

## **Bom Jesus do Piauí e suas flutuações na sensação térmica**

**Bom Jesus do Piauí and its fluctuations in the thermal sensation**

**Bom Jesus do Piauí y sus fluctuaciones en la sensación térmica**

Recebido: 04/11/2021 | Revisado: 12/11/2021 | Aceito: 18/11/2021 | Publicado: 28/11/2021

### **Raimundo Mainar de Medeiros**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7361-1281>  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil  
E-mail: mainarmedeiros@gmail.com

### **Romildo Morant de Holanda**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7945-3616>  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil  
E-mail: romildomorant@gmail.com

### **Manoel Viera de França**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4973-9327>  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil  
E-mail: manoelvieira.ufrpe@gmail.com

### **Luciano Marcelo Fallé Saboya**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7586-6867>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: lsaboya@hotmail.com

### **Moacyr Cunha Filho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3466-8143>  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil  
E-mail: Moacyr.cunhafo@ufrpe.br

### **Wagner Rodolfo de Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7203-0338>  
Universidade Estácio de Sá, Brasil  
E-mail: wagneraraujops@gmail.com

### **Resumo**

As condições atmosféricas e seus efeitos adversos sobre o clima regional e local, exercem fortes influências à sociedade causando stress bioclimático que afeta a saúde humana. Objetiva-se avaliar e analisar espacialmente as variabilidades da sensação térmica, seu nível de desconforto relacionando o comportamento do clima e a configuração urbana para o município de Bom Jesus Piauí. Utilizaram-se dados mensais e anuais de temperatura média máxima, mínima e da umidade relativa do ar no período de 1960 a 2018, oriundos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia, localizada na área estudada. Foi aplicado o índice de desconforto de Thom visando-se detectar as possíveis variabilidades de tendências climáticas observadas nos referidos elementos estudados, em escala local. Ficou evidenciado que no período das madrugadas a temperatura tem-se mostrado mais quente e com sensação de abafada ao passo que às tardes as flutuações térmicas permanecem estacionárias. Também foi constatado que o aumento da temperatura do ar ocorre em função da forte flutuação da tendência de aumento da temperatura mínima do ar.

**Palavras-chave:** Desconforto ambiental térmico; Planejamento; Microclima urbano/rural.

### **Abstract**

Atmospheric conditions and adverse effects on regional and local climate have a strong influence on society and have been causing bioclimatic stress conditions that affect health and human condition. The objective is to evaluate and spatially analyze the variability of the thermal sensation and its level of discomfort relating the behavior of the climate and the urban configuration for the municipality of Bom Jesus Piauí. Monthly and annual data of maximum and minimum average temperature and relative humidity in the period from 1960 to 2018, from the meteorological station of the National Institute of Meteorology, located in the studied area, were used. The Thom discomfort index was applied in order to detect the possible variability of climate trend observed in the referred elements studied, at a local scale. It was evident that in the early mornings the temperature has been warmer and with a stifling sensation, while in the afternoons the thermal fluctuations remain stationary. It was also found that the increase in air temperature is due to the strong fluctuation of the tendency to increase the minimum air temperature.

**Keywords:** Environmental thermal discomfort; Planning; Urban/rural microclimate.

### **Resumen**

Las condiciones atmosféricas y los efectos adversos sobre el clima regional y local tienen una fuerte influencia en la sociedad y han estado provocando condiciones de estrés bioclimático que afectan la salud y la condición humana. El

objetivo es evaluar y analizar espacialmente la variabilidad de la sensación térmica y su nivel de malestar relacionando el comportamiento del clima y la configuración urbana para el municipio de Bom Jesus Piauí. Se utilizaron datos mensuales y anuales de temperatura media máxima y mínima y humedad relativa en el período de 1960 a 2018, de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Meteorología, ubicada en el área de estudio. Se aplicó el índice de malestar de Thom con el fin de detectar la posible variabilidad de la tendencia climática observada en los referidos elementos estudiados, a escala local. Era evidente que en las primeras horas de la mañana la temperatura ha sido más cálida y con una sensación sofocante, mientras que en las tardes las fluctuaciones térmicas permanecen estacionarias. También se encontró que el aumento de la temperatura del aire se debe a la fuerte fluctuación de la tendencia a aumentar la temperatura mínima del aire.

**Palabras clave:** Malestar térmico ambiental; Planificación; Microclima urbano/rural.

## 1. Introdução

Freitas (2015) e Silva et al. (2015), afirmam que o crescente aumento da população urbana e a expansão acelerada das cidades, sem o devido planejamento urbano, ocasionam vários problemas socioambientais e declínio na qualidade de vida.

Matos et al. (2018) mostraram que o bem-estar e a saúde social está intimamente ligado ao clima urbano, uma vez que é influenciado pelas variáveis climatológicas, como: temperatura, umidade, velocidades, direção dos ventos e incidência da radiação solar. A concepção do conforto ambiental contribui com a qualidade de vida populacional, atuando no comportamento das pessoas e em sua saúde. Portanto, se faz necessário compreender o conforto térmico de uma determinada região visando elaborar melhores planejamentos ambiental e urbanístico, amenizando vários problemas de saúde relacionados com o conforto ambiental, (Conceição & Bitencourt, 2006).

O Índice de Desconforto Térmico (IDT) é um modelo matemático proposto por Thom (1959). Esse índice é calculado através dos elementos atmosféricos umidade relativa, temperatura do ar, assim como o índice de calor (IC), Índice de Temperatura e Umidade (ITU), levando em considerações as mesmas variáveis (Din et al., 2014). Esses índices auxiliam como parâmetros para determinar se um determinado ambiente apresenta conforto térmico para a população (Cavalcante, Anjos, Figueredo, Souza & Nogueira, 2017).

Medeiros et al. (2017) afirmaram que as atividades humanas estão ocasionando alteração da composição sobre a população, pois resultam em ilhas de calor e microclimas, gerando o desconforto químico do sistema atmosférico, sendo estas alterações registradas nos centros urbanos as que tem maior influência térmica. Santos et al. (2017) mostraram que a geometria urbana, a vegetação, níveis de umidade e propriedade térmica dos materiais das superfícies de recobrimento, associados ao aumento da temperatura do ar, influenciam diretamente no conforto térmico das áreas urbanas. Segundo ainda o autor que realizou estudo no campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco localizada no bairro de Dois Irmãos, detectaram a existência de desconforto térmico na área estudada.

Medeiros et al. (2018) levando em consideração a hipótese de que as tendências climáticas observadas em escala global estejam, também, ocorrendo no Nordeste Brasileiro (NEB) avaliaram e analisaram, temporal e espacialmente, as tendências climáticas e suas variabilidades da sensação térmica para Recife - PE, observaram que as variabilidades climáticas na temperatura e umidade em escala global e regional foram constatadas no estudo. O aumento da temperatura média foi devido à forte flutuação do aumento da temperatura mínima. Com o aumento do efeito estufa e do aquecimento do sistema climático global, regional e local, espera-se que os resultados sirvam de auxílio para planejamento de estratégias de adaptação e/ou mitigação ou ainda para extrair informações de condições climáticas favoráveis ao conforto térmico para a população.

Silva et al. (2019) analisando as flutuações da sensação térmica urbana nos anos 2008, 2011, 2012 e 2016 e seu comparativo com o período 2008-2017 para ocorrências de eventos extremos El Niño(a) e suas consequências em níveis de conforto para as condições climáticas de Caruaru. Observaram que o IDT dos respectivos anos e da série estudada manteve-se com valores próximos, com variação inferior a 1°C. Perceberam que nos meses onde se encaixa a faixa 2, onde menos de 50% da população sente o desconforto térmico.

França et al. (2020) realizaram um comparativo das variabilidades do clima e do conforto térmico para os municípios de Campina Grande, (PB), Caruaru, (PE) e Campos Sales, (CE), e observaram que os elementos meteorológicos ocasionaram aos seres vivos diferentes reações com as oscilações do tempo e clima, pois as condições climáticas incidem diretamente nos padrões de adaptação dos seres vivos. Evidenciou-se que os aspectos de importância no clima e seus comparativos, do conforto ambiental nos municípios estudados, têm flutuações na ocupação humana, animal e vegetal. Os dados utilizados e analisados, ora são benéficos para um município e ora não têm representatividade, principalmente os dados de intensidade e direção do vento para Caruaru e Campos Sales, evaporação e evapotranspiração para os três municípios.

