasil, este trabalho tem o objetivo inicial de quantificar a frequência de aquecimentos noturnos com a diminuição da umidade, características principais do *Heat Burst*,

para que futuramente seja possível uma climatologia do fenômeno propriamente dito.

2 | O HEAT BURST

O *Heat Burst* (HB) é definido pela Sociedade Americana de Meteorologia como um localizado e repentino aumento da temperatura em superfície, associado à tempestades ou sistemas convectivos de mesoescala (SCM) frequentemente acompanhado pela diminuição da umidade. O aumento da temperatura pode ser tão extremo que algumas vezes é referido como um “*hot blast of air*” ou como uma explosão de ar quente, em tradução livre. Além disso, ocorre em associação à precipitação devido às correntes descendentes que penetram a camada estável superficial atingindo a superfície.

O HB também é definido pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) como um fenômeno meteorológico no qual o ar em subsidência de uma tempestade em dissipação causa um rápido aumento da temperatura e fortes ventos em linha reta próximo à superfície. Ainda segundo a NOAA, quatro fatores são característicos de *Heat Burst*: (1) a ocorrência noturna, (2) a dissipação de tempestades, (3) uma camada profunda de ar muito seco e (4) uma inversão térmica próxima a superfície.

Johnson (1983) propôs uma sequência que antecede o desenvolvimento do HB: (1) A chuva de uma nuvem precipita em uma camada muito seca e ao evaporar, resfria uma pequena região do ar, gerando uma parcela de ar mais fria e densa do que a vizinhança. (2) No primeiro momento, a parcela subsidia adiabaticamente úmida até que as gotas evaporem completamente, quando então, a subsidência seguirá pela adiabática seca. Nesse processo, a parcela permanece mais fria que o ambiente, até que encontra (3) uma camada de inversão térmica próxima a superfície. Assim, com correntes descendentes significativas, o ar em subsidência continua a descer passando do nível de equilíbrio e atingindo a superfície. Dessa forma, a parcela encontra-se mais quente do que o entorno. Assim, Johnson (1983) descreveu o *Heat Burst* como um *downburst* ou *microburst* que penetra a camada abaixo da inversão térmica (McPherson et al., 2011) (Figura 1).

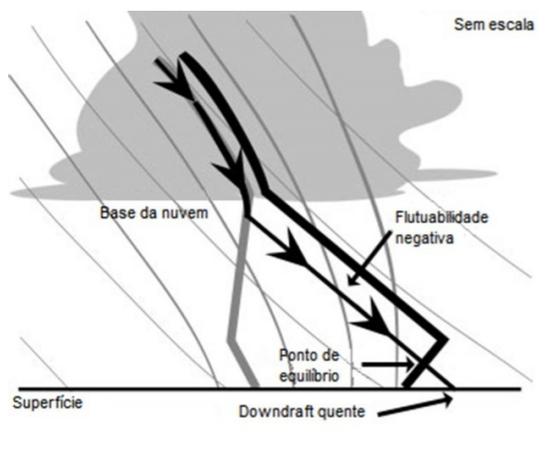


Figura 1: Ilustração de um microburst que produz *Heat Burst* em superfície. A linha grossa preta representa o perfil de temperatura do ambiente; a linha grossa cinza representa o perfil de T_d ; a linha clara cinza representa a adiabática seca; a linha média cinza representa a adiabática saturada; e a linha com flechas representa a dinâmica da corrente descendente. Fonte: Adaptada de McPherson et al., 2011.

3 | DADOS E METODOLOGIA

A estação meteorológica de São Cristóvão da rede AlertaRio foi selecionada por apresentar o maior período de dados, permitindo um período de 15 anos compreendidos entre 2002 e 2016 com saídas a cada 15 minutos. A estação foi instalada no ano de 2000, mas somente a partir de 2002 apresentou consistência nos dados. Ela está situada na Rua Campo de São Cristóvão, 268 na Zona Norte do município a 25m de altitude.

