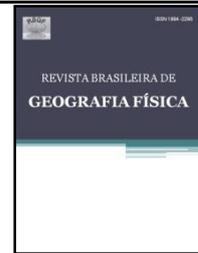




ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Anomalias das temperaturas extremas do ar em Fortaleza, Ceará, Brasil

Marcelo de Oliveira Moura¹

¹ Dr. em Geografia, Professor Adjunto II, Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, Campus I, CEP: 58051-900 - João Pessoa (PB), Brasil. (+55 83) 32167750. E-mail: marcelomoura@ccen.ufpb.br (autor correspondente)

Artigo recebido em 09/11/2015 e aceito em 24/12/2015

RESUMO

O artigo tem o objetivo de analisar a frequência e a variação anual, sazonal e mensal das anomalias identificadas nas séries diárias das temperaturas máximas e mínimas do ar da cidade de Fortaleza, período de 1974 a 2009. As anomalias foram definidas de acordo com a sua duração (comprimento) e sua gravidade térmica (amplitude e intensidade). Assim, foram estabelecidas anomalias de duração de 3 dias, 4 dias e ≥ 5 dias, as quais foram classificadas quanto à sua amplitude (Alta, Moderada e Baixa) e à sua intensidade térmica (Forte, Moderada e Fraca). Foram identificadas 1.394 anomalias térmicas. Desse montante, 39 são anomalias positivas, que se configuram como períodos de calor Forte, e 30 são anomalias negativas, que representam os períodos de frescor Forte. Os períodos de calor e frescor Forte em Fortaleza ocorreram com mais frequência no intervalo ≥ 5 dias, sobretudo para as anomalias positivas. Os períodos de calor Forte de mais intensidade térmica da série ocorreram nas décadas de 1990 e 2000. Os meses de março e de agosto concentram a maior soma de registros de anomalias positivas ≥ 5 dias e a maior frequência de períodos de calor Forte da série, enquanto que os meses do verão, principalmente dezembro e janeiro, concentram o maior número de períodos de frescor Forte. Verificou-se que os picos dos períodos de frescor Forte de maior gravidade térmica têm intensidade mais elevada do que os picos dos períodos de calor Forte de maior gravidade.

Palavras-chave: temperatura máxima, temperatura mínima, variabilidade climática.

Anomalies of extreme air temperatures in Fortaleza, CE, Brazil

ABSTRACT

This study analyzes the frequency and the annual, seasonal and monthly variation of anomalies identified in the daily series of maximum and minimum air temperatures in the city of Fortaleza, from 1974 to 2009. The anomalies were defined according to their duration (length) and thermal gravity (amplitude and intensity). Hence, 3-, 4- and ≥ 5 -day length anomalies were established, which were classified as to their amplitude (as high, moderate and low) and thermal intensity (as strong, moderate and weak). A total of 1,394 thermal anomalies were identified. Of these, 39 were positive anomalies, characterized by strong heat periods, and 30 were negative anomalies, representing periods of strong freshness. Strong heat and freshness periods in Fortaleza occurred more frequently in the range ≥ 5 days, especially for positive anomalies. The strong heat periods with the highest thermal intensity of the series took place in the 1990s and 2000. The months of March and August showed the largest amount of records of positive anomalies ≥ 5 days and the greatest frequency of strong heat periods of the series, while summer months, especially December and January, showed the highest number of strong freshness periods. The peaks of strong freshness periods with the highest thermal gravity were found to have a higher intensity than the peaks of strong heat periods with the highest gravity.

Keywords: maximum temperature, minimum temperature, climate variability.

Introdução

As latitudes das cidades do Nordeste brasileiro são responsáveis por altos valores de insolação, uma condição que estabelece elevadas temperaturas do ar nesses espaços urbanos. A maioria das cidades nordestinas tem temperaturas médias anuais que variam entre 25,0°C e 27,0°C e com valores máximos que ultrapassam os 33,0°C. Assim, essas cidades, por condições naturais, já apresentam intenso calor que, quando somado ao fator urbanização, provoca um

excesso de carga térmica que agrava o aquecimento do ar urbano e, conseqüentemente promove situações de desconforto térmico para a população (Zanella e Moura, 2012).

Estudos realizados na cidade de Fortaleza já comprovaram o aumento do aquecimento do ar local provocado pelas alterações das variáveis do campo térmico, que foram atribuídas à urbanização como, por exemplo, a redução aproximada de 50% da variável

velocidade do vento (Xavier, 2001), com taxas de regressão numa ordem de 3,0 m/s em setores mais urbanizados (Maia, 1996) e ilhas de calor superiores a 5,0°C (Moura, Zanella e Sales, 2008). No entanto, os estudos não avançaram na verificação da existência de eventos térmicos de natureza extrema e das possíveis relações entre estes eventos e o agravamento do estado de saúde da população, sobretudo no agravamento das enfermidades cardiovasculares.

Os eventos térmicos extremos mais destacados pela literatura são as ondas de calor e de frio, fenômenos meteorológicos de curta duração, conhecidos por suas repercussões negativas na saúde da população. As ondas de calor e de frio podem agravar uma doença já adquirida ou contribuir para engatilhá-la, principalmente quando se trata de enfermidades cardiovasculares em pessoas idosas (Robinson, 2001; Besancenot, 2002; Meehl e Tebaldi, 2004; WHO, 2004; Jiménez, Gil e Herdera, 2005).

Os objetivos da presente pesquisa é identificar, classificar (duração, amplitude e intensidade térmica) e analisar (variação e frequência) as anomalias das séries diárias históricas das temperaturas máximas e mínimas do ar na cidade de Fortaleza, período de 1974 a 2009, em escala anual, sazonal e mensal. O alcance desses objetivos revelarão os períodos térmicos mais extremos das séries (Períodos de calor e de frescor Forte). Ressalta-se que esses períodos térmicos extremos não serão considerados por esta pesquisa como ondas de calor e de frio, pois se considera a proposição de Besancenot (2001, 2002) de que as ondas de calor e de frio se definem mais em termos epidemiológicos do que meteorológicos, e que esses eventos extremos atingem, de forma seletiva, a população, em especial, idosos portadores de doenças cardíacas, grupo etário mais vulnerável aos eventos térmicos extremos.

Além de considerar as ideias de Besancenot (2001, 2002), há uma forte preocupação em aplicar os termos de modo inadequado em Fortaleza, cidade localizada em baixa latitude e de reduzida amplitude térmica, em virtude de equiparar, por exemplo, dias quentes (ocorrências habituais na cidade) a uma onda de calor. Portanto, neste estudo será empregado o termo anomalias das temperaturas extremas do ar (anomalias positivas e negativas, respectivamente, para as anomalias das temperaturas máxima e mínima do ar), ao invés de ondas de calor e frio, pois se considera que o uso das expressões só terá validade se for certificada correlação forte e estatisticamente significativa entre as anomalias mais extremas e o aumento do número de internações hospitalares por doenças cardiovasculares de pacientes idosos residentes em Fortaleza. Contudo, este estudo se torna relevante, pois ofertará subsídios às futuras pesquisas no campo da Climatologia Urbana e da Bioclimatologia Humana.

Material e Métodos

O procedimento empregado na identificação das anomalias das temperaturas extremas do ar seguiu parte das orientações de Rusticucci e Vargas (2001), Rusticucci e Barrucand (2001), Jiménez, Gil e Herdera (2005) e Firpo (2008), os quais recomendam a

diferença dos valores diários das temperaturas máxima e mínima do ar com a normal climatológica diária dessas variáveis na averiguação de persistências de anomalias térmicas.