França et al. (2018) analisaram temporal e espacialmente, as tendências climáticas, anuais, das temperaturas extremas do ar, além da inserção das médias móveis para 5 e 10 anos na área estudada. Os autores afirmam que o reflorestamento em torno dos aviários ter-se-á um resfriamento natural, o solo vai restabelecer sua umidade e contribuirão com índices de conforto às aves auxiliando a socioeconômica e alimentação da população. A temperatura mínima anual foi maior em 41,8% dos anos com tendência positiva ou negativa com níveis de significância de 10% e 5%. A possibilidade de maiores reduções nas temperaturas mínimas poderá vir a ocorrer nos próximos cinco com nível de significância de 55% de ocorrência.

Santos et al. (2012) utilizaram o IDT e relacionaram as zonas de conforto/desconforto segundo as alterações registradas nos centros urbanos. Os autores verificaram que a faixa de classificação do IDT não é apropriada para regiões tropicais úmidas.

Kozmhinsky et al. (2016) mostraram que a qualidade ambiental está pautada no modo de vida que a população almeja possuir tanto do ponto de vista individual quanto do coletivo e que está relacionada aos valores, percepções, gostos e preferências da sociedade. Do ponto de vista ambiental, o planejamento urbano é fundamental, pois contribui para gestão urbana de áreas verdes, trazendo benefícios ao microclima urbano (PAIVA et al., 2013).

Medeiros et al. (2020) estudaram as flutuações da estabilidade e/ou instabilidade para as capitais do Nordeste do Brasil, para os dados: temperatura máxima, média, mínima e amplitude térmica, umidade relativa, intensidade do vento, insolação e dos índices pluviométricos ao longo do período de 1961 a 1990. Os autores realizaram o comparativo do clima e do conforto térmico mostrando que alguns elementos meteorológicos atentam ao ser humano, animal e vegetais com distintas reações em relação às flutuações do tempo e clima, assim como também se conhecendo as características climáticas do local, adaptando a edificação ao clima, consegue-se garantir conforto aos ocupantes com o mínimo de climatização artificial, através do adequado aproveitamento das condições favoráveis e proteção contra condições extremas. Os dados utilizados e analisados ora são benéficos para uma capital e ora não tem representatividade. As oscilações da umidade relativa do ar, registradas nas capitais, quando acompanhada de temperaturas elevadas, produz um desconforto ambiental difícil de ser descrito através das reações fisiológicas, emocionais e comportamentais experimentadas pela população não proporcionando bons condicionamentos térmicos.

Na questão de desconforto térmico, existe diferentes realidades, sejam elas rurais e/ou urbanas. Esse desconforto ambiental tem sido pertinente às cidades, especialmente as localizadas em regiões de elevadas temperaturas (Brasil, 2015). Para Silva et al. (2015), as expansões das infraestruturas nas cidades brasileiras sem planejamento e de forma mais intensa com a supressão de vegetação para instalação de equipamentos urbanos, resultou em vários problemas e formação de ilhas de calor.

Nedel e Gonçalves (2008) mostraram que as oscilações da umidade relativa do ar muito alta não motivam conforto térmico humano e pode ser fator agravador de doenças respiratórias, visto o maior aparecimento de fungos em ambientes úmidos.

Tem-se como objetivo analisar temporal e pontual as oscilações da sensação térmica e o seu nível de desconforto, relacionando o comportamento do clima e a configuração urbana no período 1960-2018 para o município de Bom Jesus Piauí, bem como discutir possíveis causas.

## 2. Material e Métodos

Bom Jesus do Piauí localiza-se na latitude 09°04' sul e na longitude 44°21' oeste, com altitude de 277 metros. (Figura 1).

**Figura 1.** Posicionamento do município de Bom Jesus - PI.



Fonte: Medeiros (2020).

Segundo a classificação climática de Köppen (1928, 1931) a área estudada tem o clima “Aw”, (clima tropical com estação seca de inverno), estudos elaborados por Medeiros (2016) e Alvarez et al. (2014) vem a confirmar o respectivo tipo de clima. Devido ao acréscimo do efeito estufa, Bom Jesus Piauí vem passando por mudanças em seu clima, pois em anos que ocorre o fenômeno El Niño, sua temperatura tende a aumentar e assim apresentar sensação térmica superior aos 38 °C, além de concentrar os dias com chuvas extremas para os meses de janeiro e fevereiro. O fenômeno La Niña ao contrário, provoca maior alívio para a cidade, pois os efeitos são de aumento de incidência das chuvas e redução das temperaturas. Geralmente quando da ocorrência desse fenômeno tem-se período chuvoso de novembro a abril.

Dadas às informações climatológicas e dinâmicas do NEB a área em estudo tem seu clima controlado pelas oscilações espaço temporal da Zona de Convergência do Atlântico Sul, vestígios das frentes frias, contribuição dos vórtices ciclônicos de altos níveis, formação e intensificação das linhas de instabilidade, aglomerados convectivos, auxiliado pelos ventos alísios de sudeste, convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente, orografia, contribuição dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, umidade relativa e provocam chuvas de intensidades moderadas. (Medeiros, 2016).

Os dados médios mensais de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) referente ao período 1960-2018 foram adquiridos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020), os quais passaram pelos serviços de preenchimentos de falhas, consistência e homogeneização, sendo em seguida manuseados estatisticamente para obtenção das médias máximas e mínima mensal e anual das variáveis supracitada.

Para efetuar o cálculo do Índice de Desconforto Térmico – IDT aplicou-se o método de Thom (1959), onde o índice é em função da temperatura máxima e umidade relativa do ar. O nível de desconforto térmico para a área estudada foi avaliado através do Índice de Desconforto de Thom (IDT), calculado a partir da equação:

$$IDT = Ta - (0,55 - 0,0055 \cdot UR) \cdot (Ta - 14,5) \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

Ta = temperatura do ar (°C) e

UR = umidade relativa do ar (%).

A caracterização térmica ambiental estudada foi com base em Silva et al. (2006) e Giles et al. (1990), sendo o IDT empregado como parâmetro definidor das condições de (des)conforto térmico, (Tabela 1).

**Tabela 1** - Faixa de classificação do Índice de Desconforto de Thom (IDT).

Faixas	IDT (°C)	Nível de desconforto Térmico
1	IDT < 21	Sem desconforto
2	21 ≤ IDT < 24	Menos de 50% da população sente desconforto
3	24 ≤ IDT < 27	Mais de 50% da população sente desconforto
4	27 ≤ IDT < 29	A maioria da população sente desconforto
5	29 ≤ IDT < 32	O desconforto é muito forte e perigoso
6	IDT ≥ 32	Estado de emergência médica

Fonte: Giles et al. (1990).

Assim, utilizou-se a metodologia de Steadman (1979) para calcular o índice de calor (Equação 2), fórmula é descrita pela equação abaixo, onde IC é o índice de calor, o T é a temperatura em °C e UR é a umidade relativa do ar em %:

#### Equação 2:

$$IC = -42,379 + 2,04901523 \cdot T + 10,14333127 \cdot UR - 0,22475541 \cdot T \cdot UR - 6,83783 \cdot 10^{-3} \cdot (T)^2 - 5,481717 \cdot 10^{-2} \cdot (UR)^2 + 1,22874 \cdot 10^{-3} \cdot (T)^2 \cdot UR + 8,5282 \cdot 10^{-4} \cdot T \cdot (UR)^2 - 1,99 \cdot 10^{-4} \cdot (T)^2 \cdot (UR)^2$$

O Índice de Temperatura e Umidade (Equação 3) é aplicada para medir o “stress” em ambiente urbano (Barbirato, Souza & Torres, 2007). A formula é demonstrada pela seguinte equação:

#### Equação 3:

$$ITU = 0,8 \cdot T + (UR \cdot T) / 500$$

ITU é o índice de desconforto térmico, T é a temperatura em °C e UR é a umidade relativa do ar em %.

### 3. Resultados e Discussões

Os cálculos da sensação térmica para os valores da temperatura máxima do período de 1960-2018, utilizando-se o IDT, demonstraram valores superiores a 32°C (Tabela 2), evidenciando que a população deve utilizar vários artifícios como roupa leve, uso de chapéu, de protetor solar e evitar exposições prolongadas a longos períodos de sol, desta forma utilizando-se do seu bem-estar durante os dias do ano, que de acordo com a classificação é considerado como de desconforto muito forte e perigoso e de estado de emergência médica, principalmente entre os meses de setembro a novembro que são os maiores índices térmicos, destaca-se ainda os anos de 2014, 2015 e 2018 que superaram os valores térmicos entre os meses de janeiro a agosto.