Utilizou-se a temperatura do ar em graus Celsius e umidade relativa em porcentagem. O ideal seria utilizar a temperatura do ponto de orvalho, entretanto somente a umidade relativa é disponibilizada. Ainda que essa variável meteorológica seja uma resposta direta da temperatura, essa condição se fez necessária, pois o número de eventos sem essa imposição foi consideravelmente maior.

O estudo foi restringido ao período noturno por ser o período de ocorrência dos HBs (Johnson, 1983 e McPherson *et al.*, 2011), sendo assim, o intervalo é desde 18:15 às 05:45 hora local.

4 | RESULTADOS

Uma primeira análise foi feita para buscar os padrões de ocorrência dos aquecimentos noturnos e, como resultado, obteve-se 17.769 eventos onde a temperatura aumentou com diminuição da umidade relativa no mesmo momento. O aquecimento variou entre 0,1 e 4,2 °C, valores significativos para intervalos de 15 minutos. Cerca de 94% dos eventos ocorreram quando o aquecimento foi de até 0,5 °C, e cerca de 6% ocorreram quando o aquecimento foi maior que 0,5 °C. Dessa forma, os resultados foram separados em dois grupos: Q94% que agrupam

os eventos de 0,1 a 0,5 °C com 16.635 eventos e, o Q06% os maiores que 0,5 °C com 1.134 casos.

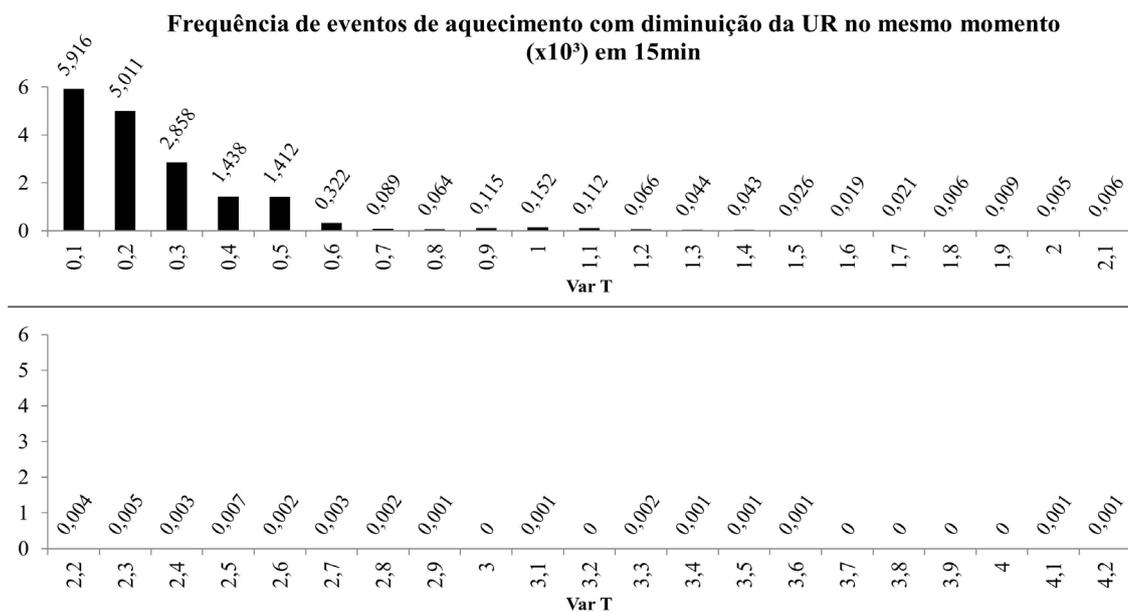


Figura 2: Frequência de aquecimentos com diminuição da umidade relativa durante a noite.

4.1 Primeiro grupo (Q94%)

A Figura 3 apresenta a frequência de aquecimentos de 0,1 °C a 0,5 °C mensalmente durante o período de estudo (15 anos). Por tratar-se de 94% de toda a amostra, é esperado que os resultados sejam coerentes com o comportamento médio da atmosfera. Portanto, neste grupo, estão incluídos os aquecimentos pré frontais ocorridos à noite. Pode-se observar que os eventos de aquecimento durante o ano não apresentam grandes variações, porém é possível observar, sutilmente, meses de máxima e mínima ocorrência.