A pesquisa fez uso da série diária das temperaturas máxima e mínima do ar da Estação Meteorológica do Campus do Pici – Universidade Federal do Ceará (03° 44' Latitude Sul e 38° 33' Longitude Oeste; Altitude: 19,5 m) do período 1974 - 2009 para detectar as anomalias térmicas. Da execução das etapas na identificação e caracterização das anomalias das temperaturas extremas do ar:

- a) Tabulação dos dados em dia/mês da série histórica das temperaturas máximas e mínimas do ar;
- b) Cálculo da normal climatológica diária das temperaturas máximas e mínimas por meio do emprego da média aritmética, para cada dia do ano, de todas as temperaturas diárias registradas no período de 1974 a 2009;
- c) Cálculo das diferenças entre o valor diário das temperaturas máximas e mínimas do ar e a normal climatológica diária dessas temperaturas, com a finalidade de verificar ocorrências de anomalias térmicas;
- d) Análise de frequência das anomalias térmicas, a fim de identificar as anomalias positivas e negativas. Considerou-se como anomalia térmica a persistência de três ou mais dias consecutivos e ininterruptos de anomalias. Esse procedimento serviu para determinar o comprimento, ou seja, a duração das anomalias;
- e) Eleição de três tipologias de comprimento de anomalias, a saber: anomalias de 3 dias; anomalias de 4 dias e anomalias ≥ 5 dias;
- f) Obtenção da amplitude térmica para cada comprimento das anomalias. Para se obter a amplitude, calculou-se a diferença entre o maior e o menor valor de anomalia de cada comprimento, isto é, o intervalo das anomalias (ΔA). Com esse procedimento, também foi possível identificar a intensidade da anomalia, isto é, o pico da anomalia. Assim, foi considerado o maior valor de anomalia térmica presente em cada comprimento;
- g) Com a finalidade de estabelecer a gravidade das anomalias das temperaturas extremas do ar, foi proposta uma classificação com base no grau de amplitude e intensidade das anomalias. Para esse fim, foi empregada uma técnica estatística de medida de posição relativa aos dados da série de amplitude e intensidade das anomalias denominada de percentis;
- h) Com base na sugestão de Rusticucci e Barrucand (2001), estabeleceu-se duas ordens percentílicas P_5 e P_{95} para cada conjunto dos valores de amplitude e intensidade das anomalias. Isso representa que o valor térmico da amplitude ou intensidade que determina o percentil 5 (percentil 95) indica que, abaixo (acima) desse valor, encontram-se os 5% dos dados da série, a partir dos quais se determinam os valores extremos térmicos e que entre esse limiares se encontram os 90% dos dados;

O quadro 1 mostra o agrupamento em categorias e classes de gravidade dos valores de amplitude e intensidade da série obtida por meio das ordens percentílicas estabelecidas. Os valores de amplitude e intensidade tanto das anomalias positivas como das

negativas foram ordenados em três tipos de categorias e classes.

Quadro 1. Proposta de classificação da gravidade das anomalias térmicas

ANOMALIAS TÉRMICAS						
	POSITIVA (T _{MÁX})			NEGATIVA (T _{MÍN})		
	Categoria	Classe	Descrição	Categoria	Classe	Descrição
AMPLITUDE (ΔA)	1	BAIXA (B) (0,1 °C 0,2°C) (P ₁) (P ₅)	P ₅ = 0,2 °C; 5% (95%) dos valores de amplitude estão abaixo (acima) de 0,2 °C.	1	ALTA (A) (-6,3 °C -3,0°C) (P ₁) (P ₅)	P ₅ = - 3,0 °C; 5% (95%) dos valores de amplitude estão abaixo (acima) de -3,0 °C.
	2	MODERADA (M) (0,2 °C 2,1°C) (P ₅) (P ₉₅)	90% dos valores de amplitude se situam entre P ₅ e P ₉₅	2	MODERADA (M) (-3,0 °C -0,2°C) (P ₅) (P ₉₅)	90% dos valores de amplitude se situam entre P ₅ e P ₉₅
	3	ALTA (A) (2,1 °C 3,5°C) (P ₉₅) (P ₉₉)	P ₉₅ = 2,1 °C; 95% (5%) dos valores de amplitude estão abaixo (acima) de 2,1 °C	3	BAIXA (B) (-0,2 °C -0,1°C) (P ₉₅) (P ₉₉)	P ₉₅ = - 0,2 °C; 95% (5%) dos valores de amplitude estão abaixo (acima) de -0,2 °C
INTENSIDADE (>°C)	PERÍODO DE CALOR FRACO	FRACA (FC) (0,2 °C 0,5°C) (P ₁) (P ₅)	P ₅ = 0,5 °C; 5% (95%) dos valores de intensidade estão abaixo (acima) de 0,5 °C.	PERÍODO DE FRESCOR FORTE	FORTE (FT) (-6,4 °C -3,4°C) (P ₁) (P ₅)	P ₅ = - 3,4 °C; 5% (95%) dos valores de intensidade estão abaixo (acima) de -3,4 °C.
	PERÍODO DE CALOR MODERADO	MODERADA (M) (0,5 °C 2,4°C) (P ₅) (P ₉₅)	90% dos valores de intensidade se situam entre P ₅ e P ₉₅	PERÍODO DE FRESCOR MODERADO	MODERADA (M) (-3,4 °C -0,5°C) (P ₅) (P ₉₅)	90% dos valores de intensidade se situam entre P ₅ e P ₉₅
	PERÍODO DE CALOR FORTE	FORTE (FT) (2,4 °C 3,9°C) (P ₉₅) (P ₉₉)	P ₉₅ = 2,4 °C; 95% (5%) dos valores de intensidade estão abaixo (acima) de 2,4 °C	PERÍODO DE FRESCOR FRACO	FRACA (FC) (-0,5 °C -0,2°C) (P ₉₅) (P ₉₉)	P ₉₅ = - 0,5 °C; 95% (5%) dos valores de intensidade estão abaixo (acima) de -0,5 °C

O ordenamento para as categorias referente à amplitude térmica é expresso em números ordinais. Para as categorias de intensidade, foi atribuída a expressão “período”, com o intuito de conceder à duração (comprimento) das anomalias térmicas o caráter de extremo térmico.

Cabe destacar que será utilizado o termo período de frescor Forte, ao invés de período de frio Forte, por conta da cidade de Fortaleza apresentar valor de temperatura média mínima do ar de 22,1°C, com variações mensais históricas de 21,3°C e 22,9°C.

Moura, M.O.

Devido aos percentis limiares fixos em P₅ e P₉₅, haverá, tanto para as séries das amplitudes como das intensidades das anomalias térmicas, um maior quantitativo das ocorrências dos valores inseridos na classe moderada, ou seja, 90% dos dados.

Resultados e Discussão

A análise da frequência e da variação das anomalias das temperaturas extremas do ar no período de 1974 - 2009 quanto ao comprimento (duração), à amplitude e à intensidade térmica ocorrerá por meio de

representação gráfica, numa escala anual, sazonal e mensal para cada tipo de anomalia estabelecida, ou seja, anomalias de 3 dias, 4 dias e ≥ 5 dias.

Em Fortaleza, o número total de anomalias das temperaturas extremas do ar para o período investigado

é de 1.394 anomalias, das quais 815 são anomalias da temperatura máxima do ar, e 579, anomalias da temperatura mínima do ar, conforme exposto no gráfico A da Figura 1.