**Tabela 2** - Sensação térmica da temperatura máxima no período de 1960-2018 em Bom Jesus PI.

ANO/MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
1960	39,4	39,3	38,9	39,1	39,1	38,8	38,3	38,9	40,4	41,1	40,4	39,5	39,5
1961	37,2	36,7	36,8	36,8	37,4	37,2	37,4	38,7	40,1	39,5	38,9	37,9	38,0
1962	38,7	38,3	38,4	39,0	39,2	38,8	38,6	39,0	41,5	41,2	39,7	38,7	39,3
1963	38,3	37,8	38,3	38,5	39,3	38,9	38,5	38,9	40,2	40,9	39,4	38,6	39,0
1964	39,7	39,7	39,2	39,4	39,7	39,4	39,1	39,6	41,0	41,5	41,2	39,8	40,0
1965	37,5	37,0	36,8	37,3	38,4	37,9	37,8	38,3	40,8	40,2	38,6	38,0	38,3
1966	38,3	38,0	37,9	38,2	38,8	38,5	38,3	38,9	40,7	40,6	39,6	38,6	38,9
1967	39,8	39,6	39,6	39,8	40,2	39,8	39,5	40,0	41,7	41,9	41,6	40,1	40,4
1968	37,2	36,9	36,7	37,2	37,7	37,4	37,4	38,3	39,8	39,5	38,0	37,5	37,9
1969	39,9	40,1	40,0	39,8	40,2	39,8	39,5	39,8	41,1	41,9	41,5	40,3	40,4
1970	38,4	39,0	38,3	38,7	39,1	38,8	38,5	39,0	40,4	40,9	40,4	39,2	39,3
1971	37,2	36,5	37,1	37,5	37,8	39,2	39,8	38,2	40,0	40,3	38,6	39,2	38,5
1972	38,1	37,3	37,2	37,6	37,8	38,0	37,4	38,3	39,9	39,4	38,6	37,9	38,2
1973	39,6	39,1	38,3	37,9	38,0	39,1	38,5	39,4	40,5	38,7	40,9	37,0	39,0
1974	35,9	35,9	36,0	36,5	36,1	35,3	34,4	37,5	39,8	39,7	37,3	36,1	36,8
1975	37,4	37,5	36,6	37,4	37,3	36,7	35,8	37,4	39,2	39,5	38,8	38,4	37,8
1976	38,9	36,8	38,5	38,2	39,9	40,2	39,1	39,4	39,7	38,7	37,3	38,3	38,8
1977	37,1	36,4	37,4	36,9	36,9	37,0	36,6	38,8	39,5	40,1	40,4	37,5	38,0
1978	38,3	37,2	35,7	37,0	36,0	35,1	37,1	37,6	39,2	39,8	38,9	35,9	37,4
1979	36,1	36,0	38,5	37,3	37,0	35,1	37,7	38,6	40,5	41,0	38,7	38,9	38,1
1980	37,4	35,4	38,4	38,5	39,3	38,2	38,2	38,8	40,3	41,2	38,7	35,4	38,5
1981	36,4	39,7	37,8	36,4	35,7	36,2	35,7	37,2	38,9	39,9	38,5	40,6	37,9
1982	36,7	38,3	38,1	38,0	37,7	37,6	37,2	38,3	38,5	40,1	40,3	40,4	38,5
1983	40,4	39,6	40,4	41,3	43,6	42,1	41,1	40,1	42,0	42,6	41,8	38,8	41,3
1984	38,3	38,4	36,0	36,0	37,7	37,4	36,9	38,9	38,4	40,2	41,5	40,5	38,4
1985	39,1	38,9	38,9	38,8	39,8	39,5	39,0	39,3	40,4	41,0	41,4	40,4	39,8
1986	37,1	36,9	36,1	36,3	37,1	35,6	37,4	37,8	39,4	39,2	41,2	39,8	37,9
1987	39,0	41,5	37,8	38,1	39,0	40,2	40,4	39,8	41,1	43,2	41,7	38,9	40,2
1988	37,6	37,5	37,0	38,0	38,5	37,1	36,8	37,3	39,6	40,0	41,7	37,2	38,3
1989	38,1	37,1	36,8	37,0	36,0	37,1	37,6	38,9	40,5	39,7	38,9	38,4	38,1
1990	38,6	38,0	38,1	38,1	38,7	38,1	37,8	38,8	40,2	38,9	39,7	38,5	38,7
1991	37,2	39,0	37,9	38,9	39,0	38,6	37,8	37,8	39,6	40,7	39,4	37,8	38,7
1992	39,8	35,8	39,1	39,1	39,5	38,2	37,8	39,3	40,4	41,4	39,3	37,7	39,0
1993	37,9	38,8	38,2	39,0	39,4	38,2	39,1	39,2	39,6	38,3	40,0	39,7	39,0
1994	38,6	37,6	38,4	39,0	40,6	41,4	37,8	38,6	39,9	40,1	39,7	38,4	39,2
1995	39,3	37,4	39,8	40,5	41,6	39,5	40,5	40,2	42,8	42,6	40,4	38,0	40,4
1996	37,7	38,0	36,6	36,9	37,3	37,5	37,1	38,5	38,7	37,9	37,0	37,4	37,6
1997	36,0	36,5	36,2	36,3	36,0	37,3	37,7	40,7	43,0	41,9	41,6	39,5	38,6
1998	39,8	39,4	39,8	41,3	40,6	40,5	40,1	41,7	44,0	43,3	40,4	39,5	40,9
1999	38,4	37,7	37,0	38,6	38,3	39,2	38,5	39,0	41,0	40,8	39,8	37,9	38,9
2000	38,2	39,1	36,9	38,0	38,6	38,2	39,2	39,1	40,0	40,6	38,0	37,2	38,7
2001	38,6	39,1	40,3	40,9	42,4	40,7	41,3	40,6	43,3	41,7	39,5	42,0	40,9
2002	39,5	44,0	39,1	39,9	39,1	43,9	42,6	41,3	41,5	43,2	41,0	38,9	41,3
2003	39,2	40,7	40,0	41,7	41,0	42,2	41,3	40,4	41,4	42,4	43,0	43,1	41,5
2004	39,7	39,9	39,8	41,5	41,6	40,8	42,4	45,5	46,0	43,7	42,8	40,6	42,1
2005	39,0	38,7	37,3	39,0	40,4	41,1	41,2	43,2	45,5	46,5	46,8	44,8	42,6
2006	38,0	45,3	44,9	36,5	40,4	41,5	38,3	39,4	42,4	39,6	35,5	37,8	40,0
2007	37,8	38,5	34,0	31,4	39,3	32,2	33,6	33,9	35,3	37,6	37,1	36,9	35,6
2008	36,4	37,2	36,3	38,4	39,3	38,2	36,7	36,8	38,5	38,7	38,1	37,9	37,7
2009	37,9	37,8	38,4	37,8	38,5	38,6	38,1	37,6	38,4	43,9	38,3	38,0	38,6
2010	38,3	39,1	38,9	39,2	38,8	39,0	38,8	40,1	40,5	40,0	39,3	38,2	39,2
2011	38,4	38,0	38,3	38,9	40,3	39,2	38,4	39,7	41,6	39,1	39,4	40,3	39,3
2012	39,3	39,2	38,4	37,7	37,3	37,8	37,5	37,4	39,4	40,5	38,4	39,7	38,6
2013	39,4	38,8	38,8	38,3	38,1	37,4	37,3	37,9	38,8	40,3	40,8	39,4	38,8
2014	41,2	39,8	37,9	37,3	38,2	38,4	38,7	39,2	39,2	39,8	38,0	37,2	38,7
2015	40,0	40,2	39,9	40,6	39,2	39,8	39,7	38,4	40,6	41,4	44,8	42,1	40,6
2016	38,6	41,3	42,4	42,5	39,8	38,9	39,3	38,8	40,1	39,3	41,7	40,4	40,3
2017	39,1	35,9	37,6	38,8	38,4	39,3	37,6	38,8	41,9	45,4	41,2	41,3	39,7
2018	40,5	37,2	38,6	37,1	39,8	38,2	38,7	39,7	41,0	41,1	40,1	40,0	39,4

Fonte: Medeiros (2020).

De acordo com o índice da sensação térmica da temperatura máxima do período de 1960-2018 em Bom Jesus PI, como de desconforto muito forte e perigoso e estado de emergência médica foi classificado como 5 e 6 segundo os limites

formulados por Giles et al. (1990), sendo considerado desconforto fortíssimo e perigoso. Os valores altos de temperatura do ar podem acarretar em problemas graves de saúde pelo aumento do metabolismo celular do organismo, como também a produção de calor, fazendo com que o organismo comece a apresentar problemas de saúde, como exemplo, alteração na respiração e frequência cardíaca, (Santos, Amorim & Barros, 2015).

A Tabela 3 foi obtida a partir de cálculos da sensação térmica para os valores da temperatura mínima do período de 1960-2018 em Bom Jesus PI foi com base no Índice de Desconforto de Thom (IDT).