A Figura 3F representa a frequência de ocorrência média para cada mês, nela é possível observar que nos meses de janeiro e outubro há uma máxima e em fevereiro uma mínima ocorrência.

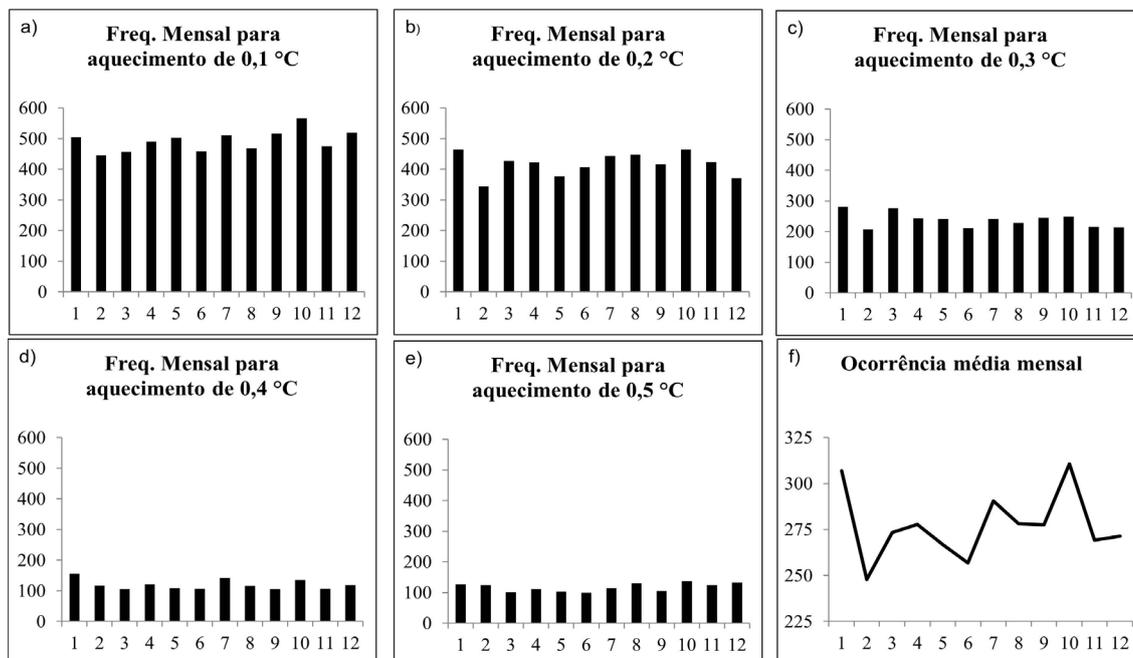


Figura 3 Frequência mensal para aquecimento de A) 0,1 °C, B) 0,2 °C, C) 0,3 °C, D) 0,4 °C e E) 0,5 °C. F) Média mensal.

O máximo de eventos de aquecimentos ocorreram no mês de janeiro para as variações de temperatura de 0,2 a 0,4 °C e no mês de outubro para 0,1 e 0,5 °C. Já o mínimo de eventos de aquecimentos ocorreu no mês de fevereiro para as variações de temperatura de 0,1 a 0,3 °C, março e setembro para 0,4 °C e junho para 0,5 °C. Ressalta-se novamente que valores tão baixos de aquecimento podem ser desprezíveis em escala diária, mas são relevantes para intervalos de 15 minutos (Tabela 1).

Var T	Nº de casos	%
0,1	5.916	35,6
0,2	5.011	30,1
0,3	2.858	17,2
0,4	1.438	8,6
0,5	1.412	8,5
Total	16.635	100

Tabela 1 - Grupo Q94%.

Com relação à distribuição horária, pode-se observar que nesse grupo, todas as taxas de aquecimento se comportam de maneira similar onde a maior frequência de eventos de aquecimento ocorreram entre 19h e 22h e diminuíram ao passar das horas. É interessante observar que, conforme a taxa de aquecimento aumenta, o horário das 19h se destaca como o de maior ocorrência e o de 03h como o de menor ocorrência. Na Figura 4F é apresentada a média horária de ocorrência considerando todos os aquecimentos e, como esperado, se comporta como descrito anteriormente.