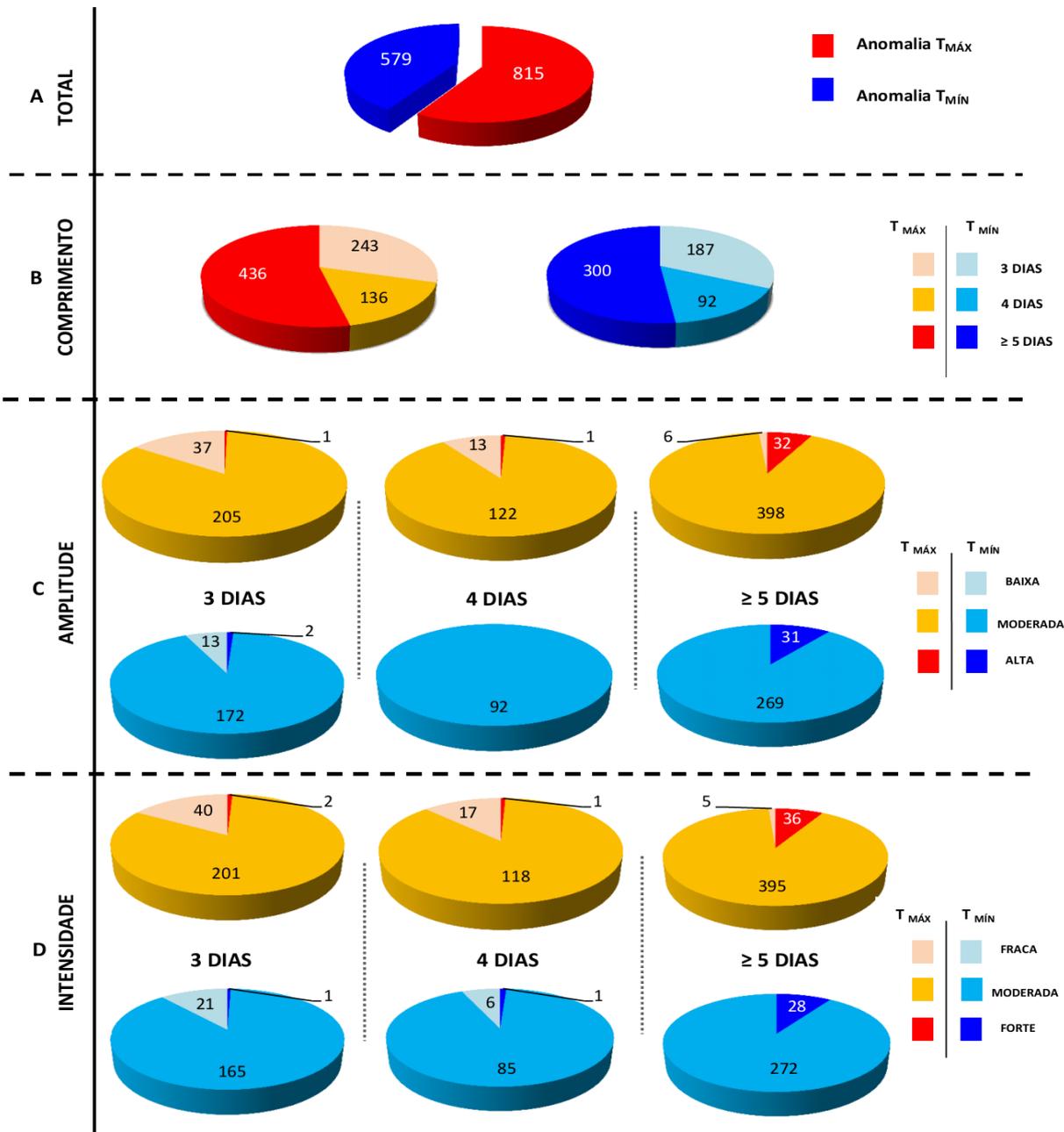


Figura 1. Síntese da distribuição quantitativa das anomalias das temperaturas extremas do ar em Fortaleza, 1974-2009.

No que se refere à duração das anomalias, constatou-se que há um maior número de registros para o comprimento ≥ 5 dias, representando 52,8% do montante total das anomalias da série. Tais registros foram identificados tanto para as anomalias positivas quanto para as negativas, cujos totais absolutos são de 436 e 300 anomalias, de modo respectivo.

O comprimento das anomalias de 3 dias representa 30,8% da série, com 243 registros de anomalias positivas e 187 negativas. Já o número de registros para

o comprimento de 4 dias corresponde a 16,4% da série, com 136 registros de anomalias da temperatura máxima, e de 92, para anomalias da mínima. Então, as ocorrências de anomalias de 4 dias apresentam o menor quantitativo do período 1974 – 2009, de acordo com o gráfico B da Figura 1.

No tocante à classificação da gravidade das anomalias térmicas, ou seja, ao grau de amplitude e de intensidade dos eventos térmicos, nota-se, nos gráficos C e D da Figura 1, que há um maior acumulado de

registros para a classe Moderada, tanto para as anomalias positivas quanto para as negativas. Isso se deve às ordens percentílicas estabelecidas no agrupamento dos valores de amplitude e intensidade da série definidos na metodologia da pesquisa.

Nos gráficos C e D da Figura 1, há mais ocorrência de anomalias ≥ 5 dias na classe Moderada, tanto para a amplitude quanto para a intensidade térmica. Em sequência, o maior número de registros dessa classe são para as anomalias de comprimento de 3 e 4 dias. Logo, há um maior montante de intervalos de valores na classe Moderada de amplitude ($0,2^{\circ}\text{C} \dashv 2,1^{\circ}\text{C}$) e intensidade ($0,5^{\circ}\text{C} \dashv 2,4^{\circ}\text{C}$) para anomalias da máxima e de intervalos de amplitude ($-3,0^{\circ}\text{C} \dashv -0,2^{\circ}\text{C}$) e intensidade ($-3,4^{\circ}\text{C} \dashv -0,5^{\circ}\text{C}$) para as anomalias da mínima no comprimento de ≥ 5 dias na série investigada.

O comprimento de anomalias ≥ 5 dias também concentra, de modo majoritário, as classes de gravidade Alta e Forte das anomalias. Em virtude disso, pode-se afirmar que os eventos extremos de calor e frescor, ou melhor, os períodos de calor e frescor Forte em Fortaleza ocorrem com mais frequência no intervalo ≥ 5 dias.

Foram contabilizadas 69 anomalias térmicas de natureza extrema para o período de 1974 – 2009, das quais 39 são positivas e se configuram como períodos de calor Forte, e 30 anomalias negativas correspondentes aos períodos de frescor Forte. Esses quantitativos representam, portanto, 5% das anomalias da série estudada. No que diz respeito às classes de gravidade Baixa, para a amplitude, e Fraca para a intensidade, os gráficos C e D da Figura 1 mostram que o comprimento de anomalias de 3 dias agrupa o maior número de registros, seguido do comprimento de 4 dias. Assim, os períodos de calor Fraco e frescor Fraco em Fortaleza ocorrem com maior frequência em até três dias.

De modo geral, foi constatado que existe um maior número de ocorrências de anomalias térmicas positivas em Fortaleza, com persistência ≥ 5 dias, sobretudo para as anomalias de gravidade Forte. Essa informação vai ao encontro dos resultados da pesquisa de Pétalas (2000), que analisou a série histórica da temperatura máxima do ar, além de outras variáveis climáticas da Estação Meteorológica do Pici, por meio de testes estatísticos de tendência sazonal, e concluiu que a temperatura máxima do ar tende a aumentar.

Pétalas (2000) verificou o efeito da urbanização nos parâmetros climáticos (radiação, insolação, temperaturas médias e extremas do ar, umidade relativa do ar, nebulosidade, vento, precipitação, evaporação e

evapotranspiração) das séries históricas da Estação Meteorológica do Pici (área menos urbanizada) e da Estação Meteorológica da Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME) (área mais urbanizada) e constatou que existem alterações climáticas nas variáveis meteorológicas das séries. A autora também constatou que a série da FUNCEME apresenta um maior número de alterações do que a Estação do Pici e tem mais tendência a aumentar as temperaturas máxima, média e mínima do ar.

Outros trabalhos também constataram alterações climáticas nas variáveis meteorológicas limitantes ao conforto térmico em Fortaleza (velocidade dos ventos, umidade relativa do ar e temperaturas médias e extremas do ar) em séries históricas da Estação da FUNCEME (Maia, 1996; Xavier, 2001). Os resultados das pesquisas levam a supor que o número de anomalias e sua gravidade térmica podem ser bem mais superiores para as séries das temperaturas extremas do ar da Estação da FUNCEME do que para as séries da Estação do Pici, provavelmente em razão de a Estação da FUNCEME estar instalada numa área de maior concentração de massa edificada.

Estudos revelam que os fenômenos meteorológicos extremos positivos (ondas de calor) aumentam ainda mais o aquecimento urbano local, ou seja, incrementam positivamente o calor sensível nas cidades (Besancenot, 2002; Jáuregui, 2009; Basara et al., 2010). Considerando que a cidade de Fortaleza apresenta ilhas de calor superiores a $5,0^{\circ}\text{C}$ (Moura, Zanella e Sales, 2008), em diferentes ambientes intraurbanos, sobretudo nos setores sudoeste e porção central da cidade, onde o fenômeno térmico urbano é mais frequente, levanta-se a hipótese de que anomalias de calor Forte possam intensificar o fenômeno nestes espaços da cidade, tornando as ilhas de calor mais excessivas.

Análise anual das anomalias das temperaturas extremas do ar

Os registros de ocorrências anuais das anomalias térmicas do período 1974 – 2009, expostos nas Figuras 2 e 3, mostram que a variabilidade interanual das anomalias é presente para as três tipologias de comprimento de anomalias tanto para as de temperatura máxima quanto para da mínima. Não obstante observa-se, na Figura 3, que a variabilidade das ocorrências é ligeiramente mais acentuada para o comprimento ≥ 5 dias das anomalias das temperaturas mínimas do ar.

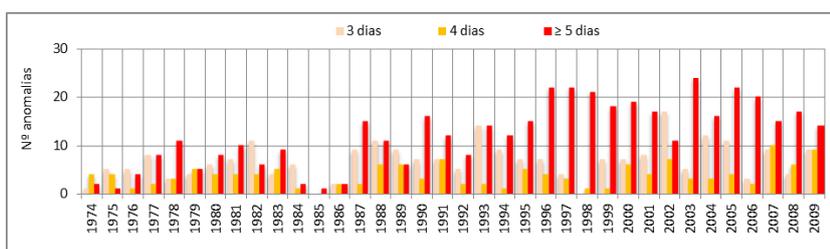


Figura 2. Número de ocorrências anuais de anomalias térmicas positivas em Fortaleza, 1974 – 2009.