**Tabela 3 - Sensação térmica da temperatura média mínima no período de 1960-2018 em Bom Jesus PI.**

ANO/MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
1960	22,4	22,5	22,3	22,3	21,4	20,3	20,0	20,6	22,1	22,2	22,5	22,2	21,7
1961	22,8	22,9	22,8	22,5	21,1	19,6	19,5	20,6	22,6	21,7	23,2	22,7	21,8
1962	22,5	22,5	22,4	22,3	21,3	20,0	19,8	20,7	22,5	22,2	22,6	22,4	21,8
1963	21,7	21,7	21,2	21,5	21,2	20,7	20,5	20,4	21,3	21,7	21,7	21,4	21,2
1964	22,6	22,6	22,4	22,4	21,6	20,4	20,2	20,8	22,3	22,3	22,7	22,4	21,9
1965	22,1	22,2	22,4	22,0	24,8	20,9	32,8	32,4	22,5	21,6	22,2	21,9	24,1
1966	22,3	22,3	22,2	22,1	23,5	20,3	22,2	22,6	22,2	21,9	22,4	22,1	22,2
1967	23,1	23,2	23,0	22,9	24,3	21,0	22,9	23,2	22,8	22,6	23,4	22,9	23,0
1968	22,2	22,2	22,1	22,0	21,2	19,9	19,7	20,6	22,3	22,0	22,1	22,1	21,5
1969	22,6	22,5	22,3	22,3	21,6	20,4	20,2	20,8	22,3	22,9	22,6	22,3	21,9
1970	22,3	22,4	22,1	22,2	21,7	20,3	20,4	20,9	22,1	22,1	22,5	22,2	21,8
1971	22,9	23,4	23,8	23,7	22,9	22,4	21,3	21,2	23,4	24,8	24,1	23,1	23,1
1972	23,0	23,4	23,5	23,1	21,7	20,4	19,6	20,4	22,3	21,2	23,2	22,8	22,0
1973	23,4	24,7	24,4	23,5	22,5	22,3	21,8	22,2	21,9	22,3	22,6	22,6	22,8
1974	22,3	23,3	23,9	24,1	21,7	19,0	17,8	19,8	22,4	24,2	22,8	22,2	21,9
1975	23,1	23,2	24,1	24,1	22,0	20,5	20,0	20,5	22,5	23,4	22,6	23,2	22,4
1976	21,9	22,8	23,0	22,8	22,2	19,8	19,9	20,2	22,6	23,1	23,3	22,9	22,0
1977	24,0	23,4	24,0	24,7	23,1	21,6	20,7	21,8	24,3	25,1	23,9	23,7	23,3
1978	23,6	23,5	24,5	23,4	23,2	22,1	20,1	19,8	19,6	24,2	24,0	23,2	22,5
1979	23,1	23,7	23,5	23,1	21,2	18,6	19,0	20,5	22,9	24,5	23,3	23,1	22,2
1980	23,1	23,4	22,2	22,3	21,5	19,8	19,0	19,9	22,5	23,5	23,3	21,9	21,8
1981	23,3	24,4	23,3	21,4	18,4	18,3	17,0	19,0	20,5	22,2	22,7	22,2	21,0
1982	22,3	21,6	21,8	21,2	19,5	19,5	18,3	19,8	22,5	21,3	21,5	21,7	20,9
1983	21,5	20,1	18,3	17,3	15,9	12,6	18,0	20,2	23,6	26,4	25,7	24,0	20,4
1984	23,6	24,0	24,2	24,1	21,8	20,4	21,1	22,2	24,0	25,0	24,7	25,0	23,3
1985	22,9	23,2	23,2	22,8	21,4	20,0	19,9	20,8	22,7	22,2	23,4	23,1	22,1
1986	23,6	22,8	22,6	23,0	20,7	18,3	19,5	19,7	22,5	23,1	23,4	22,6	21,8
1987	22,3	23,3	23,9	22,6	21,8	22,7	25,2	25,0	26,1	24,5	21,4	22,6	23,5
1988	22,6	23,0	22,5	23,3	22,9	21,6	20,8	21,4	23,1	24,7	25,3	25,3	23,0
1989	25,6	25,8	25,8	25,2	25,0	24,2	23,5	22,2	22,5	22,2	22,9	23,1	24,0
1990	22,6	22,2	22,4	22,7	22,7	20,5	20,9	21,5	22,7	22,3	23,4	23,0	22,2
1991	23,3	22,3	22,8	22,2	22,2	20,5	17,0	20,4	21,7	23,5	23,3	23,7	21,9
1992	23,8	23,5	23,2	23,6	21,4	21,3	20,3	20,9	23,6	24,4	22,9	22,6	22,6
1993	22,6	23,7	22,7	22,6	23,0	21,3	19,2	22,0	22,3	22,2	23,4	24,2	22,4
1994	23,8	23,5	23,9	24,0	23,3	23,4	20,0	20,9	22,7	22,3	23,3	23,1	22,9
1995	23,2	23,1	23,6	24,3	23,5	18,4	20,5	21,7	23,2	22,9	20,7	22,5	22,3
1996	23,2	23,4	22,0	21,7	20,4	18,4	17,8	18,9	21,7	21,1	17,8	19,0	20,4
1997	16,8	17,4	16,8	15,5	17,4	17,1	17,5	20,8	21,3	22,3	22,1	21,6	18,9
1998	21,6	21,5	21,8	22,2	20,6	19,6	20,7	21,3	22,2	22,6	21,3	21,4	21,4
1999	20,4	20,1	18,8	21,0	20,5	19,7	19,2	18,3	21,0	20,3	19,6	16,7	19,6
2000	18,3	16,9	16,9	19,6	19,3	18,8	19,1	19,5	21,0	21,7	19,8	18,7	19,2
2001	19,0	20,2	20,9	19,5	20,2	19,4	20,9	20,5	22,1	21,5	22,3	21,1	20,7
2002	20,8	22,2	20,6	21,5	21,2	21,9	21,0	21,7	21,8	22,3	23,6	21,6	21,7
2003	22,5	21,3	21,4	23,4	22,5	22,2	21,5	22,6	22,8	22,9	23,1	22,8	22,5
2004	22,9	21,5	20,9	21,2	21,5	20,4	20,8	21,2	21,9	21,5	20,8	21,3	21,3
2005	22,4	19,7	19,1	22,3	22,5	21,8	21,2	21,4	22,5	22,8	22,6	22,4	21,8
2006	23,1	24,1	24,3	23,1	21,4	20,3	22,8	22,4	23,0	22,5	21,3	23,0	22,6
2007	22,9	22,4	20,2	20,8	21,2	20,8	19,9	19,8	21,1	21,1	20,6	20,4	20,9
2008	20,4	20,4	19,7	20,3	21,3	20,9	19,7	19,2	19,5	19,1	19,5	18,4	19,9
2009	19,4	19,0	19,0	19,3	19,2	19,0	18,5	18,3	19,2	22,2	18,9	18,7	19,2
2010	19,1	19,8	20,5	19,4	19,8	19,6	20,1	19,5	22,3	20,4	21,1	21,2	20,2
2011	21,1	20,7	20,1	21,3	21,2	18,8	17,8	18,4	20,5	20,9	20,7	21,2	20,2
2012	21,8	21,2	22,1	22,1	21,5	21,5	21,0	21,0	21,7	23,2	22,3	22,5	21,8
2013	21,6	22,6	22,3	22,7	22,3	21,9	21,4	21,0	21,7	22,5	22,7	22,5	22,1
2014	22,5	21,6	19,8	17,8	17,7	17,7	18,1	17,9	18,2	18,5	17,8	17,8	18,7
2015	17,0	20,6	19,9	19,7	19,8	20,2	22,5	22,5	23,1	22,7	24,4	26,2	21,6
2016	22,2	24,0	24,1	24,7	24,2	22,8	22,6	22,6	22,1	23,8	24,0	23,9	23,4
2017	22,1	23,3	23,5	23,4	22,2	19,7	22,4	22,6	22,6	24,1	23,7	23,9	22,8
2018	23,4	23,1	23,8	24,2	23,4	23,7	23,3	23,3	23,0	23,6	23,4	23,8	23,5

Fonte: Medeiros (2020).

Os valores do IDT encontradas na Tabela 3, para a variabilidade da sensação térmica da temperatura mínima do período de 1960-2018 no município em Bom Jesus Piauí. Com esta variabilidade da sensação térmica diária, mensal e anual quando deve-se ser tomar cuidados redobrados nos recém-nascidos e terceira idade, visto que são mais sensíveis às doenças como: Gripes, resfriados, alergias, bronquites, diarreias entre outras.