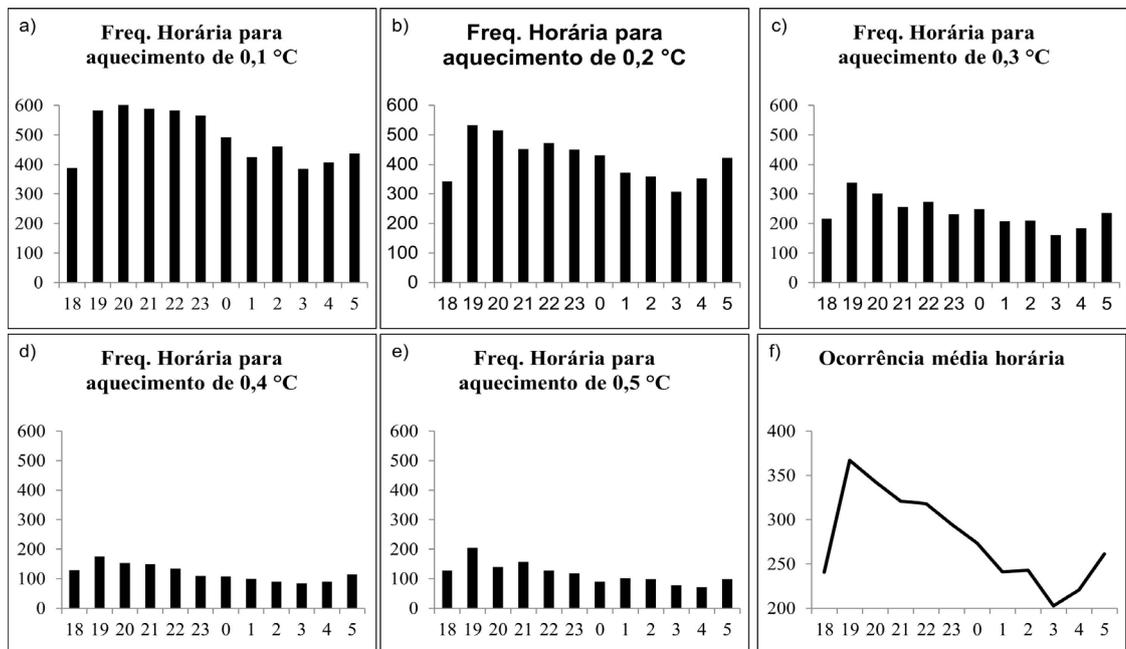


Figura 4: Frequência horária para aquecimento de A) 0,1 °C, B) 0,2 °C, C) 0,3 °C, D) 0,4 °C e E) 0,5 °C. F) Média horária.

4.2 Segundo grupo (Q06%)

A Tabela 2 apresenta as classes utilizadas com suas respectivas amostragens, indicando que a grande maioria dos eventos estão concentrados entre os aquecimentos de 0,6°C e 1,2°C, diminuindo gradativamente nas classes seguintes.

Classe i	Intervalo	Nº de eventos	%
1	[0.6, 1.2)	854	75,3
2	[1.2, 1.8)	219	19,3
3	[1.8, 2.4)	35	3,1
4	[2.4, 3.0)	*-	1,6
5	[3.0, 3.6)	5	0,4
6	[3.6, 4.2]	3	0,3
Total	-	1.134	100