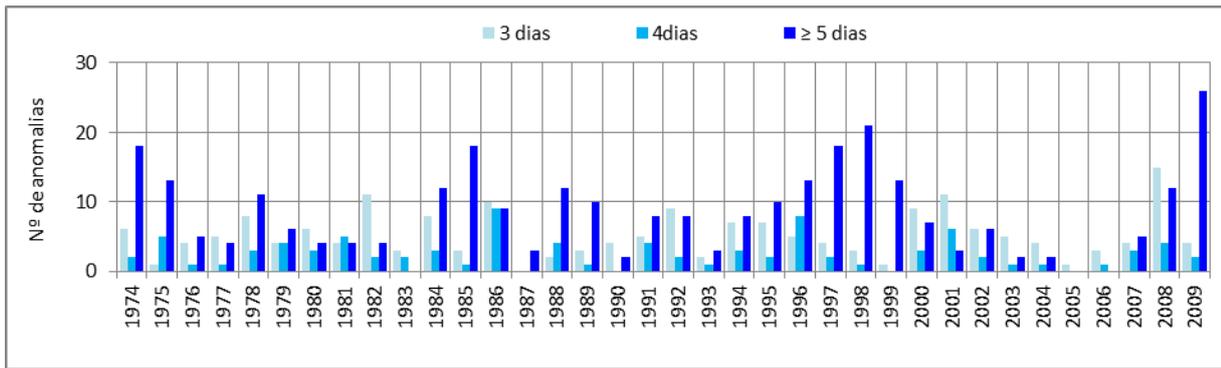


Figura 3. Número de ocorrências anuais de anomalias térmicas negativas em Fortaleza, 1974 – 2009.

Para as anomalias positivas, a variação interanual dos registros é mais marcante nos comprimentos de 3 e 4 dias. Tal variação é bem mais presente para as décadas de 1970 e 1980, em anos considerados excepcionais quanto à pluviosidade, à temperatura do ar e as temperaturas que estimam o conforto térmico humano - índice da Temperatura Efetiva (índice Te).

Os anos de 1974 e 1985, classificados como extremamente chuvosos e de temperaturas médias do ar e do conforto térmico abaixo dos valores normais (Moura e Zanella, 2012), apresentam reduzidos registros de anomalias positivas nos comprimentos de 3 e 4 dias, ao passo que os anos de 1978, 1979, 1982 e 1983, com situação climatológica inversa, apresentam um número superior de registros.

Assim, as anomalias negativas registram um maior número de ocorrências em anos considerados excepcionalmente chuvosos em Fortaleza: 1974, 1985 e 2009. Esses anos também apresentam dispersão negativa quanto às temperaturas média e mínima do ar e têm dispersão percentual negativa para as temperaturas do índice Te, numa ordem de -2,25% a -0,75% (Moura e Zanella, 2012). Apesar disso, nota-se, para a série anual das anomalias negativas, que 1998, ano extremamente seco e considerado o mais quente da série histórica das temperaturas médias e extremas do ar e que mostrou o maior valor de dispersão percentual positiva para os valores anuais das temperaturas do índice Te (2,32%), apresentou o segundo maior montante de registros de anomalias negativas, sobretudo para o comprimento ≥ 5 dias.

Ao verificar as médias anuais de série 1974 - 2009 das temperaturas médias e extremas do ar, presentes na Figura 4, pode-se notar que, nem sempre, é possível estabelecer uma relação direta com anos excepcionalmente quentes ou frios com os que registraram maiores ou menores ocorrências de anomalias térmicas.

Além do exemplo do ano de 1998, que tem as maiores médias térmicas da série e que apresentou um dos maiores montantes de registros de anomalias negativas, cita-se o ano de 1994, de menor média das temperaturas média e mínima do período, respectivamente 26,1°C e 20,1°C, que não acumulou os maiores quantitativos de anomalias negativas. Também a título de exemplo, cabe destacar o ano de 2003, que apresenta média da temperatura máxima do ar de 30,2°C, valor habitual próximo da média histórica (30,5°C) e que, apesar disso, registrou um dos maiores acúmulos de anomalias positivas, notadamente para o comprimento de anomalias ≥ 5 dias.

O que ocorre de escala, pois as anomalias térmicas foram identificadas por meio de médias diárias (normais diárias), seguidas de cálculo de dispersão também em escala diária. Assim, nem sempre, um ano excepcionalmente quente ou frio será um ano de maior ou menor ocorrência de anomalias, em face de a ocorrência de valores térmicos diários, sejam eles elevados ou reduzidos, poder ser negligenciada pelo emprego das médias anuais.

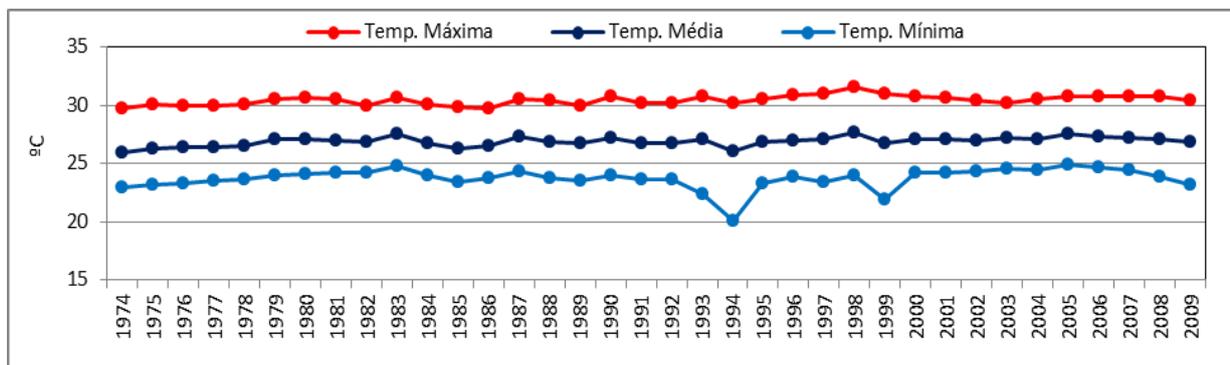


Figura 4. Médias anuais das temperaturas do ar em Fortaleza, 1974 - 2009. Fonte: Estação Meteorológica do Pici.

Em síntese, o número de ocorrências de anomalias do período investigado variou de 37 registros a um registro para anomalias positivas, e de 32 a um registro, para as anomalias negativas. Os anos que apresentaram os maiores montantes de anomalias positivas foram 2002, 2003 e 2005, e de menores acúmulos, os anos de 1974, 1985 e 1986. Já para as anomalias das temperaturas mínimas do ar, os anos de mais ocorrências foram 1986, 2008 e 2009, e os anos que apresentaram os menores registros foram 1987, 2005 e 2006.

É importante destacar que, para a série das anomalias positivas, os menores registros de ocorrência de anomalias são encontrados para a década de 1970 e para a primeira metade da década de 1980. Por outro lado, é a partir da segunda metade do decênio 1980 e nos anos da década de 1990 e 2000 que se registram os maiores acumulados de anomalias, notadamente para o comprimento das anomalias ≥ 5 dias, conforme mostra a Figura 2. Tal crescimento de ocorrências de anomalias não é visível para as anomalias da mínima, como exposto na Figura 3.

No tocante ao número de registros das classes de amplitude e intensidade térmica das anomalias de comprimento de 3 dias, constatou-se um reduzido quantitativo de registros para as gravidades Alta e Baixa (amplitude) e Fraca e Forte (intensidade) para a série temporal estudada. O número de ocorrências das classes de gravidade para o comprimento de 3 dias não alcançou 20 eventos por ano, com variação de 17 registros a nenhuma ocorrência para as classes de gravidade das anomalias positivas. Para a série das anomalias negativas, a variação de ocorrências é bem próxima da registrada para a série das anomalias positivas. Assim, o número de eventos variou de 15 registros a nenhuma ocorrência.

Para as classes de gravidade da amplitude e intensidade térmica das anomalias de 4 dias, constatou-se que o número de registros das séries é bem inferior às ocorrências identificadas nas séries das classes de gravidade das anomalias de comprimento de 3 dias. Destaca-se, também, que a variação interanual das ocorrências não é marcante.