Na Tabela 4 destaca-se faixa 3 (três) como a de maior ocorrência registrada em todos os meses; a faixa 2 (dois) concentra-se entre os meses de junho a dezembro com moderada a fraca fluatibilidade; as faixas 1 (um) e 4 (quatro) ocorrem em meses isolados e suas flutuações são bastante reduzidas. Estas flutuações têm similaridade com o estudo de Medeiros et al. (2016).

**Tabela 4** - Resumo dos resultados obtidos no cálculo da sensação térmica da temperatura média mínima do período de 1960-2018 em Bom Jesus PI.

Faixa/meses	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
1													
2													
3													
4													
5													
6													

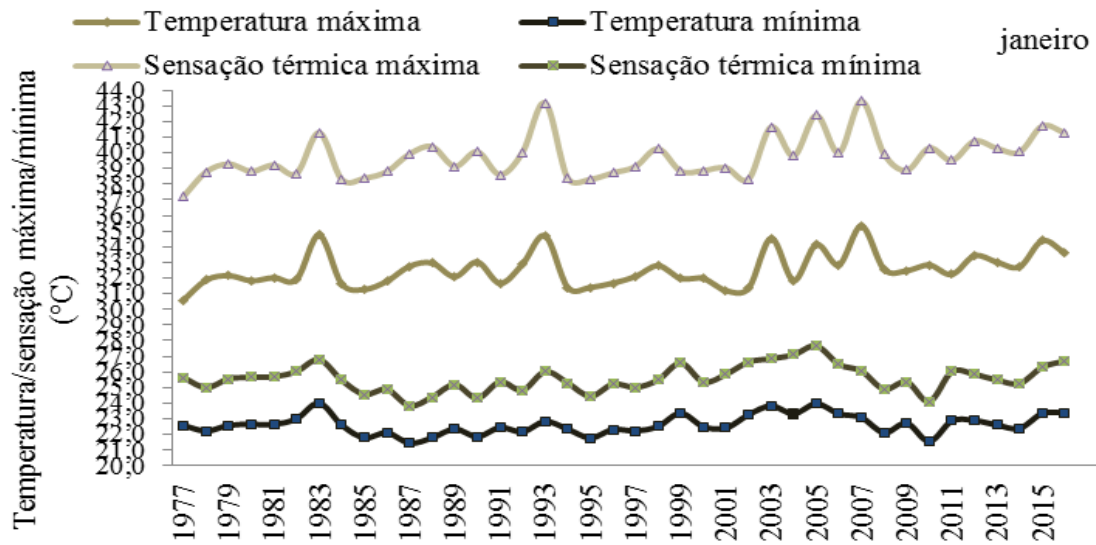
Legenda: 1 – Sem desconforto; 2 - Menos de 50% da população sente desconforto; 3 - Mais de 50% da população sente desconforto; 4 - A maioria da população sente desconforto; 5 - O desconforto é muito forte e perigoso. 6 - Estado de emergência médica.  
Fonte: Medeiros (2020).

Na Figura 2 observa-se que a temperatura média máxima variou entre 30,3 °C e 35,1 °C, com a variabilidade da sensação térmica ficando entre 37 °C e 43 °C. As flutuações das temperaturas e sensação térmica no mês em estudo apresentaram menores amplitudes. Destacam-se os anos de 1983, 1993, 1999, 2005, 2015 e 2016 com flutuações acima da normalidade. Entre os anos de 1978, 1987, 1995 e 2010 registraram-se reduções nas temperaturas mínimas e suas respectivas sensações.

Os anos considerados acima, para a temperatura e sensação térmica, tiveram seus fatores climáticos alterados por ausência de precipitações, pouca cobertura de nuvem, altas incidências de radiação solar. Nas flutuações das temperaturas mínimas e suas sensações, os fatores climáticos atuaram com maiores variabilidades de precipitações, maiores coberturas de nuvens e como baixas incidências de radiação, pois os dias estavam em suas auroras.



**Figura 2** - Variabilidade da temperatura e da sensação térmica máxima e mínima (°C) do mês de janeiro do período 1977-2016 em Teresina-PI.

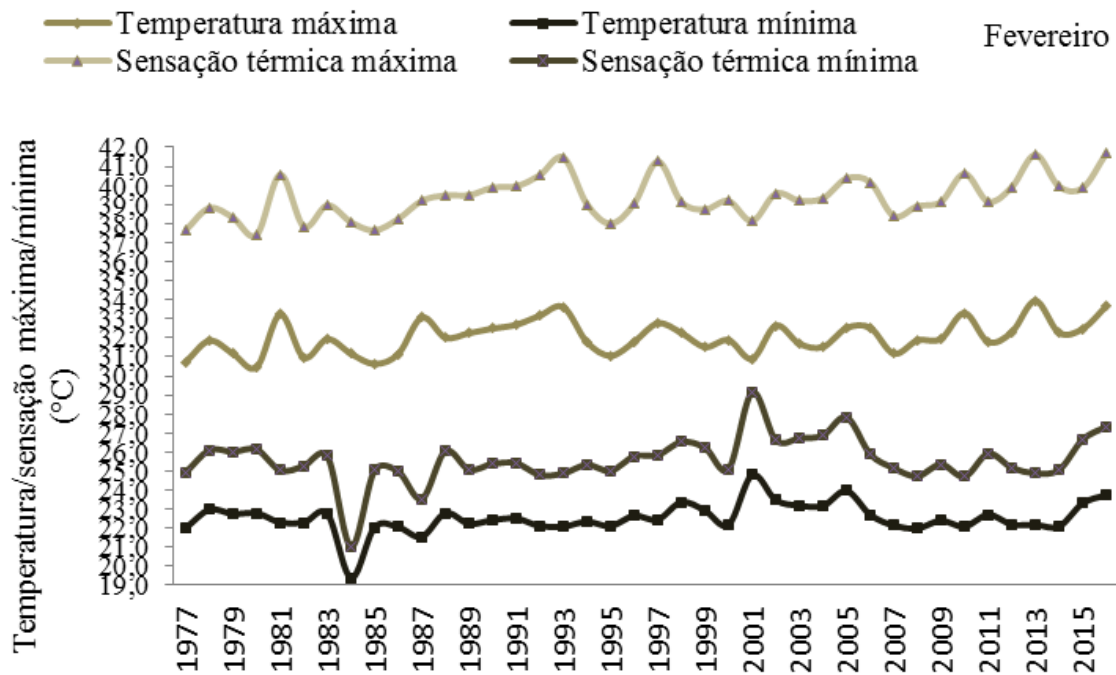


Fonte: Autores (2018).

Observa-se na Figura 3 para o mês de fevereiro, considerado como mês chuvoso, que oscilações de temperatura máxima fluem entre 30,1 °C no ano de 1980, e 34 °C nos anos de 1983, 2013 e 2016.

A menor sensação térmica mínima da máxima esta registrada nos anos de 1980, 1985, 1995 e 1999 com flutuações de 37,1 °C a 38,3 °C. As sensações máximas das máximas ocorreram nos anos de 1992, 1996, 2012 e 2016 com 42 °C. As temperaturas mínimas oscilaram entre 19 a 25,1 °C. Os anos com mínimas temperaturas foram 1977, 1984 e 1997 com 21,8°C, 19 °C e 21,9 °C, respectivamente. As temperaturas máximas das mínimas ocorreram em 1983 com 23,2°C; 1998 com 23,5 °C; 2001 com 24,8 °C e 2005 com 24,6 °C. As flutuações das sensações térmicas nos referidos anos foram de 21 °C, 19,8 °C e 29 °C, respectivamente.

