



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

EPISÓDIOS DE CALOR NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB SOB A PERSPECTIVA DA ANÁLISE RÍTMICA

Gabriel de Paiva Cavalcante ^(a) Marcelo de Oliveira Moura ^(b)

^(a) Geógrafo; Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – PPGG/UFPB; e-mail: cavalcantegp.geo@gmail.com;

^(b) Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – PPGG/UFPB; e-mail: marcelomoura@ccen.ufpb.br.

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

A Técnica da Análise Rítmica é proposta por Monteiro (1971, 1976, 2015) para estudo do clima em sua sucessão habitual e excepcional, bem como, das características genéticas dos tipos de tempo. A caracterização do ritmo climático de uma localidade é feita a por meio da decomposição cronológica dos estados atmosféricos em sua contínua sucessão, pois estes somente podem ser observados e analisados em escala, no mínimo, diária. Estudos sobre a temperatura do ar na cidade de João Pessoa já registraram fenômenos espaciais como as ilhas de calor, que ocorreram em intensidade máxima superior a 5°C, o que caracteriza a cidade em diferentes ambientes térmicos. Porém, nestes estudos não se adotou uma análise do ritmo na perspectiva da associação entre os atributos climáticos. Nesse sentido, este trabalho tem o objetivo de analisar o ritmo climático dos três episódios de calor mais forte da cidade de João Pessoa, verificando os atributos climáticos e a gênese dos tipos de tempo entre 1990 a 2017. Constatou-se que os três episódios ocorreram durante o período chuvoso e apresentaram temperaturas com acréscimo em relação à média histórica de +2,6°C para os dois primeiros episódios e de +2,5°C para o terceiro.

Palavras-chave: Temperatura Máxima do Ar; Eventos Térmicos Extremos; Técnica da Análise Rítmica.

1. Introdução

Os elementos climáticos podem deflagrar tipos de impacto que venham a gerar efeitos no equilíbrio geossistêmico, ou seja, atingir o meio ambiente e os grupos sociais. No caso da temperatura do ar, o aquecimento pode gerar desconforto térmico e desencadear consequências, por exemplo, para a população em áreas urbanas a partir do agravamento das doenças cardiovasculares e respiratórias em idosos, grupo etário mais vulnerável a tais



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

eventos térmicos (FIRPO, 2008; MOURA; ZANELLA, 2012; MOURA, 2013; CAVALCANTE, 2016).

Para uma abordagem geográfica, os fenômenos climáticos não devem ser quantificados de forma isolada, mas sim, passar por análises qualitativas que contemplem o ritmo dos atributos climáticos e a gênese dos tipos de tempo. Monteiro (1971, 1976, 2015), portanto, propôs um novo paradigma na climatologia geográfica brasileira e indicou recursos teórico-metodológicos necessários à condução dos estudos do clima numa abordagem dinâmica: o Ritmo Climático, que o autor define como sendo “o encadeamento sucessivo e contínuo dos estados atmosféricos e suas articulações no sentido de retorno dos mesmos estados” e propõe uma técnica de investigação denominada Análise Rítmica.

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a caracterização do ritmo climático de uma localidade deve ser feita a partir da:

(...) decomposição cronológica dos estados atmosféricos em sua contínua sucessão, pois estes somente podem ser observados e analisados com precisão na durabilidade diária. Os estados atmosféricos, tomados como tipos de tempo, revelam-se claramente na escala do dia, e sua sucessão pode ser observada a partir da variação dos elementos do clima em sua interação com a circulação atmosférica terciária e regional (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 20).

Há estudos sobre a temperatura do ar na cidade de João Pessoa que registraram ilhas de calor com intensidade máxima que varia entre 3,33°C e 5,32°C, o que caracteriza a cidade em diferentes ambientes térmicos (SANTOS, 2011; SANTOS et. al., 2012), porém, tais estudos não realizaram a análise episódica das anomalias térmicas extremas, que pode ser feita baseada na Técnica da Análise Rítmica de Monteiro (1971). Nesse sentido, este trabalho tem o objetivo de analisar o ritmo climático dos três episódios de calor mais forte da cidade de João Pessoa por meio da análise dos atributos climáticos e da verificação da gênese dos tipos de tempo.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

2. Materiais e Métodos

Realizou-se um estudo exploratório de séries temporais mediante a análise do período de 1990-2017 da série diária da temperatura máxima do ar para a cidade de João Pessoa (Figura 1), obtida no *site* do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.