Os quantitativos de eventos das classes para as anomalias de 4 dias não ultrapassam 10 registros por ano, com ocorrência majoritária de registros para a classe Moderada, tanto para as séries da amplitude quanto para as de intensidade térmica. Para as

anomalias da temperatura máxima do ar, a variação de eventos foi de 10 registros a nenhuma ocorrência. As anomalias de 4 dias das temperaturas mínimas do ar apresentaram variação de ocorrências bem próxima daquela computada para as anomalias positivas e exibiram variação de nove ocorrências a nenhum registro em suas séries de gravidade.

Os registros dos eventos das classes de amplitude e intensidade térmica das anomalias do comprimento ≥ 5 dias exibidos nas Figuras de 5 a 8 revelam que os quantitativos das classes de gravidade são bem mais numerosos do que os registros das séries das anomalias de 3 e 4 dias, principalmente para as classes Alta e Forte. Portanto, as anomalias ≥ 5 dias concentram o maior montante de períodos de calor e frescor Forte, que ocorreram com mais frequência nas décadas de 1990 e 2000, sobretudo para as anomalias positivas.

As figuras 6 e 8 apontam que a variação interanual dos eventos é ligeiramente mais acentuada para as anomalias da temperatura mínima do ar. Para as anomalias da temperatura máxima, as Figuras 5 e 7 revelam que há uma progressão para o aumento das ocorrências, e que os eventos de categoria Alta e Forte são mais constantes a partir do ano de 1990.

Convém enfatizar que não foi computada nenhuma ocorrência das classes Alta e Forte das séries das anomalias positivas para os anos da década de 1970. De modo diferente, registram-se eventos dessas classes para as anomalias negativas nos primeiros anos da década de 1970. Essa distribuição revela que, em Fortaleza, os períodos de calor Forte ocorreram depois dos anos de 1970, mais precisamente, após o ano de 1980, e tornaram-se mais frequentes nas décadas posteriores.

As séries das categorias de amplitude e intensidade das anomalias térmicas ≥ 5 dias apresentaram ocorrências superiores a 20 eventos, com variação de 26 registros a nenhum evento, para as anomalias negativas, e de 24 registros a uma ocorrência, para as anomalias positivas.

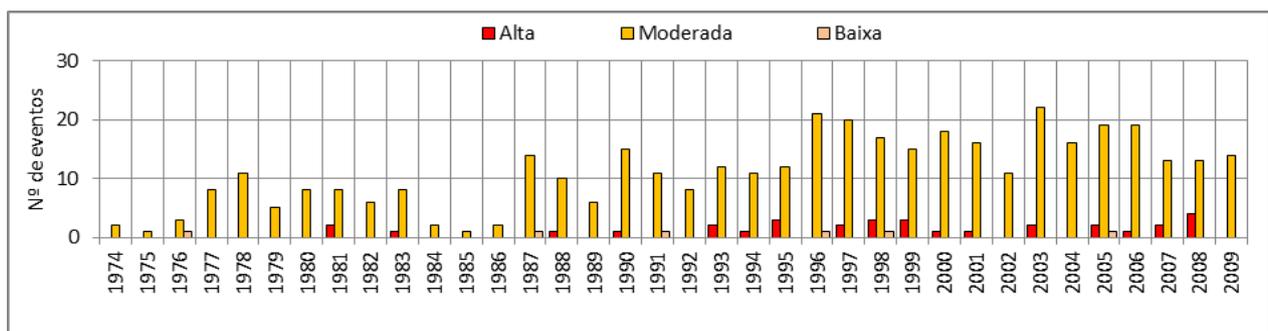


Figura 5. Número de ocorrências anuais quanto à amplitude térmica das anomalias positivas em Fortaleza, 1974 - 2009: comprimento ≥ 5 dias.

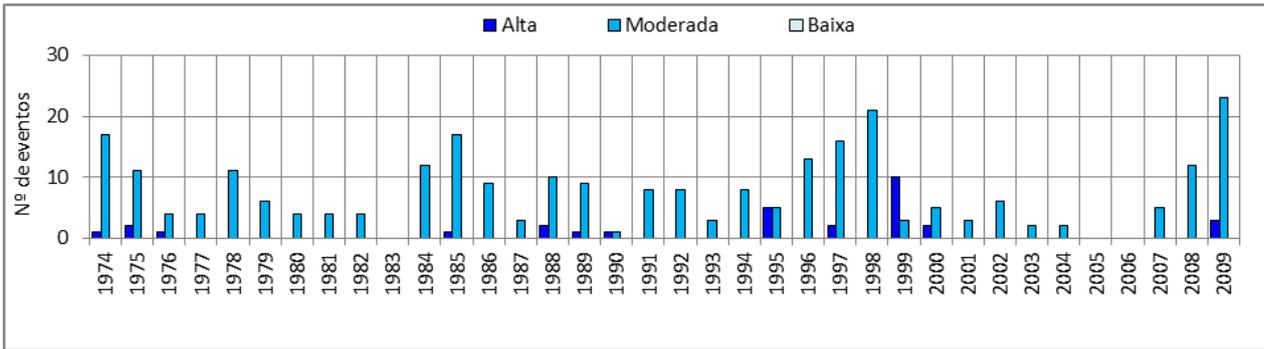


Figura 6. Número de ocorrências anuais quanto à amplitude térmica das anomalias negativas em Fortaleza, 1974 - 2009: comprimento ≥ 5 dias.

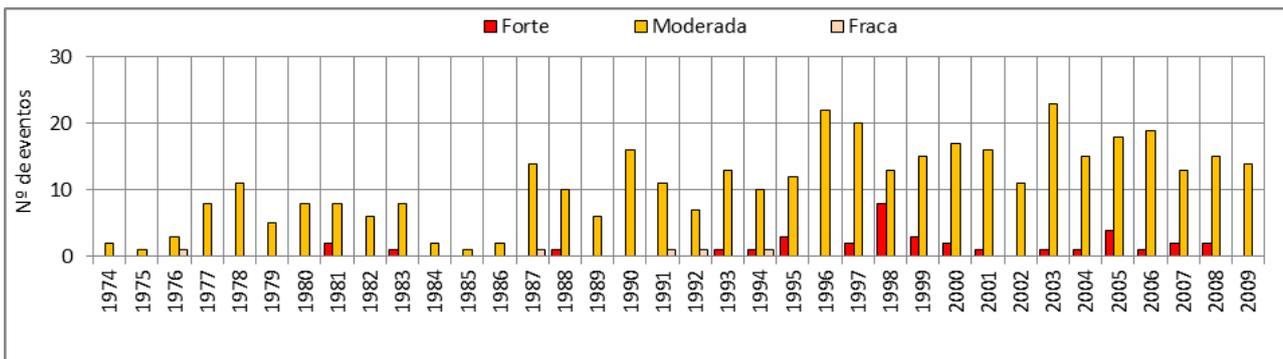


Figura 7. Número de ocorrências anuais quanto à intensidade térmica das anomalias positivas em Fortaleza, 1974 - 2009: comprimento ≥ 5 dias.

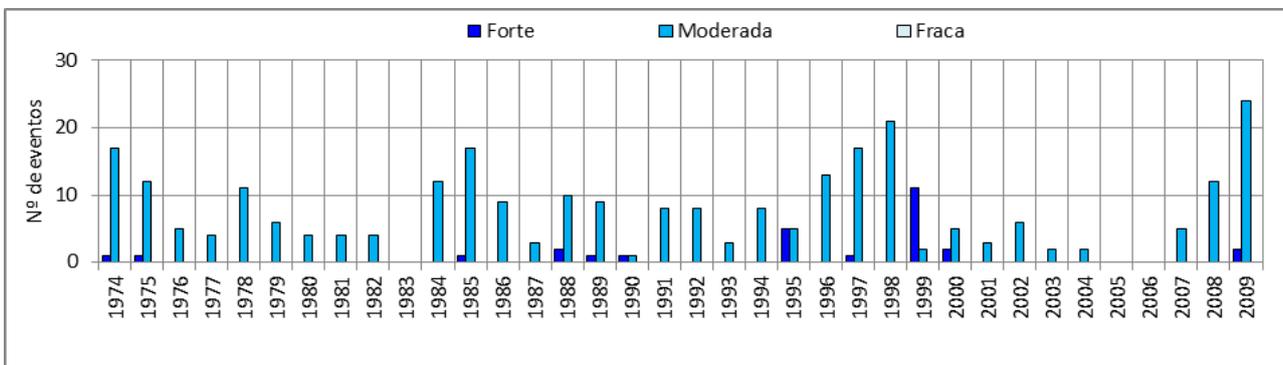


Figura 8. Número de ocorrências anuais quanto à intensidade térmica das anomalias negativas em Fortaleza, 1974 - 2009: comprimento ≥ 5 dias.