Tabela 2 Classes utilizadas no grupo Q06%

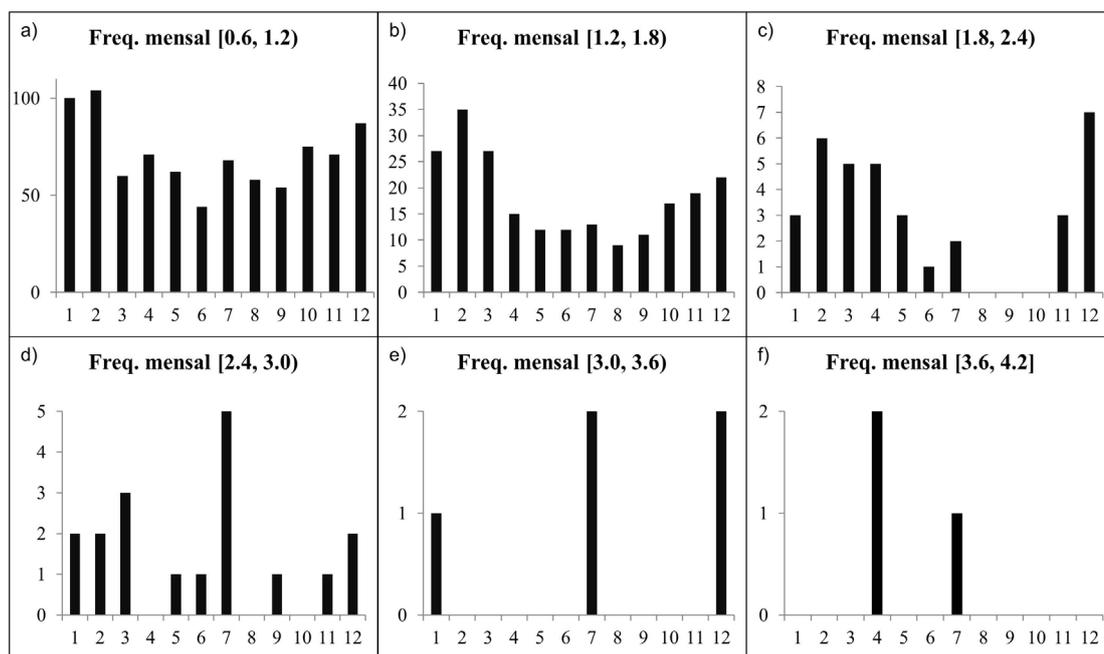
É importante ressaltar que o eixo vertical dos gráficos das frequências mensais (Figura 5) e horárias (Figura 6), não puderam ser apresentados em escala iguais, tendo em vista que cada grupo difere significativamente entre si em relação à quantidade de eventos. Este grupo representa 6% dos aquecimentos noturnos e, portanto são esperados os eventos de rara ocorrência como os Heat Burst. O comportamento dos aquecimentos referentes às Figuras 5A e 5B é similar, onde o máximo de ocorrência se deu nos meses do verão (dezembro a março) e o mínimo nos meses de junho (6) e agosto (8), respectivamente. Na Figura 5C, onde estão os eventos de aquecimento de 1,8 a 2,4 °C, observa-se o máximo de episódios

no mês de dezembro (12) registrando 8 eventos e, o mínimo em junho (6) com 1 evento. Apesar disso, os meses de fevereiro a abril também se destacam. Os aquecimentos de 2,4 °C a 3,0 °C estão apresentados na Figura 5D e, o mês de julho (7) e março (3) se destacam como os de maior ocorrência com 5 e 3 eventos de aquecimento, respectivamente. Seguidos pelos meses de janeiro (1), fevereiro (2) e dezembro (12) com 2 episódios cada e os meses de maio (5), junho (6), setembro (9) e novembro (11) com 1 episódio cada. Os outros meses não apresentaram eventos de aquecimento nessa escala.

A Figura 5E apresenta o número de aquecimento no intervalo de 3,0 °C a 3,6 °C e observa-se a ocorrência de apenas 5 casos de aquecimento, 2 eventos no mês de julho (7), 2 eventos em dezembro (12) e 1 evento no mês de janeiro (1). Os outros meses não apresentaram eventos de aquecimento nessa escala.

A Figura 5F apresenta a frequência de aquecimentos no intervalo de 3,6 °C e 4,2 °C. Nesse intervalo houve apenas 3 eventos de aquecimento: 2 eventos em abril (4) e 1 evento em julho (7).

Em média, durante o verão (inverno) há uma maior (menor) frequência de eventos de aquecimento noturno. Pode-se destacar o mês de fevereiro como o de maior e o de junho como o de menor ocorrência.