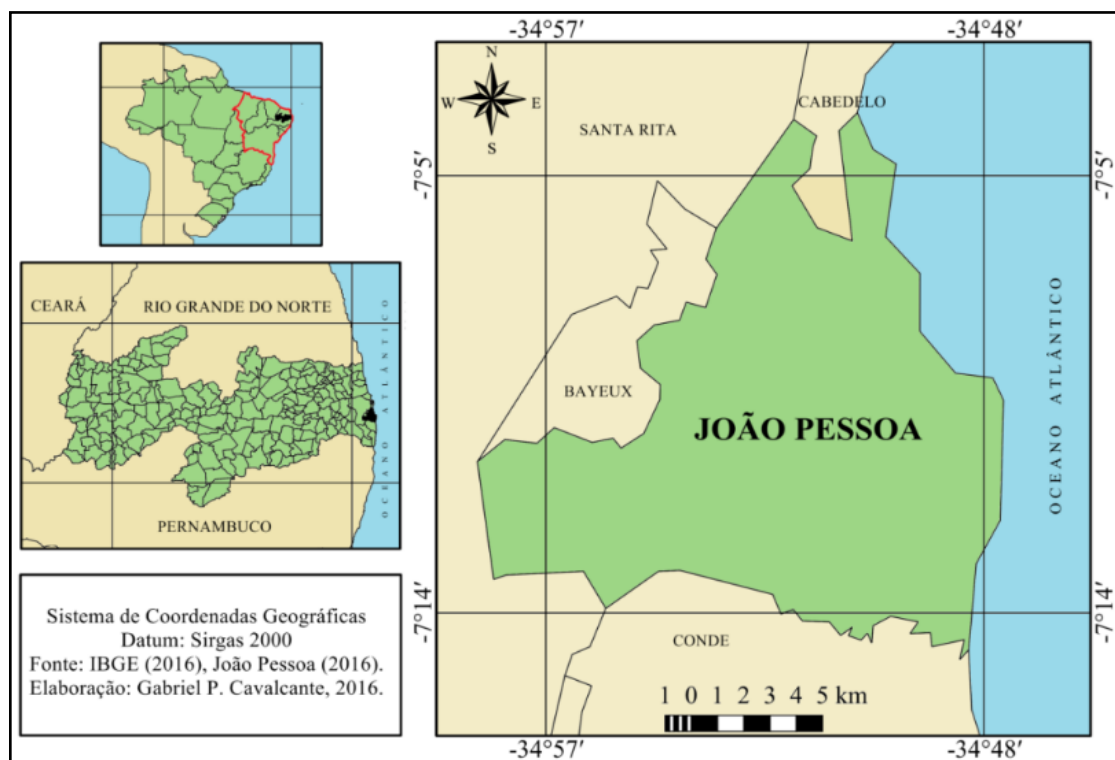


Figura 1 – Localização da cidade de João Pessoa. Fonte: IBGE (2016). Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante, 2016.

O procedimento empregado na identificação das anomalias das temperaturas máximas do ar seguiu as orientações de Moura (2013). Assim, para a identificação e a caracterização das anomalias das temperaturas máximas do ar foram executadas as seguintes etapas:

- 1) Confecção de tabelas no ambiente do *Microsoft Excel 2010* (*Microsoft Corporation*), no formato de planilhas eletrônicas, para a sistematização da base de dados e verificação de falhas da série, além da tabulação dos dados em dia/mês;



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

- 2) Identificação das anomalias, por meio do cálculo da normal climatológica diária das temperaturas máximas do ar, por meio do emprego da média aritmética de todas as temperaturas diárias registradas no período de 1990 a 2017. Os procedimentos aí empregados foram com base em Rusticucci & Vargas (2001);
- 3) Obtenção e classificação das anomalias quanto à gravidade térmica (amplitude e intensidade). Para a obtenção da amplitude térmica, calculou-se a diferença entre o maior e o menor valor de anomalia de cada comprimento, isto é, o intervalo das anomalias (ΔA). Para a classificação da gravidade térmica das anomalias foi aplicada a técnica estatística dos percentis (TRIOLA, 2008, p. 90) à série das amplitudes e intensidades das anomalias, com o intuito de agrupar em categorias e classes de gravidade os valores de amplitude e intensidade da série, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Proposta de classificação da gravidade das anomalias das temperaturas máximas do ar.

ANOMALIAS TÉRMICAS			
	Categoria	Classe	Descrição
AMPLITUDE (ΔA)	1	BAIXA (B) (0,1°C 0,1°C) (P_1) (P_3)	$P_5 = 0,1^\circ\text{C}$; 5% (95%) dos valores de amplitude estão abaixo (acima) de 0,1°C.
	2	MODERADA (M) (0,1°C 1,4°C) (P_5) (P_{95})	90% dos valores de amplitude se situam entre P_5 e P_{95}
	3	ALTA (A) (1,4°C 2,1°C) (P_{95}) (P_{99})	$P_{95} = 1,4^\circ\text{C}$; 95% (5%) dos valores de amplitude estão abaixo (acima) de 2,1°C
INTENSIDADE ($^\circ\text{C}$)	PERÍODO DE CALOR FRACO	FRACA (FC) (0,2°C 0,3°C) (P_1) (P_3)	$P_5 = 0,5^\circ\text{C}$; 5% (95%) dos valores de intensidade estão abaixo (acima) de 0,3°C.
	PERÍODO DE CALOR MODERADO	MODERADA (M) (0,3°C 1,7°C) (P_5) (P_{95})	90% dos valores de intensidade se situam entre P_5 e P_{95}
	PERÍODO DE CALOR FORTE	FORTE (FT) (1,7°C 2,6°C) (P_{95}) (P_{99})	$P_{95} = 1,7^\circ\text{C}$; 95% (5%) dos valores de intensidade estão abaixo (acima) de 1,7°C.