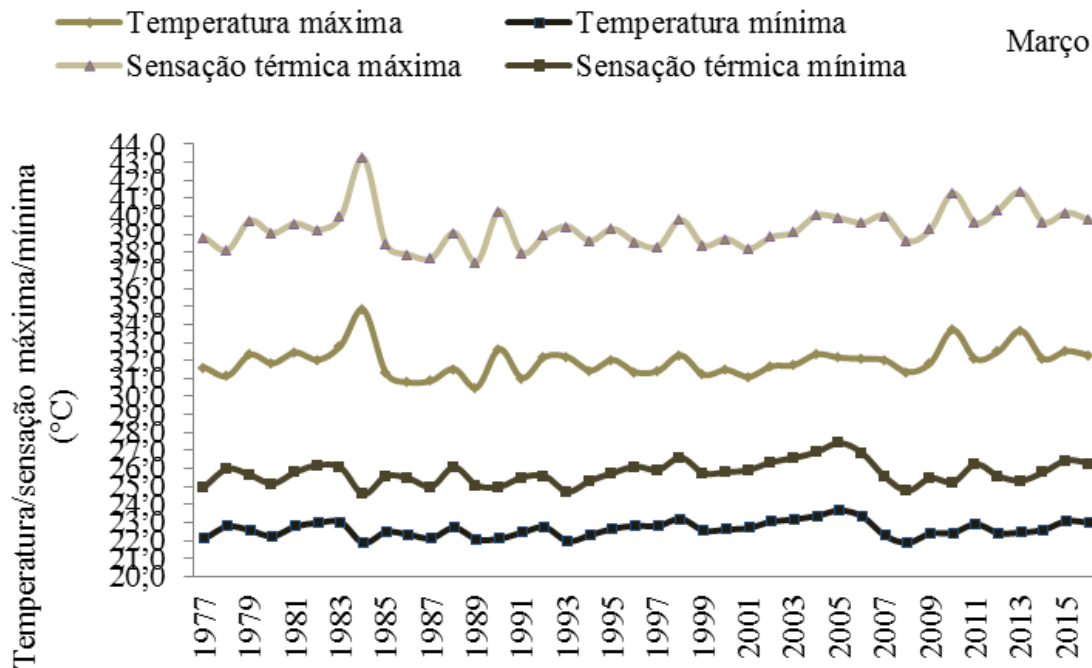
**Figura 3** - Variabilidade da temperatura e da sensação térmica máxima e mínima (°C) do mês de fevereiro do período 1977-2016 em Teresina-PI.



Fonte: Autores (2018).

As temperaturas máximas do mês de março entre o período de 1977 a 2016 (Figura 4) oscilaram de 30,2 °C a 35,3 °C. Destaca-se o período 1991-2004 com temperaturas máximas fluindo de 30,8 °C a 32,5 °C. Estas flutuações foram decorrentes do resfriamento do solo ocasionado pelas intensidades dos índices pluviométricos ocorridos no referido período. Destacam-se ainda que no período de 2010 a 2016, os aumentos registrados nas temperaturas foram decorrentes da ausência de chuvas, auxiliados pela incidência da radiação solar, variabilidade da umidade relativa do ar e a baixa intensidade do vento. Chama-se a atenção para o alto valor da temperatura máxima registrada em 1984, ano de maior seca já ocorrida no município.

**Figura 4** - Demonstrativo da temperatura e da sensação térmica máxima e mínima (°C) do mês de março do período de 1977-2016 em Teresina-PI.



Fonte: Autores (2018).

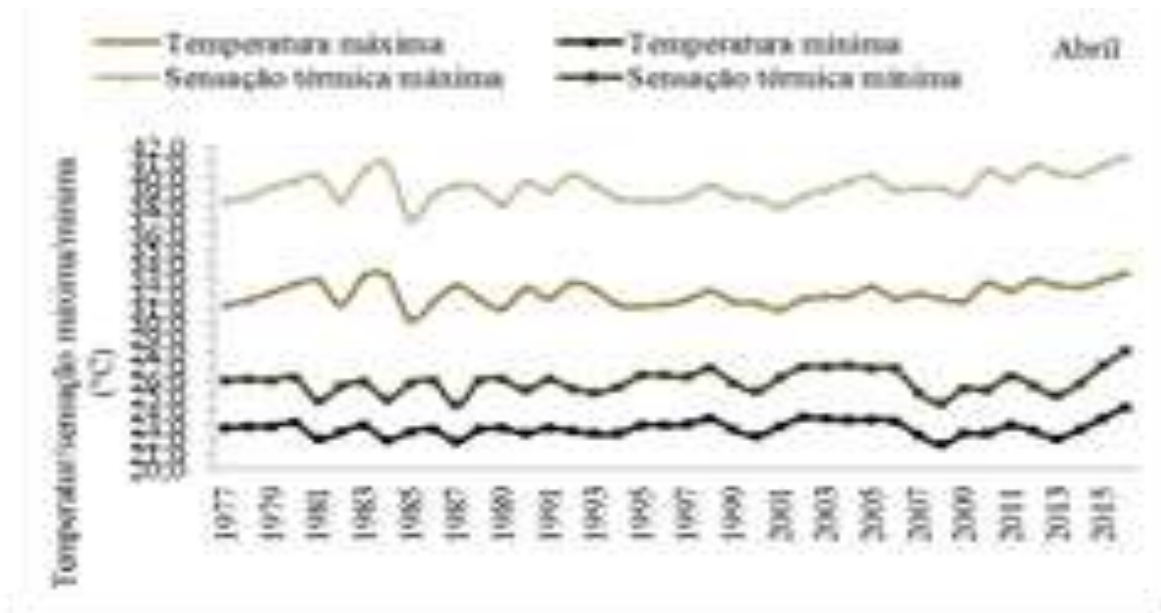
A sensação térmica da temperatura máxima oscilou de 37 °C a 43,6 °C. Estes aumentos podem estar relacionados com as taxas evaporativas após as ausências pluviais. As flutuações das temperaturas mínimas para o mês de março oscilaram de 21,8 °C nos anos de 1984, 1993; 2008 com 21,8 °C e o ano de 2005 com 24,1 °C. Salienta-se que entre os anos de 1977 a 1993 as temperaturas mínimas foram reduzidas quando comparadas ao período de 1999 a 2015.

Observando-se as flutuações das sensações térmicas da temperatura média mínima destacam-se os anos de 1994 a 2005 como de alta variabilidade, sendo os períodos de 2006 a 2016 e de 1977 a 1993 considerados como de média variabilidade de sensação térmica.

Na Figura 5 observa-se que a oscilação da temperatura máxima fluiu de 30,1 °C a 33,9 °C, destacando-se que no período de 2009 a 2016 ocorreram aumentos gradativos e nos anos 1985, 1989, 1994-1997 e 2001 registraram-se as menores flutuações deste parâmetro. As oscilações da sensação térmica da temperatura máxima evidenciaram variabilidade de 36,8 °C a 41,7 °C, enquanto que nos demais meses seguem aumentos normalizados das sensações. O mês de abril é considerado chuvoso na área de estudo e as irregularidades pluviais devem ter contribuído para esta variabilidade da temperatura e sensação térmica.

A flutuação da temperatura média mínima oscilou entre 21,9 °C e 24,9 °C. Nos anos de 1981, 1984, 1987 e 2008 ocorreu temperatura mínima de 21,9 °C, com destaque para os anos entre 2014 a 2016 com os máximos aumentos na temperatura mínima. A sensação térmica do referido parâmetro oscilou entre 24,1 °C e 28,1 °C. Os índices pluviais, a cobertura de nuvem e baixa radiação foram os elementos que contribuíram para as baixas oscilações da temperatura e sensação térmica da Figura 5.

**Figura 5** - Demonstrativo da temperatura e da sensação térmica máxima e mínima (°C) do mês de abril do período de 1977-2016 em Teresina-PI.

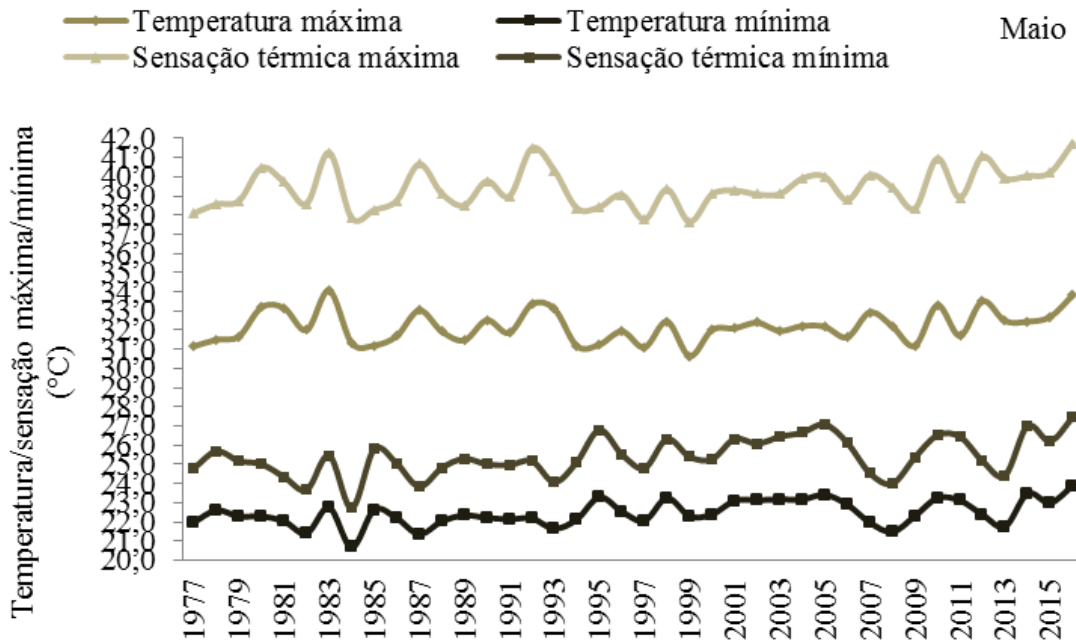


Fonte: Autores (2018).