Os anos que registraram o maior número de eventos das séries das anomalias positivas foram 2003 (24 registros) e 2005 (23 registros), e os que registraram o menor quantitativo foram 1975 e 1985, ambos com uma ocorrência na classe Moderada, para as séries da amplitude e para as da intensidade térmica. Apesar de os anos de 2003 e 2005 registrarem o maior montante dos eventos para as séries da temperatura máxima, o ano de 1998 exibiu o maior quantitativo de períodos de calor Forte para a série investigada, com oito ocorrências. Cabe lembrar que o ano de 1998 é considerado o mais quente da série histórica e tem o maior número de dias/ano com a temperatura do Moura, M.O.

conforto (Índice Te) na categoria desconfortável, isto é, na condição de *stress* ao calor (Moura e Zanella, 2012).

Para as séries das anomalias negativas, os anos de maior concentração de eventos foram 1998 (21 registros) e 2009 (26 registros). Os anos de 1983, 2005 e 2006 não registraram nenhuma ocorrência de eventos. Embora os anos de 1998 e 2009 tenham indicado o maior acúmulo dos registros, dos quais a maioria pertence à categoria Moderada, o ano de 1999 registrou o maior quantitativo de períodos de frescor Forte da série (11 registros).

Em suma constatou-se que o número de eventos de classes Alta (amplitude) e Forte (intensidade) das séries das anomalias térmicas ocorreu em maior quantidade para o comprimento ≥ 5 dias, notadamente a partir da

década de 1990, em especial, para as anomalias da temperatura máxima do ar.

Análise sazonal e mensal das anomalias das temperaturas extremas do ar

A distribuição dos meses do ano para o estabelecimento dos períodos sazonais térmicos foi tomada com base na metodologia proposta pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2009) na definição das normais climatológicas do Brasil (1961-1990). Assim na análise, será considerado verão a soma das ocorrências das anomalias térmicas dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro; outono (março, abril e maio), inverno (junho, julho e agosto) e primavera (setembro, outubro e novembro).

As ocorrências sazonais das anomalias térmicas presentes no gráfico A da Figura 9 mostram que o maior montante de anomalias não ultrapassa 250 registros, e o menor não é superior a 127 registros por estação. Os quantitativos apontam o outono como sendo a estação de mais registro de anomalias para o período de 1974 a 2009, seguido das estações de inverno, verão e primavera.

As anomalias positivas registraram 235 eventos no período do outono, quantitativo equivalente a 28,8% da série, 216 anomalias (26,5%), para o inverno, 196 anomalias (24,1%), para o verão, e 168 anomalias (20,6%) para o período sazonal da primavera. Para as anomalias negativas, a soma é de 155 registros para o outono, cujo valor percentual é de 26,8%. O período do inverno acumulou 153 anomalias (26,4%), o verão, 144 anomalias (24,9%), e a estação da primavera registrou 127 anomalias (21,9%). Assim, as estações térmicas do outono e inverno detêm mais de 50% das ocorrências das anomalias identificadas para a série histórica investigada.

Quanto à distribuição sazonal das ocorrências por comprimento das anomalias térmicas, observa-se, no gráfico B da Figura 9, que o comprimento ≥ 5 dias possui o maior montante de registros em todas as estações, sobretudo para o período sazonal do outono, tanto para as anomalias positivas, que acumularam 120 eventos nesse período sazonal, quanto para as anomalias negativas, que registraram 94 ocorrências.

Em sequência, as maiores concentrações de anomalias térmicas ≥ 5 dias ocorrem nas estações do verão, inverno e primavera.

A sequência de distribuição sazonal das anomalias apresentadas anteriormente não ocorre na mesma ordem para os comprimentos de 3 e 4 dias. Assim, para as anomalias positivas de 3 dias, as maiores ocorrências são para o outono, seguido do inverno, verão e primavera. Já para as anomalias positivas de 4 dias, a sequência decrescente dos maiores registros sazonais é verão, primavera, inverno e outono.

Para as anomalias negativas, o comprimento de 3 dias concentra os maiores registros no outono, no verão e no inverno e, por conseguinte, as menores somas são encontradas para o período sazonal da primavera. As anomalias negativas de comprimento de 4 dias detêm as maiores ocorrências para o verão, a primavera e o inverno, e o menor quantitativo sazonal é presente no outono.

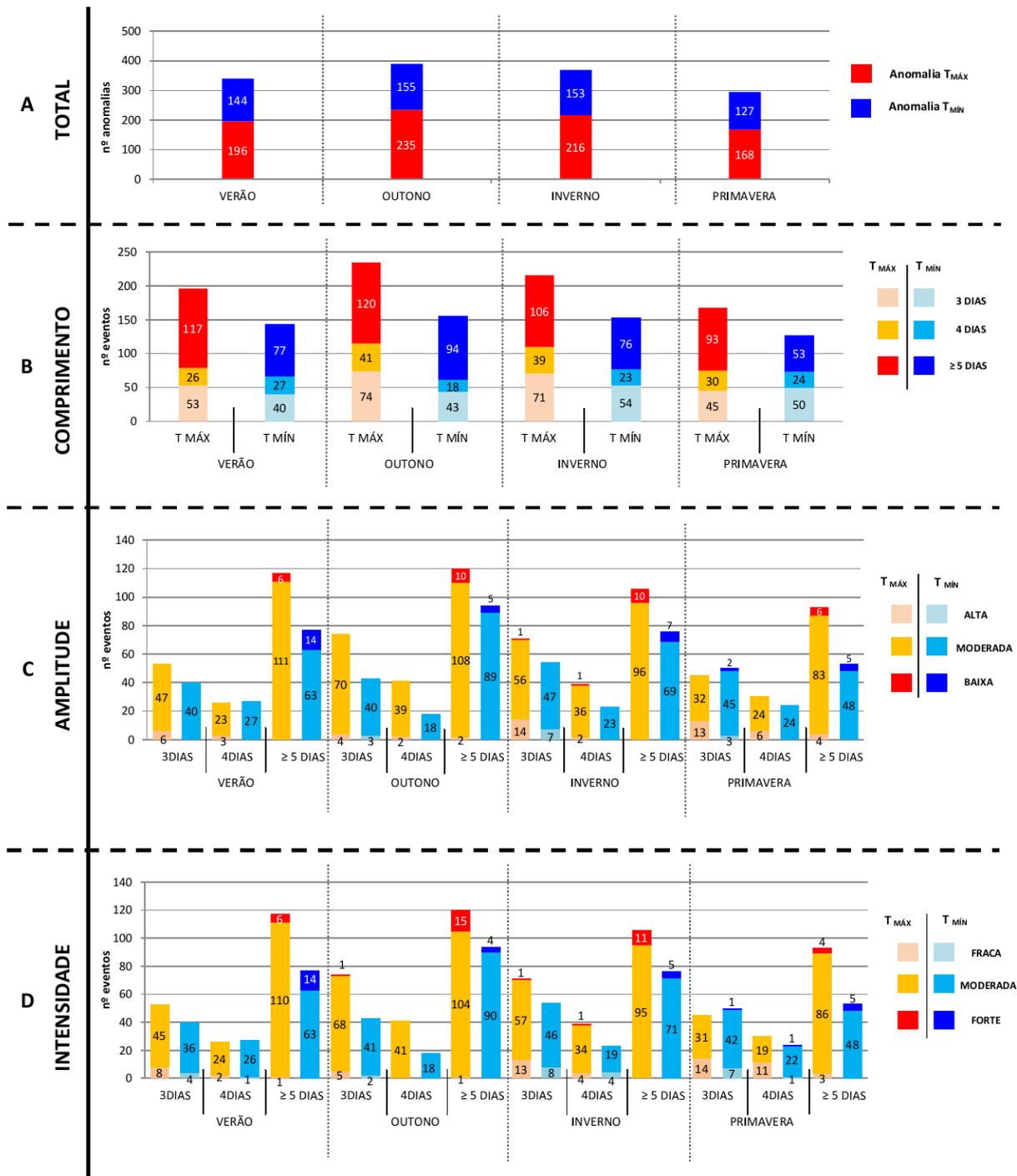
A distribuição sazonal das classes de gravidade de amplitude e intensidade térmica das anomalias por comprimento, exposta nos gráficos C e D da Figura 9, revela que as anomalias ≥ 5 dias acumulam as maiores ocorrências de amplitude Alta e intensidade Forte nas estações do outono e verão.

O padrão sazonal supracitado revela que os períodos de calor e frescor Forte ocorrem, com mais frequência, em estações que se caracterizam por elevadas temperaturas do ar e onde habitualmente o período é chuvoso, sobretudo nos meses de fevereiro a maio. Provavelmente, a ocorrência dos eventos, no período do verão e do outono, ocorra por conta da variabilidade das chuvas, variação que é bem acentuada nesta época do ano.