Fonte: INMET, 2016. Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante, 2016.

Com a execução destas etapas, foi possível detectar os maiores períodos de calor quanto à amplitude e à intensidade das anomalias, sendo que os três períodos mais fortes foram escolhidos para aplicar a análise associativa contínua e simultânea entre os atributos climáticos e a circulação atmosférica regional, formadora dos tipos de tempo. Para esse fim, utilizou-se a Técnica da Análise Rítmica proposta por Monteiro (1971, 1976, 2015).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Dos procedimentos adotados na Análise Rítmica:

- 1) Uso da série diária das variáveis climáticas, uma vez que o ritmo climático só pode ser observado por unidades de tempo na referida escala;
- 2) Identificação das massas de ar atuantes sobre a região por meio da interpretação sinótica das Cartas de Pressão ao Nível do Mar do Ministério da Marinha do Brasil e das imagens dos satélites meteorológicos de órbita geoestacionária GOES-12 (canal infravermelho) fornecidas pelo CPTEC/INPE, no horário 12 GMT (9 horas local);
- 3) Confeção dos gráficos da análise rítmica dos episódios eleitos com simultaneidade diária dos elementos básicos do clima de João Pessoa.

A abordagem das anomalias térmicas positivas extremas do ar por meio da Técnica da Análise Rítmica possibilitará a análise da variabilidade dos tipos de tempo durante os episódios de calor extremo e da participação desses eventos como partes da perspectiva geral do clima da cidade de João Pessoa.

3. Resultados e Discussão

No Quadro 2 estão listados os dez episódios de calor da série investigada que registraram as maiores gravidades térmicas de acordo com a intensidade das anomalias. Também consta na tabela o comprimento das anomalias, com seus respectivos períodos de ocorrência, além dos valores de amplitude e intensidade térmica (com registro da data em que foi registrado a maior intensidade térmica da anomalia).

Observa-se que todos os episódios ocorrem durante a década de 2010, sobretudo nos anos de 2010 (7 episódios), 2013 (1 episódio) e 2015 (2 episódios). Todos os episódios de calor extremo ocorreram entre os meses de março e junho, isto é, meses da pré-estação chuvosa e da estação chuvosa. Cabe destacar de que os períodos listados, embora caracterizem os episódios de calor de intensidades mais fortes registrados na área de estudo, não podem ser classificados como ondas de calor, conforme Besancenot (2001, 2002) aponta ao se referir que as ondas de calor possuem definição em termos epidemiológicos.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Quadro 2 - Classificação dos dez episódios de calor mais fortes em João Pessoa (1990-2017).

CLASSIFICAÇÃO	EPISÓDIOS DE CALOR FORTE		
	DURAÇÃO	INTENSIDADE	AMPLITUDE
1º	13 dias 1 a 13/06/2010	2,6° C 09/06/2010	2,1° C
2º	8 dias 1 a 08/04/2010	2,6° C 03/04/2010	1,6° C
3º	18 dias 3 a 20/04/2013	2,5° C 12/04/2013	2,0° C
4º	18 dias 5 a 22/04/2015	2,4° C 18/04/2015	2,2° C
5º	31 dias 1 a 31/03/2010	2,4° C 23/03/2010	1,7° C
6º	13 dias 18 a 30/06/2010	2,4° C 26/06/2010	1,6° C
7º	24 dias 1 a 24/05/2010	2,4° C 01, 11 e 23/05/2010	1,5° C
8º	5 dias 26 a 30/05/2010	2,4° C 28/05/2010	1,5° C
9º	8 dias 23 a 30/04/2010	2,4° C 30/04/2010	1,0° C
10º	9 dias 21 a 29/05/2015	2,2 27/05/2015	1,4° C

Fonte: INMET, 2016. Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante, 2016.

Dos períodos de calor extremo apresentados no Quadro 2, três foram eleitos para uma análise contínua e simultânea entre os atributos climáticos e a circulação atmosférica regional, formadora dos eventos térmicos extremos. Os períodos de calor eleitos foram inseridos em um intervalo entre três dias anteriores e posteriores à ocorrência do evento formando, portanto, uma sequência temporal denominada de episódios. Tal estratégia tem a finalidade de destacar a anormalidade dos períodos térmicos.

Episódio 1: 29/05 a 16/06/2010

O episódio é formado por três dias antecedentes (29 a 31/05/2010) ao período de calor extremo (01 a 13/06/2010) e por três dias posteriores (14 a 16/06/2010), possuindo 19 dias de duração, amplitude térmica de 2,1°C e intensidade de 2,6°C. Tal valor de intensidade



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

representa o pico da anomalia, que ocorreu no dia 09/06/2010. A Prancha 1 exhibe o ritmo diário dos atributos climáticos do episódio.