Em maio ocorreram variações das temperaturas médias máxima fluindo entre 30,3 °C, no ano de 1999, a 34,5 °C nos anos de 1983 e 2016. Entre os anos de 2000 a 2006 as flutuações das temperaturas praticamente foram mínimas. Nos períodos de 2007 - 2016 e 1978 - 1998 ocorreram as máximas amplitudes (Figura 6). As sensações térmicas de menores oscilações ocorreram nos anos de 1977, 1984, 1997 e 1999 com 37,1 °C. As máximas sensações foram registradas nos anos de 1992 e 2016 com 42 °C. No período de 2000-2003 registraram-se sensações de 39°C.

As flutuações das temperaturas médias mínimas do período de 1977-2016 estão representadas na Figura 6, com 20,2 °C no ano de 1984 a 24,3 °C no ano de 2016. Entre os anos de 1977 a 1993 as temperaturas médias mínimas sofreram poucas variabilidades. Entre os anos de 2014-2016 suas flutuações foram elevadas. As variabilidades das flutuações de maiores índices foram registradas no período de 1993-2005.

**Figura 6** - Demonstrativo da temperatura e da sensação térmica máxima e mínima (°C) do mês de maio do período de 1977-2016 em Teresina-PI.

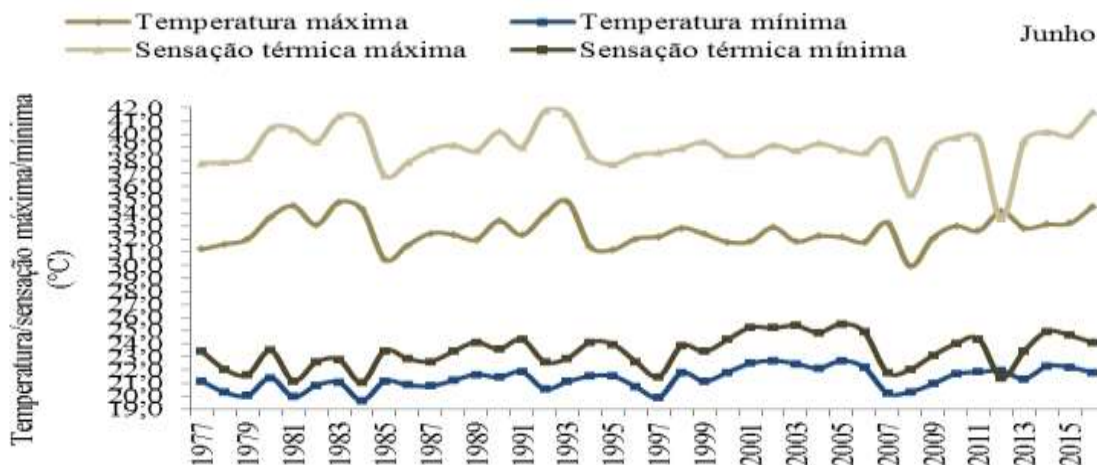


Fonte: Autores (2018).

Em junho as temperaturas médias máximas fluíram entre 29,9 °C no ano de 2009 a 35,3 °C em 1983 e 1993. Destacam-se os anos 1980, 2012 e 2016 com altas temperaturas máximas e os anos de 1977 e 1978 com baixa intensidade de temperatura (Figura 6). As intensidades das sensações térmicas foram mais elevadas pela contribuição da evaporação e evapotranspiração, apesar de que no mês estudado tem-se capacidade de campo máxima.

Houve aumentos gradativos da temperatura mínima ao longo do período 1986-2005 e variabilidade no período 2007-2016. De acordo com Marengo (2008) a temperatura mínima é a que mais vem provocando aumentos significativos e, conseqüentemente, as variações da sensação térmica elevam-se consideradamente (Figura 7).

**Figura 7** - Demonstrativo da temperatura e da sensação térmica máxima e mínima (°C) do mês de junho do período de 1977-2016 em Teresina-PI.

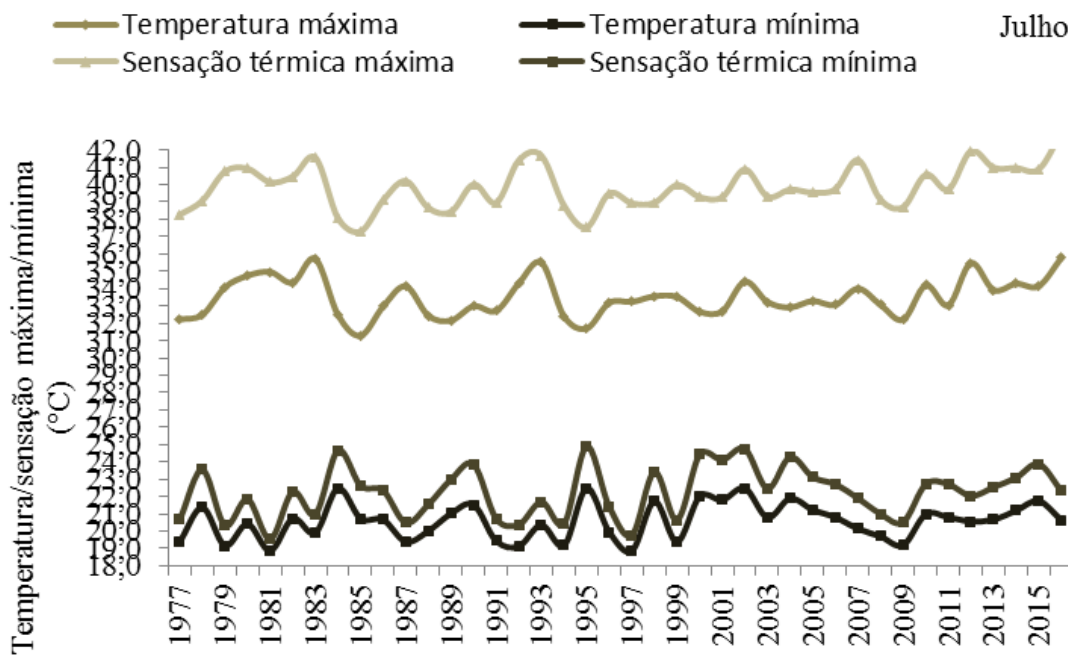


Fonte: Autores (2018).

No mês de julho (Figura 8) dos anos de 1983, 1993, 2007, 2012 e 2016 foram registradas as maiores temperaturas máximas e nos anos 1978, 1985, 1995 e 2009 ocorreram as menores temperatura mínimas. As variabilidades da sensação térmica nos anos de 1985 e 1995 foram de 37,1 °C e nos anos de 1983, 1993 e 2012 foi 41,8 °C. No ano de 1985 registrou-se a menor sensação térmica do período de estudo. Estas flutuações da sensação térmica corroboram com os estudos de Varejão (2006).

As variabilidades da temperatura médias mínima oscila entre 18,7°C nos anos 1979, 1992, 1994 e 1999 a 22,4 °C nos anos de 1984, 1995 e 2002, destacando-se os períodos 1979-1981, 1991-1994 e 2006-2009 com sensação térmica fluindo entre 19 a 21°C. No período 2000-2003 registraram-se as elevadas sensações térmicas (Figura 8).

**Figura 8** - Demonstrativo da temperatura e da sensação térmica máxima e mínima (°C) do mês de julho do período de 1977-2016 em Teresina-PI.