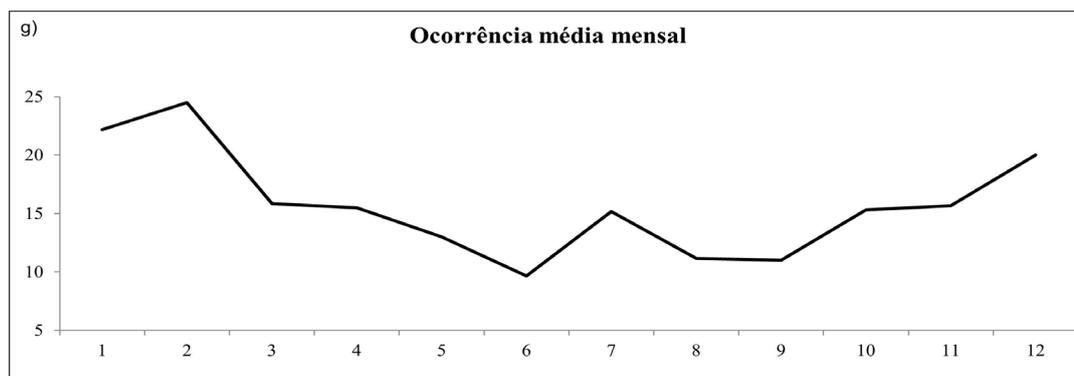


Figura 5: Distribuição mensal para os aquecimentos de: A) 0,6 a 1,2 °C, B) 1,2 a 1,8 °C, C) 1,8 a 2,4 °C, D) 2,4 a 3,0 °C, E) 3,0 a 3,6 °C, F) 3,6 a 4,2 °C e G) média mensal.

Na Figura 6 é apresentada a distribuição horária dos eventos de aquecimento. De maneira geral, os eventos de aquecimento ocorreram durante toda a noite, porém o máximo se dá no início da noite e diminuem com o passar das horas (Figura 6G). A Figura 6F, que é a classe com menor ocorrência, se diferencia nesse aspecto. Isso também pode ser observado, principalmente, na Figura 6A, que apresenta os aquecimentos de 0,6 °C a 1,2 °C, e a Figura 6B, que apresentam os aquecimentos de 1,2 °C a 1,8 °C, onde o máximo de eventos ocorre quase que no mesmo período. Na Figura 6A se destaca o período de 18h as 20h e na Figura 6B, o de 18h as 19h. O período de menor ocorrência é similar, destacando-se o de 03h as 04h.

A Figura 6C apresenta os aquecimentos de 1,8 °C a 2,4 °C, destacando o período de 18h às 20h totalizando 21 eventos de aquecimento. O período de 03h as 04h não registrou eventos de aquecimento nessa classe. Na Figura 6D é apresentado o aquecimento de 2,4 °C a 3,0 °C, destacando os horários de 19h e 23h com 4 eventos de aquecimento cada. Entre 01h e 02h não houve registro de aquecimento nessa classe.

Na Figuras 6E, que representa o aquecimentos de 3,0 °C a 3,6 °C, e 6f, que representa os aquecimentos de 3,6 °C a 4,2 °C, destacam-se a baixa e isolada ocorrência dos eventos. Na Figura 6E, ocorreu uma vez às 18h, 19h, 21h, 22h e 00h totalizando 5 eventos. Na Figura 6F, os eventos ocorreram às 22h, 02h e 03h totalizando 3 eventos.