O gráfico A da Prancha 1 exhibe as temperaturas máximas, médias e mínimas. No dia 31/05, após a atuação de uma LI no dia anterior, a temperatura máxima foi de apenas 27,8°C, ocorrendo chuvas que somaram 33,0 mm; o dia 14/06, que registrou 25,6°C, interrompeu o período de calor após a chegada de uma Onda de Leste. Esses dois dias ficaram, de forma respectiva, 1,7°C e 3,2°C abaixo da normal, como revela o Gráfico C da Prancha 1. Tal gráfico mostra, também, que o dia 09/06 foi o que apresentou a maior anomalia, registrando 2,6°C acima da normal, durante atuação da Massa Tropical Atlântica. Já o Gráfico B aponta a amplitude térmica diária, ocorrendo entre 5,1°C e 9,4°C, com os maiores registros ocorrendo durante os dias mais quentes.

Os gráficos D, E e F da Prancha 1 mostram, de forma respectiva, os dados de umidade relativa do ar (em %), precipitação (mm) e velocidade do vento (m/s). Nota-se uma visível relação entre os mesmos: em dias chuvosos, a umidade relativa do ar é superior aos registros dos dias sem chuva, assim como a velocidade do vento é menor.

A análise sinótica dos dias do episódio (Gráfico G da Prancha 1) indicou que a Massa Tropical Atlântica (MTA) atuou em 12 dos 19 dias do episódio, porém de forma intercalada a duas OL e uma LI. As Ondas de Leste atuaram em seis dias, principalmente no fim do episódio, e as Linhas de Instabilidade em um dia.