Como a temperatura do ar é, na verdade, o calor sensível do saldo do balanço de radiação (radiação líquida) destinado a aquecer o ar atmosférico (Funari, 2006), a existência de dias instáveis de elevada nebulosidade e chuvosos intercalados com dias de céu limpo (estáveis), variação de tipos de tempo comum no período do verão e outono em Fortaleza, podem promover alterações no saldo de radiação diária e, conseqüentemente, podem gerar variações acentuadas na temperatura do ar.

A consideração de Xavier (2001) reforça a ideia já esboçada: “[...] na nossa região o elemento climático

possível influência da urbanização ou dos processos de ordem natural de caráter cíclico como, manchas



mais importante é a pluviometria, porquanto as variações de temperatura, umidade, etc., ou são de menor monta ou, simplesmente, são moduladas pela chuva” (Xavier, 2001, p.114). Não se descarta aqui a

solares, fenômeno ENOS (El Niño Oscilação Sul) e Dipolo do Atlântico na ocorrência dos períodos de calor e frescor Forte em Fortaleza.

Figura 9. Síntese da distribuição quantitativa sazonal das anomalias das temperaturas extremas do ar em Fortaleza, 1974 – 2009.

O gráfico D da Figura 9 mostra que o período do inverno concentra a segunda maior soma sazonal de períodos de calor Forte (13 registros). O inverno se caracteriza pelo início do período seco na cidade, não obstante é de conhecimento que os meses de junho, Moura, M.O.

julho e agosto podem concentrar totais pluviométricos consideráveis cuja gênese é, em grande parcela, oriunda das Ondas de Leste (Xavier, 2001; Ferreira e Mello, 2005). O período também é marcado por uma

pequena redução no gradiente térmico das temperaturas médias e extremas do ar.

Assim, as ocorrências dos eventos térmicos positivos no inverno também podem estar associadas à variação das chuvas, notadamente para os meses de junho e julho, mas, principalmente, a uma maior expansão do Anticiclone do Atlântico Sul (AAS) sobre a região, sobretudo sua borda periférica, que intensifica, de modo excepcional, a atuação da Massa Equatorial Atlântica (MEA) em Fortaleza. Tais condições sinóticas permitem situação de estabilidade atmosférica sobre Fortaleza, sobretudo no período do inverno e primavera, o que resulta em um elevado gradiente barométrico e térmico em superfície.

As ocorrências mensais das anomalias térmicas indicaram que o número mensal de anomalias da série investigada ultrapassa 140 registros no mês de março e não excede a 95 registros no mês de outubro. As anomalias da temperatura máxima do ar ocorrem com mais frequência nos meses de março (80 registros) e maio (82 registros). Por outro lado, os meses com as menores somas são setembro (53 registros) e outubro (55 registros).

As maiores ocorrências das anomalias da temperatura mínima do ar são registradas nos meses de março (62 registros), junho e julho (54 registros), e os meses que possuem os menores quantitativos de eventos são novembro (35 registros) e outubro (40 registros). É nos meses do outono, principalmente março, que se registra a maior parcela de anomalias térmicas para o período de 1974 a 2009.

No tocante à duração das anomalias, o comprimento ≥ 5 dias apresenta as maiores somas em todos os meses do ano. Em sequência, os maiores quantitativos mensais são para as anomalias de 3 e 4 dias. Para as anomalias positivas ≥ 5 dias, os meses de agosto e de março apresentam o maior saldo de ocorrências, com 47 e 44 registros, de forma respectiva. Já os menores registros ocorrem nos meses de outubro (28 registros) e junho (29 registros). As anomalias negativas ≥ 5 dias são mais frequentes nos meses de março (41 registros) e de abril (31 registros), enquanto que são menos frequentes nos meses de novembro (12 registros) e outubro (20 registros).

Quanto ao comprimento de 3 dias, as ocorrências são mais numerosas em junho, com 27 e 19 registros, respectivamente, para anomalias positivas e negativas. Já os menores quantitativos desse comprimento de anomalia ocorrem nos meses da primavera, para as anomalias positivas (outubro e novembro, 14 registros) e nos meses do verão, para as anomalias negativas, notadamente em fevereiro (10 registros).

As anomalias de 4 dias apresentam maior saldo em maio (20 registros), para as anomalias positivas, ao passo que as anomalias negativas detêm o menor montante, com cinco registros no referido mês. Foi nos meses de fevereiro e setembro que se registrou o menor quantitativo de anomalias positivas, com seis ocorrências, e foi no mês de setembro que se computou o maior número de ocorrências de anomalias negativas de 4 dias, com 11 registros.

A distribuição mensal das classes de gravidade térmica mostrou que as classes Alta e Forte das

anomalias ocorrem, de forma quase absoluta, em todos os meses, no comprimento ≥ 5 dias. Somente nos meses de junho e novembro que não se registram períodos de calor Forte. De modo diferente, há ocorrências, em todos os meses, de, pelo menos, um período de frescor Forte.

Além de concentrar a maior soma de registros de anomalias positivas ≥ 5 dias, os meses de março e de agosto também concentram a maior frequência de períodos de calor Forte, com oito registros cada. Destaca-se que os meses de fevereiro e de abril registram o segundo maior montante de períodos de calor Forte. Já os períodos de frescor Forte, a maior frequência se dá nos meses do verão, principalmente em dezembro e janeiro, com cinco registros cada.

Os períodos de frescor Forte não estão concentradas nos mesmos meses em que ocorre a maior soma de anomalias negativas ≥ 5 dias, isto é, nos meses de março e de abril. Isso revela que grande parcela das anomalias negativas ≥ 5 dias desses meses se configuram como períodos de frescor Moderado.

Classificação dos períodos térmicos extremos do ar

Com objetivo de indicar os períodos térmicos mais extremos, apresentam-se a seguir os Períodos de calor e de frescor Forte de maior magnitude registrado nas séries das anomalias das temperaturas máximas e mínimas do ar do período de 1974 a 2009.

A Tabela 1 mostra os dez maiores eventos térmicos da série investigada, classificados quanto ao maior valor de intensidade térmica, isto é, o pico da anomalia térmica.

Na Tabela 1, consta também o comprimento da anomalia, com sua respectiva data de ocorrência e os valores de amplitude e intensidade térmica, este em destaque e com registro de data de ocorrência.

Observa-se na Tabela 1 que o grau de intensidade dos picos térmicos dos períodos de frescor Forte é bem mais elevado do que os períodos de calor Forte. O período de calor Forte de maior gravidade térmica da série 1974 – 2009 ocorreu entre os dias 01 a 18/07/1998, com pico térmico de 3,9°C (14/07/1998), e o período de frescor Forte de maior gravidade, entre os dias 13 e 15/10/1989, com pico térmico de -6,3°C (15/10/1989).

De modo geral, os períodos térmicos mais intensos duram mais de 15 dias e podem persistir o mês inteiro para as anomalias negativas, embora haja ocorrências de duração de três dias, como mostra a Tabela 1.

No que se refere à ocorrência mensal, observa-se que, dos dez períodos de calor Forte, oito ocorreram nos meses de abril e agosto (quatro eventos em cada mês). Os períodos de frescor Forte aconteceram, principalmente, nos meses do verão.

Ao comparar a intensidade dos maiores picos térmicos das anomalias identificados para Fortaleza, cidade situada a 03° 44' Latitude Sul, com os maiores picos térmicos das anomalias das temperaturas extremas do ar identificados para a cidade de Santa Maria - RS, situada a 29° 07' Latitude Sul, cujos valores históricos de gravidade térmica registrados foram de 12,7°C e de -15,3°C, respectivamente para as

anomalias positivas e negativas (Firpo, 2008), fica claro o papel da latitude como controle climático de primeira ordem para o estabelecimento da intensidade dos padrões térmicos de uma determinada região.

Tabela 1. Classificação dos dez maiores períodos térmicos extremos do ar em Fortaleza, 1974 a 2009.