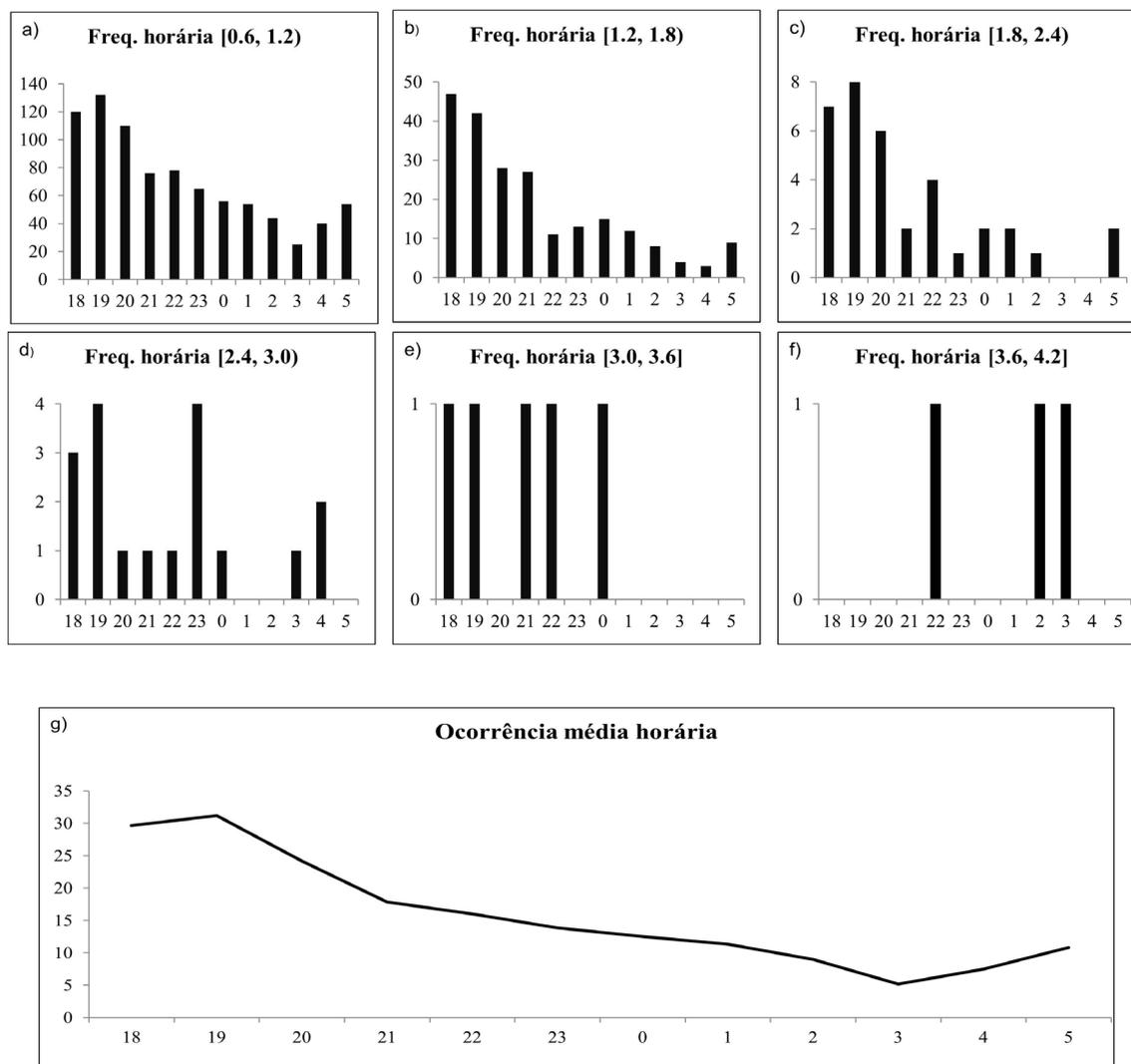


Figura 6: Distribuição horária para os aquecimentos de: A) 0,6 a 1,2 °C, B) 1,2 a 1,8 °C, C) 1,8 a 2,4 °C, D) 2,4 a 3,0 °C, E) 3,0 a 3,6 °C, F) 3,6 a 4,2 °C e G) média horária.

5 | CONCLUSÕES

Com a finalidade de verificar a frequência de ocorrências de aquecimentos noturnos simultaneamente a diminuição da umidade relativa, foi feita uma estatística de eventos de *Heat Burst* entre os anos de 2002 a 2016, avaliando eventos de aquecimento associados à diminuição da umidade relativa e de variações abruptas em outras variáveis meteorológicas.

Era esperado que a quantidade de eventos fosse máxima (mínima) quando menor (maior) a taxa de aquecimento. Isso pôde ser confirmado neste trabalho.