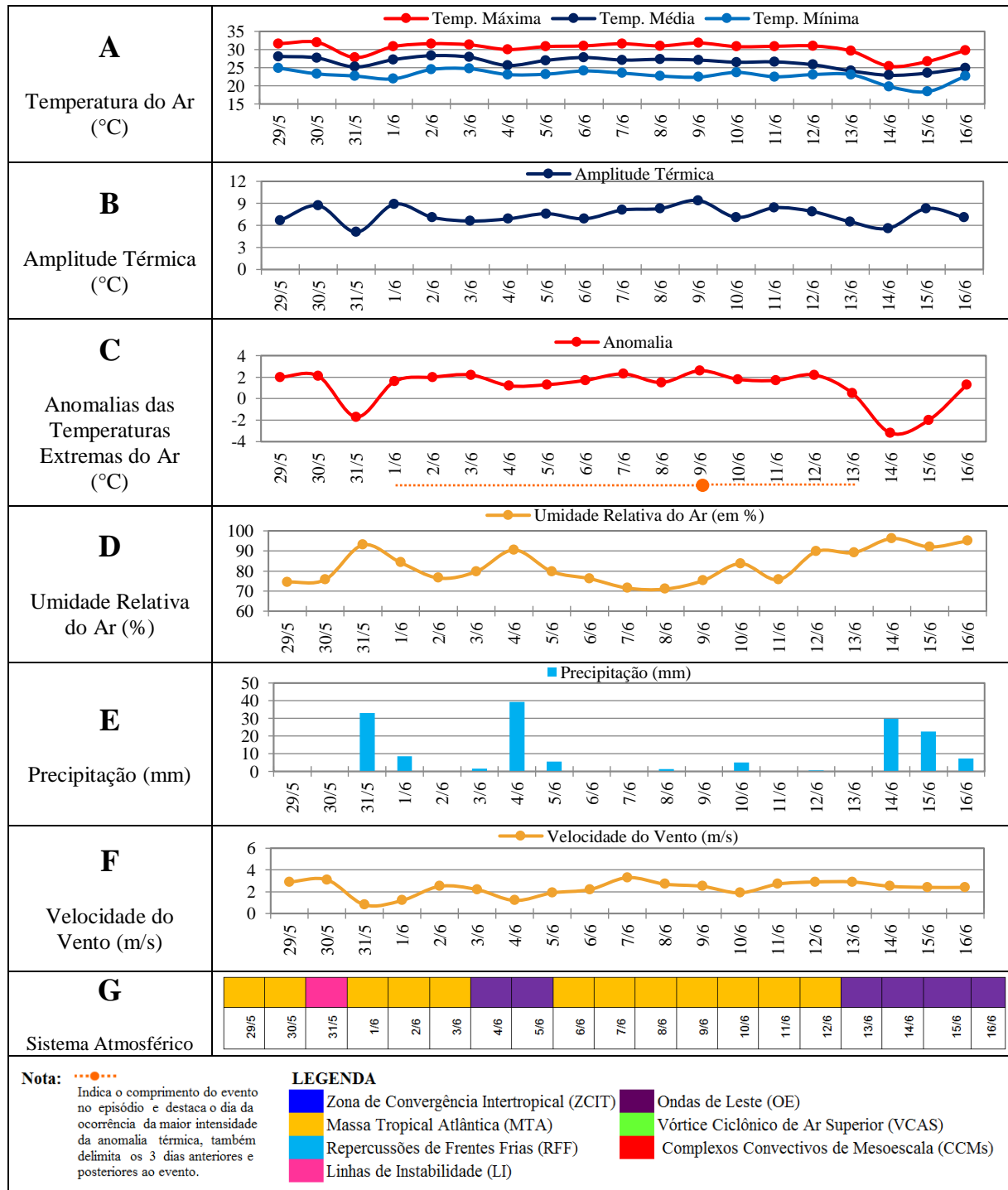


XVIII SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019



Prancha 1 - Ritmo dos atributos climáticos: episódio 1 (29/05 a 16/06/2010). Fonte: INMET. Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Episódio 2: 29/03 a 11/04/2010

O segundo episódio de calor mais forte ocorre entre os dias 01 e 08/04/2010, assim como os três dias antecedentes (29 a 31/03/2010) e posteriores (09 a 11/04/2010) ao período térmico. O episódio, que possui 14 dias de duração, registrou uma amplitude térmica de $1,6^{\circ}\text{C}$ e uma intensidade de $2,6^{\circ}\text{C}$. Esse valor de intensidade foi registrado no pico da anomalia, que ocorreu no dia 03/04/2010. A Prancha 2 mostra o ritmo diário dos atributos climáticos.

No Gráfico A da Prancha 2 mostra as temperaturas máximas, médias e mínimas dos dias referentes ao período de calor. Nota-se a uniformidade desses dados. O dia 03/04 registrou a maior temperatura máxima do período ($33,4^{\circ}\text{C}$), ficando $2,6^{\circ}\text{C}$ acima da normal (Gráfico C da Prancha 2). Apenas dois dias registraram anomalias abaixo da normal: 09/04 ($-0,8^{\circ}\text{C}$) e 10/04 ($-2,5^{\circ}\text{C}$). Já as amplitudes térmicas diárias (Gráfico B da Prancha 2), apresentam valores maiores do que no primeiro episódio, com registros entre $3,5^{\circ}\text{C}$ e $9,6^{\circ}\text{C}$.

Dois dias apresentaram umidade relativa do ar acima dos 90% (09 e 10/04, com 91,7% e 92%, respectivamente), de acordo com o gráfico D da Prancha 2. Conforme registrado nos Gráficos D e E da Prancha 2, há relação entre os maiores registros de umidade relativa do ar os maiores totais pluviométricos diários. Já a velocidade do vento (Gráfico F da Prancha 2) foi uniforme no período, sem variações diárias relevantes, ocorrendo redução apenas nos últimos dias do episódio, durante atuação de uma Onda de Leste.