Classificação	PERÍODOS DE CALOR FORTE			PERÍODOS DE FRESCOR FORTE		
	Duração	Amplitude	Intensidade	Duração	Amplitude	Intensidade
1º	18 dias (1 a 18/07/1998)	3,2°C	3,9°C (14/07/1998)	3 dias (13 a 15/10/1989)	- 6,3°C	- 6,4°C (15/10/1989)
2º	6 dias (3 a 8/08/1999)	3,1°C	3,8°C (4/08/1999)	24 dias (1 a 24/12/1999)	- 4,6°C	- 5,4°C (22/12/1999)
3º	3 dias (1 a 3/08/1996)	3,5°C	3,6°C (1/08/1996)	6 dias (26 a 31/12/1999)	- 3,6°C	- 5,3°C (28/12/1999)
4º	5 dias (8 a 12/01/2007)	2,8°C	3,4°C (9/01/2007)	16 dias (15 a 31/01/1975)	- 4,9°C	- 5,1°C (20/01/1975)
5º	16 dias (1 a 16/04/2007)	2,6°C	3,4°C (6/04/2007)	31 dias (1 a 31/12/1997)	- 4,8°C	- 4,9°C (21/12/1997)
6º	24 dias (1 a 24/04/1998)	2,9°C	3,2°C (16/04/1998)	31 dias (1 a 31/01/2000)	- 4,3°C	- 4,9°C (5/01/2000)
7º	13 dias (1 a 13/08/1998)	2,9°C	3,2°C (1/08/1998)	5 dias (24 a 28/02/1990)	- 4,3°C	- 4,8°C (28/02/1990)
8º	8 dias (19 a 26/08/2008)	2,6°C	3,1°C (25/08/2008)	12 dias (20 a 31/12/1989)	- 4,5°C	- 4,7°C (25/12/1989)
9º	3 dias (10 a 12/04/1994)	2,1°C	3,1°C (11/04/1994)	21 dias (1 a 21/01/1995)	- 4,0°C	- 4,7°C (8/01/1995)
10º	21 dias (10 a 30/04/1981)	2,8°C	3,0°C (16/04/1981)	31 dias (1 a 31/05/1999)	- 3,7°C	- 4,7°C (28/05/1999)

Assim, do ponto de vista meteorológico, é indiscutível a influência da latitude nos padrões de intensidade das temperaturas extremas do ar. Todavia, é fundamental levar em consideração que os eventos de natureza térmica extrema, independentemente da latitude do lugar, só possa se configurar como um fenômeno de onda de calor ou de onda de frio, caso haja efeitos negativos na saúde da população, principalmente, para a população idosa portadora de doenças cardíacas, grupo etário mais vulnerável aos eventos térmicos extremos do ar.

Conclusões

Os períodos térmicos extremos ocorridos entre 1974 e 2009 em Fortaleza somam 69 eventos. Desse quantitativo, 39 são períodos de calor Forte, dos quais 36 possuem duração ≥ 5 dias, e 30 são períodos de frescor Forte, com 28 períodos de duração ≥ 5 dias.

Dessa forma, os períodos de calor e frescor Forte em Fortaleza ocorreram com mais frequência no intervalo ≥ 5 dias, sobretudo para as anomalias térmicas positivas.

Os períodos de calor Forte ocorreram depois dos anos de 1970, mais precisamente, depois de 1980, e tornaram-se mais frequentes nas décadas posteriores da série, em especial, para as anomalias ≥ 5 dias. Os períodos de calor Forte de mais intensidade térmica da série ocorreram nas décadas de 1990 e 2000, e os

períodos de frescor Forte ocorreram em diferentes anos das décadas de 1970, 1980 e 1990, com apenas um registro no ano 2000.

Os meses de março e de agosto concentram a maior soma de registros de anomalias positivas ≥ 5 dias e a maior frequência de períodos de calor Forte da série de 1974 a 2009, enquanto que os meses do verão, principalmente dezembro e janeiro, concentram o maior número de períodos de frescor Forte da série.

Verificou-se também que os picos dos períodos de frescor Forte de maior gravidade térmica têm intensidade mais elevada do que os picos dos períodos de calor Forte de maior gravidade.

Por fim, esta pesquisa revelou um registro histórico de periodicidade decenal das anomalias das temperaturas extremas do ar ocorridas na cidade de Fortaleza, o que poderá subsidiar análises comparativas com registros de outras regiões de baixa latitude, em especial, cidades de clima equatorial tropical. Os resultados encontrados nesta pesquisa também muito podem contribuir com o desenvolvimento de estudos no campo da Climatologia Urbana e da Bioclimatologia Humana na cidade de Fortaleza.

Referências

Basara, J.B., Basara, H.G., Illston, B.G., Crawford, K.C., 2010. The impact of the urban heat island during an intense heat wave in Oklahoma city. *Advances in Meteorology* [online] 2010.

- Disponível:
<http://www.hindawi.com/journals/amete/2010/230365/>. Acesso: 26 mar. 2011.
- Besancenot, J.P., 2001. *Climat et santé*, 1 édit. Presses Universitaires de France - PUF, Paris.
- Besancenot, J.P., 2002. Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines. *Environnement, Risques & Santé* 1, 229-240.
- Ferreira, A.G., Mello, N.G.S., 2005 Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia* 1, 15-28.
- Firpo, M.A.F., 2008. *Climatologia das ondas de frio e de calor para o Rio Grande do Sul e sua relação com El Niño e La Niña*. Dissertação (Mestrado). Pelotas, UFPEL.
- Funari, F.L., 2006. *O Índice de Sensação Térmica Humana em função dos tipos de tempo na Região Metropolitana de São Paulo*. Tese (Doutorado). São Paulo, USP.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. *Normais Climatológicas do Brasil (1961-1990)*. Brasília.
- Jáuregui, E., 2009. *The heat spells of Mexico City*. *Investigaciones Geográficas* [online] 70. Disponível:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112009000300005&script=sci_arttext. Acesso: 9 maio 2011.
- Jiménez, J.D., Gil, C.L., Herrera, R G., 2005. Impacto de las temperaturas extremas en la salud pública: futuras actuaciones. *Revista Española Salud Pública* [online] 79. Disponível:
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S113557272005000200004&lng=pt&nrm=iso&tlng=es. Acesso: 9 maio 2011.
- Maia, L., 1996. Alterações climáticas na região de Fortaleza causada por fatores naturais e antrópicos. *Revista de Geologia UFC* 9, 111-121.
- Meehl G.A., Tebaldi, C., 2004. More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science* [online] 305. Disponível:
<http://science.sciencemag.org/content/305/5686/994.full>. Acesso: 10 jun. 2011.
- Moura, M.O., Zanella, M.E., Sales, M.C.L., 2008. Ilhas térmicas na cidade de Fortaleza/CE. *Boletim Goiano de Geografia* [online] 28. Disponível:
[https://www.revistas.ufg.br/index.php?journal=bgg&page=article&op=view&path\[\]=5718&path\[\]=4523](https://www.revistas.ufg.br/index.php?journal=bgg&page=article&op=view&path[]=5718&path[]=4523). Acesso: 17 dez. 2012
- Moura, M.O., Zanella, M.E., 2012. Escolha de 'Anos-Padrão' para o estudo do conforto térmico em Fortaleza, CE: verificação de critérios. *Revista GEONORTE* [online] 1. Disponível:
<http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/index.php/edicao-especial-climatologia>. Acesso: 17 dez. 2012.
- Pétalas, K.V., 2000. *Impactos sobre os parâmetros climáticos em duas áreas de Fortaleza-CE*. Dissertação (Mestrado). Fortaleza, UFCE.
- Robinson, P.J., 2001. On the definition of a heat wave. *Journal of Applied Meteorology* [online] 40. Disponível:
<http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/15200450%282001%29040%3C0762%3AOTDOAH%3E2.0.CO%3B2>. Acesso: 23 mar. 2011.
- Rusticucci, M.M., Vargas, W.M., 2001. Interannual variability of temperature spells over Argentina. *Atmósfera* [online] 14. Disponível:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_artext&pid=S018762362001000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=en. Acesso: 24 mar. 2011.
- Rusticucci, M.M., Barrucand, M., 2001. Climatología de temperaturas extremas en la Argentina-variabilidad temporal y regional. *Meteorologica* [online] 26. Disponível:
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=2799713&pid=S1850468X201500010000400003&lng=es. Acesso: 24 mar. 2011.
- WHO. World Health Organization, 2004. *Health and global environmental change (Heat-waves: risks and responses)*. Disponível:
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/96965/E82629.pdf. Acesso: 23 mar. 2011.
- Xavier, T.M.B.S., 2001. *Tempo de Chuva- estudos climáticos e de previsão para o Ceará e o Nordeste Setentrional*, ABC Editora, Fortaleza.
- Zanella, M.E., Moura, M.O., 2012. Os estudos de clima urbano no Nordeste do Brasil, in: SILVA, C.A. (Org.), *Concepções e Ensaio da Climatologia Geográfica*. Editora UFGD, Dourados, pp. 39-60.