O grupo Q94% correspondeu aos aquecimentos de 0,1 a 0,5 °C em cada 15 minutos, que representam 94% de toda amostra. Assim, ele pode representar os eventos de aquecimentos “normais” na atmosfera. Nesse grupo, não houve grandes variações na ocorrência de aquecimentos durante o ano. Esse resultado pode estar relacionado aos aquecimentos pré-frontais, visto que a passagem de sistemas frontais não varia tanto na região Sudeste quanto no Sul do Brasil.

Ainda no grupo Q94%, em relação a frequência horária, pode-se observar que,

em média, a maioria dos eventos de aquecimento se deram no início da noite e diminuíram com o passar das horas, seguindo o esperado para os ciclos diurnos.

O grupo Q06% corresponde aos eventos de aquecimentos de 0,6 a 4,2 °C que podem ser considerados como o grupo de aquecimento anômalo, visto que aconteceram em 6% dos casos. Como visto nos resultados, durante o verão há uma maior ocorrência de eventos de aquecimento, o que está de acordo com o resultado encontrado por McPherson *et al.* (2011). Ainda assim, pode-se observar que esses eventos ocorreram durante todo o ano, com os maiores aquecimentos principalmente no mês de julho (qual é a causa?).

Em relação a frequência horária, observou-se o mesmo comportamento do grupo Q94%. A maior frequência de aquecimentos se dá no início da noite e diminuiu com o passar das horas. Podendo destacar o período de 18 às 19h (21 a 22 Z) como o de maior ocorrência sugere-se que esteja associado às dissipações de tempestades. Este resultado difere do encontrado por McPherson *et al.* (2011), entretanto os locais de estudo são distintos e apresentam características distintas. Ainda assim, cabe ressaltar que, os eventos ocorreram durante toda a noite.

Para observação do *Heat Burst* de forma idealizada, é necessária a observação da temperatura do ponto de orvalho em intervalos de tempo menores, na escala de alguns minutos. Entretanto, não há estação meteorológica na cidade do Rio de Janeiro que atenda essas especificações atualmente.

Portanto como trabalho futuro, será utilizada a modelagem numérica o que permitirá a análise da evolução temporal, estrutura vertical assim como o comportamento termodinâmico do fenômeno.

REFERÊNCIAS

Dametto, G. S.; Rocha, R. P. Características climáticas dos sistemas frontais na cidade de São Paulo. São Paulo – Universidade de São Paulo - IAG, 2005.

Johnson B. C. 1983. The heat burst of 29 May 1976. *Monthly Weather Review* 111: 1776–1792. Gan, M.A. & Rao, V. B. 1991. Surface Cyclogenesis over South America. *Monthly Weather Review*, 119, 1293–1302.

Mcpherson R.A.; Lane J. D.; Crawford K. C.; Mcpherson Jr W. G. A climatological analysis of heatbursts in Oklahoma (1994–2009). *International Journal of Climatology*, Oklahoma-USA, Wiley Online Library, v. 31, 531-534, 2011.

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

Acompanhante de parto 103
Álgebra linear 47, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56
Aminas benzílicas 388, 389

B

Biodiesel 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148

C

Capacidade antioxidante 126
Construção Civil 86, 87, 88, 98, 155, 157, 158, 163, 236, 237, 255

E

Energia solar 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 46
Estatística 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 46, 89, 95, 149, 153, 173, 215, 278, 360

F

Formação docente 22, 24, 358, 364, 402, 403

G

Gestão do Conhecimento 248, 260, 366, 368, 370, 372, 373, 374

L

Letramento matemático 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78
Líquido celomático 175, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186

M

Metátese 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33
Múltiplas escalas 79, 80, 81, 82, 84

O

Ontologias biomédicas 113, 115, 120, 122

P

Perdas 3, 8, 9, 46, 141, 142, 146, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163

R

Redes Neurais 262, 264, 273

S

Secagem 35, 36, 37, 38, 39, 45, 46, 144, 289, 296

Sistemas lineares 50, 53, 188, 190, 192, 193

T

Teor de fibras 149, 150, 151, 153

V

Vermicompostagem 175, 176, 187

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-623-2