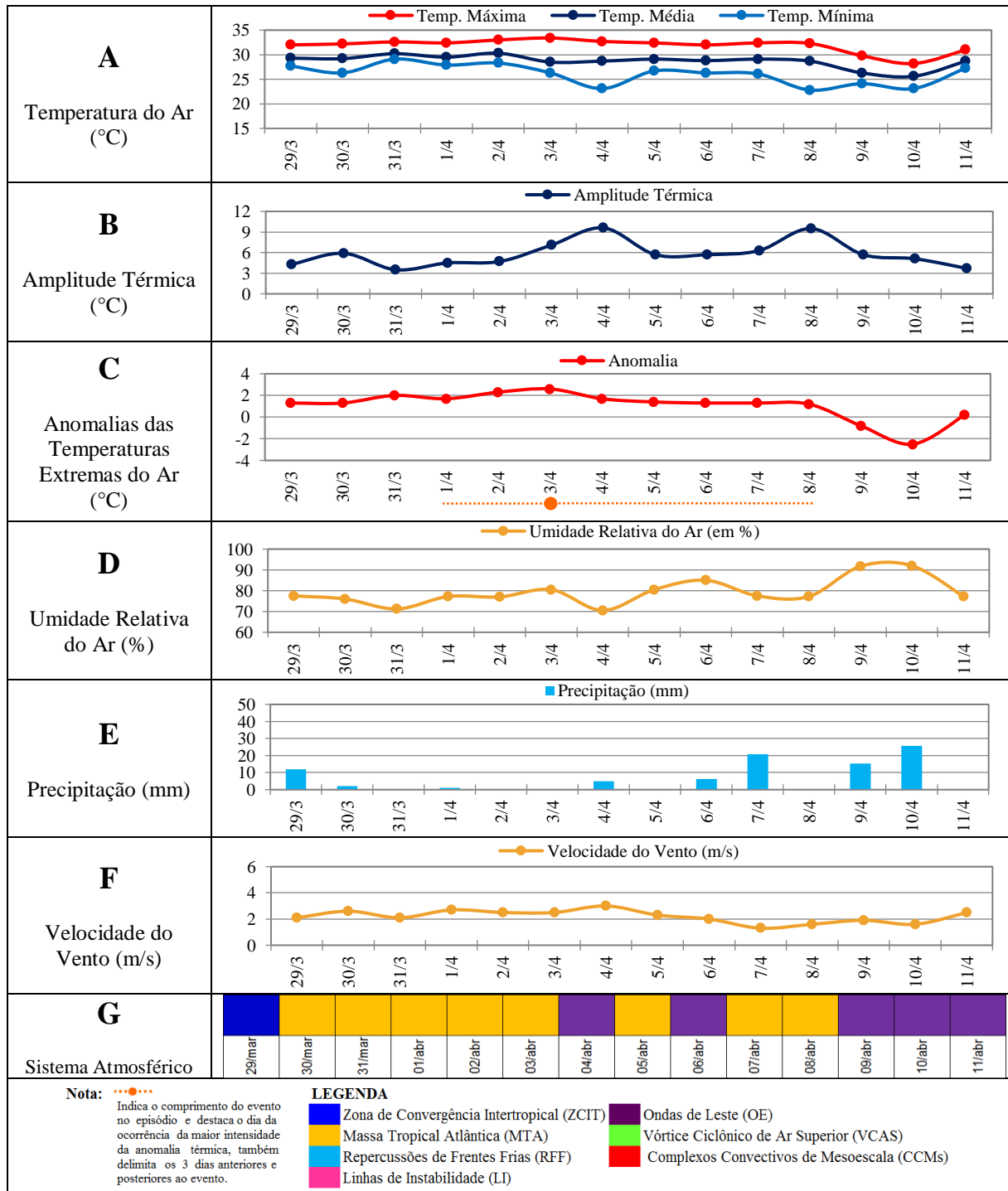


XVIII SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019



Prancha 2 - Ritmo dos atributos climáticos: episódio 2 (29/03 a 11/04/2010). Fonte: INMET. Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

De acordo com a interpretação sinótica das cartas de pressão e das imagens de satélite dos dias do episódio (Gráfico G da Prancha 2), foi constatada a atuação da MTA em oito dos 14 dias do episódio. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atuou de forma fraca sobre a área de estudo no dia 29/03/2010, primeiro dia do episódio, proporcionando a ocorrência de chuvas na cidade com volume de 11,8 mm. As Ondas de Leste atuaram, principalmente, no fim do episódio, causando chuvas de 40,0 mm, em dois dias. A instabilidade provocada por esse sistema gerou anomalias negativas de até $-2,5^{\circ}\text{C}$, além de valores de umidade relativa do ar superiores a 90% e velocidade do vento inferior a 2 m/s.

Episódio 3: 31/03 a 23/04/2013

O episódio conta com os dias de ocorrência do período térmico (03 e 20/04/2013), além dos três dias antecedentes (31/03 a 02/04/2013) e posteriores (21 a 23/04/2013). São, portanto, 24 dias de duração (Prancha 3). O maior valor de amplitude do período de calor é de $2,0^{\circ}\text{C}$, já o maior valor de intensidade térmica é de $2,5^{\circ}\text{C}$ (intensidade ocorrida no dia 12/04/2013, o pico da anomalia do período de calor, com registro de $32,8^{\circ}\text{C}$).

O Gráfico A da Prancha 3 mostra os registros das temperaturas máximas, médias e mínimas. Todos os dias do período registraram mais de 30°C , sendo o dia 12/04 o mais quente, registrando $32,8^{\circ}\text{C}$, com $2,5^{\circ}\text{C}$ acima da normal (Amplitude da anomalia, gráfico C da Prancha 3). Apenas dois dias registraram anomalias abaixo da normal, e, mesmo assim, não chegaram a $-1,0^{\circ}\text{C}$: dia 02/04 ($-0,6^{\circ}\text{C}$) e dia 21/04 ($-0,3^{\circ}\text{C}$).

A umidade relativa do ar (Gráfico D da Prancha 3) não alcançou os 90% durante o período, variando entre 65% e 87%. Desta forma, os registros pluviométricos foram reduzidos e os ventos não ocorreram de forma marcante. O gráfico E da Prancha 3 revela que o período praticamente não registrou chuvas durante 18 dias consecutivos (entre 31/03 e 17/04). Os dias subsequentes revelaram ocorrência de chuvas de fracas a moderadas, com o pico pluviométrico ocorrendo no dia 21/04, o qual quantificou 36,0 mm. Já a velocidade do vento variou entre 1,6 m/s e 3,4 m/s.

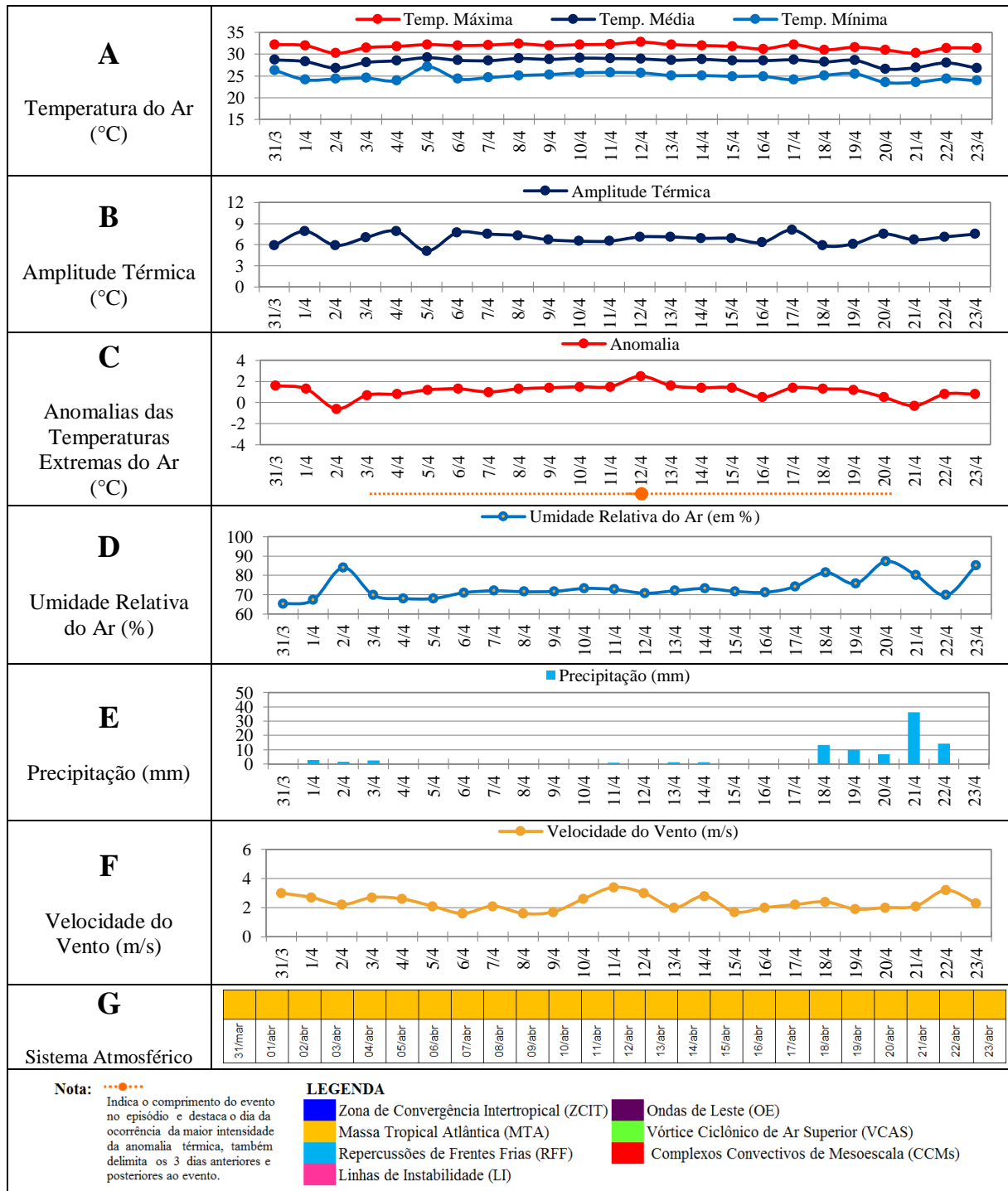


XVIII SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019



Prancha 3 - Ritmo dos atributos climáticos: episódio 3 (31/03 a 23/04/2013). Fonte: INMET. Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A análise das cartas de pressão e das imagens de satélite (Gráfico G da Prancha 3) revelou que a Massa Tropical Atlântica foi o único sistema atmosférico que atuou sobre a cidade de João Pessoa durante a ocorrência do episódio. A atuação da massa de ar possibilitou a situação de estabilidade atmosférica até o dia 17/04, o que resultou em um elevado gradiente térmico em superfície. Já de 18 a 22/04 também houve atividade da MTA, mesmo com registros de chuva e instabilidade significativa da umidade relativa do ar e das temperaturas, o que pode ocorrer devido à natureza termo-higrométrica da massa de ar, que é composta por uma corrente inferior e outra superior, caminhando ambas na mesma direção. A inferior é fresca (por se tratar de ar polar velho) e úmida (devido a evaporação do oceano), já a superior é quente e seca, ficando o vapor concentrado na corrente superficial. (NIMER, 1989; MOURA, 2013).

4. Considerações Finais

Neste trabalho, aplicou-se a Técnica da Análise Rítmica proposta por Monteiro (1971, 1976), que sugere a análise contínua e simultânea dos tipos de tempo em determinados períodos, mantendo a análise em escala, no mínimo, diária. Para isso, primeiro foram selecionados os três episódios de calor mais fortes para aplicação da técnica. Esses episódios ocorreram em anos recentes (2010, 2013 e 2015), mesmo sendo analisados dentro de uma escala temporal de 28 anos (1990 a 2017). Esse aspecto provavelmente está ligado à urbanização da cidade de João Pessoa, que teve relevante crescimento nas últimas décadas, aumentando a massa edificada, que retém o calor da insolação por mais tempo, liberando-o na dissipação nessa energia, aumentando a temperatura do ar.

Verificou-se que os três períodos ocorreram durante o período chuvoso e apresentaram temperaturas maiores do que a média histórica, com acréscimo de +2,6°C para os dois primeiros episódios e de +2,5°C para o terceiro. Os demais atributos climáticos registraram certa instabilidade no tempo atmosférico durante os episódios, porém sem potencialidade para alterar as condições de alta gravidade térmica.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O sistema atmosférico mais atuante nesses períodos de calor foi a Massa Tropical Atlântica (44 dos 57 dias das três anomalias), principalmente no terceiro episódio, quando todos os 24 dias receberam atuação da MTA. Verificou-se que as Ondas de Leste, as Linhas de Instabilidade e a Zona de Convergência Intertropical, sistemas atmosféricos que habitualmente provocam chuvas e diminuição das temperaturas, atuaram durante a “quebra” desses episódios, com registros de umidade relativa do ar alta (acima dos 90%) e de pluviosidade acima dos 30,0 mm. Tais sistemas também atuaram durante os episódios, porém, sem alterar as condições térmicas. As Ondas de Leste atuaram em 11 dos 57 dias; já as Linhas de Instabilidade e a ZCIT atuaram em um dia.

Constatou-se a presença de dois tipos de tempo durante os três períodos de anomalias térmicas extremas: o tempo quente e sub-úmido, ligado a atuação da Massa Tropical Atlântica, ocorrendo durante os períodos de maior intensidade das anomalias, com registros de altas temperaturas, umidade relativa do ar entre 65% e 75%, pouca chuva e velocidade do vento variável; e o tempo úmido/chuvoso nos dias de atuação da ZCIT, Ondas de Leste e Linhas de Instabilidade, quando foram registradas precipitações acima dos 30,0 mm, umidade relativa do ar acima dos 90%, vento de fraco a moderado e temperaturas reduzidas, como registrado no dia 14/06/2010, quando atuou uma OL e choveu 29,8 mm. A amplitude térmica diminuiu de forma considerável durante essas condições de tempo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BDMEP/INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa/ Instituto Nacional de Meteorologia.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep><http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 06 jun. 2016.

BESANCENOT, J. P. **Climat et santé**(Coll. "Médecine et Société). Paris: PUF, 2001. 128 p.

BESANCENOT, J. P. Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines. **Environnement, Risques & Santé**, v 1, n. 4, p. 229-40, Sep./ Oct. 2002.

CAVALCANTE, G. P. **Clima e Saúde na cidade de João Pessoa/PB:** correlações entre os atributos climáticos e a morbidade hospitalar por doenças isquêmicas do coração. Monografia



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

(Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geociências, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

CPTEC/INPE. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 01/07/2015.

FIRPO, M. A. F. **Climatologia das ondas de frio e de calor para o Rio Grande do Sul e sua relação com El Niño e La Niña**. (Dissertação de Mestrado). Pelotas/RS: Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, 2008. 119p.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

MENDONÇA, F. DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MONTEIRO, C. A. F. Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Série Climatologia**, n.1. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1971.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano. **Série Teses e Monografias**, n.25. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.

MONTEIRO, C. A. F. A Climatologia Geográfica no Brasil e a proposta de um Novo Paradigma, p. 61-154. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. A.; ZAVATTINI, J. A.; SANT'ANNA NETO, J. L. A. (Orgs.) **Construção da Climatologia Geográfica no Brasil**. Campinas: Alínea, 2015, 194p.

MOURA, M. O, ZANELLA, M. E. Escolha de 'Anos-Padrão' para o estudo do conforto térmico em Fortaleza, CE: verificação de critérios. **Revista GEONORTE**, v.1, p.547 - 560, 2012.

MOURA, M. O. **Anomalias das temperaturas extremas do ar em Fortaleza: correlações com a morbidade hospitalar por doenças cardiovasculares**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Fortaleza, 2013. 248p.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422p.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

RUSTICUCCI, M. M.; VARGAS, W.M. Interannual variability of temperature spells over Argentina. **Atmósfera**, v.14, n.2, p. 75-86, 2001. Disponível em: <<http://www.catalogoderevistas.unam.mx/pt/interiores/atmosfera>> Acesso em: 26/08/2015.

SANTOS, J. S. **Campo térmico urbano e sua relação com o uso e cobertura do solo em João Pessoa**. (Tese de Doutorado). Campina Grande: Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais-UFCG, 2011.

SANTOS, J. S.*et. al.* Campo Térmico Urbano e a sua Relação com o Uso e Cobertura do Solo em Cidade Tropical Úmida. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 03, 2012,p. 540-557.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. 10 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2008. 696p.