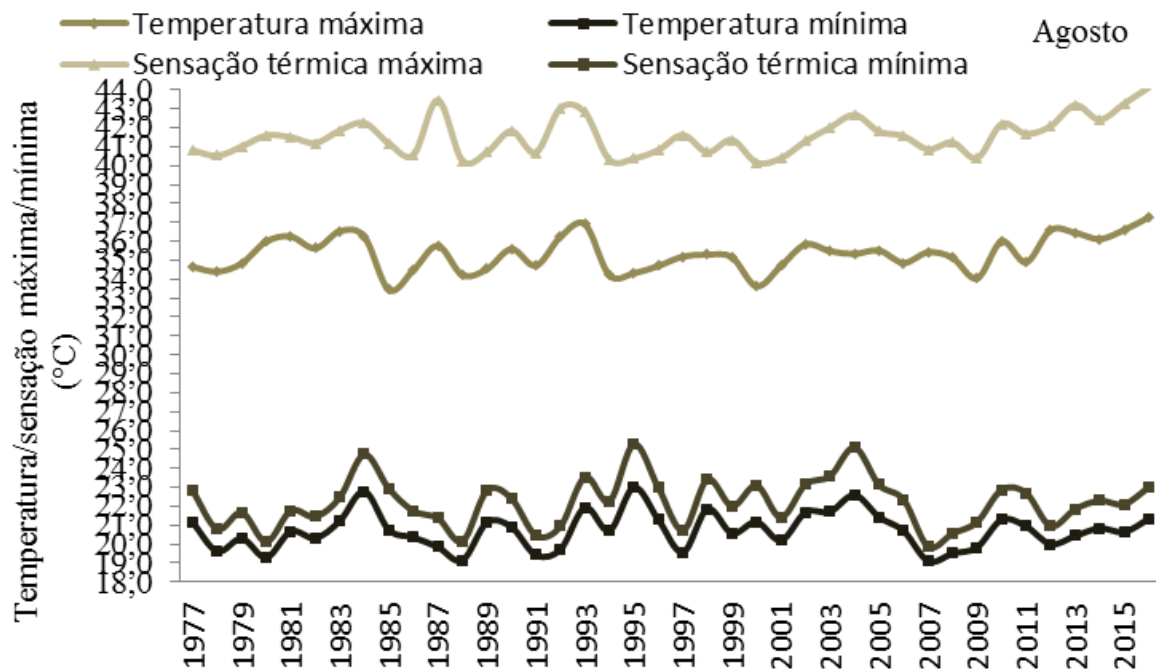


Fonte: Autores (2018).

O mês de agosto (Figura 9) apresentou menores oscilações das temperaturas máximas/mínimas e suas respectivas sensações térmicas. As flutuações das temperaturas máximas variaram de 33,4 °C nos anos de 1985 e 2000 a 37,8 °C em 2016. Destaca-se o período 2002-2009 com flutuações de temperatura máxima oscilando entre 34,7 °C a 36,2 °C. Entre os anos de 2014 a 2016 houve temperaturas máximas elevadas. As flutuabilidades das sensações entre os anos de 1987, 1992, 1993, 2002-2006 e 2014-2016 foram as mais elevadas (Figura 9).

As oscilações das temperaturas médias mínimas fluíram entre 18,8 °C nos anos de 1988 e 2007 e nos anos de 1984, 1995 e 2004 ocorreram elevadas temperaturas mínimas no período em estudo, com 23,3 °C. Entre os anos 1985-1988 e 2006-2009 registraram-se as menores flutuações de temperatura médias mínima. As oscilações térmicas fluíram de 19,9 °C a 25,9 °C. Registrou-se reduções de sensações térmicas entre os anos de 1985-1988, 1990, 1991, 1996, 1997 e 2005-2007. Os anos com maiores variabilidades térmicas foram 1984, 1995 e 2004.

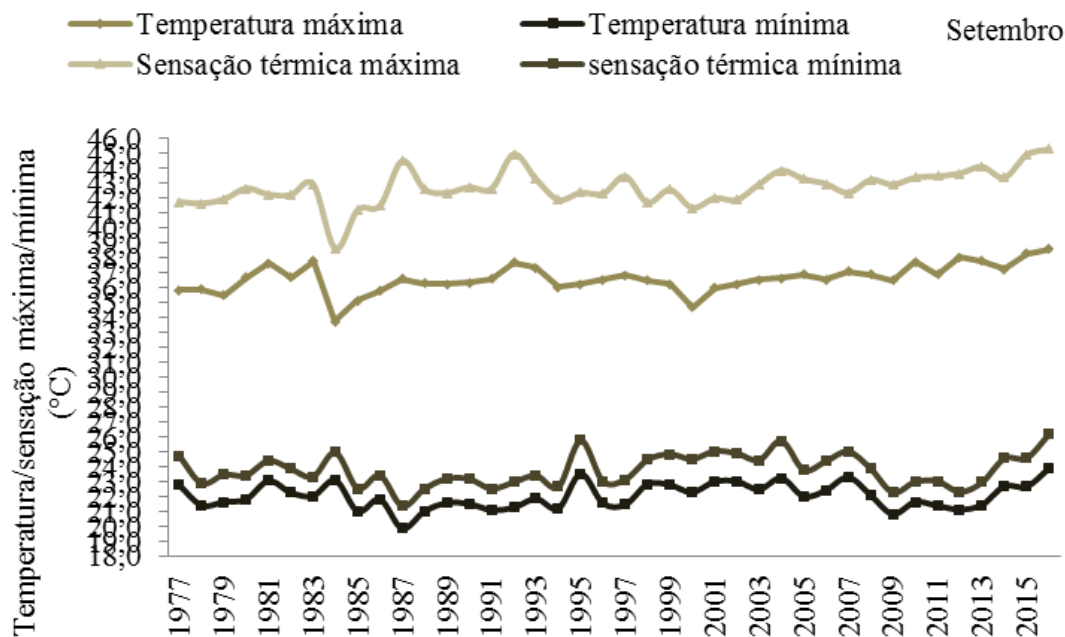
**Figura 9** - Demonstrativo da temperatura e da sensação térmica máxima e mínima (°C) do mês de agosto do período de 1977-2016 em Teresina-PI.



Fonte: Autores (2018).

As Figuras 10 (setembro) e 11 (outubro) evidenciam os meses de máximas oscilações das temperaturas extremas (máximas/mínimas) acarretando maiores variabilidades nas sensações térmicas. Outros elementos que influenciam nas variabilidades das sensações térmicas são incidência da radiação solar diretamente na superfície, cobertura de nuvens reduzidas e baixa velocidade do vento (Medeiros, 2007).

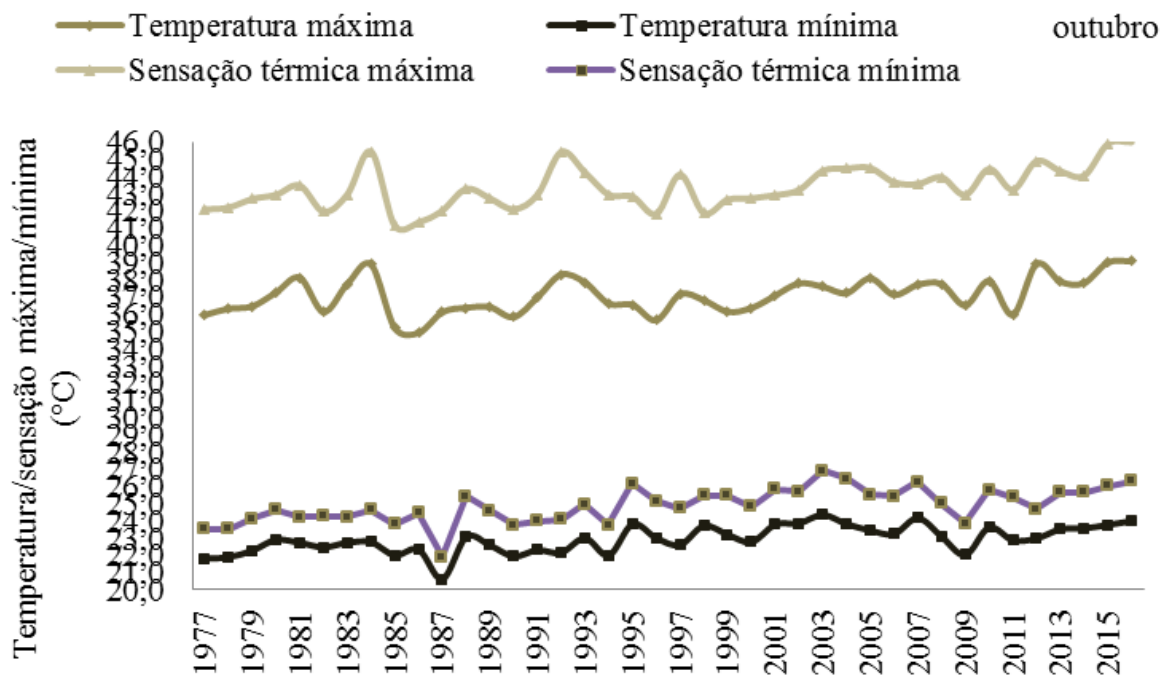
**Figura 10** – Demonstrativo da temperatura e da sensação térmica máxima e mínima (°C) do mês de setembro do período de 1977-2016 em Teresina-PI.



Fonte: Autores (2018).

A sensação térmica é frequentemente considerada como o fator mais importante que influencia o meio urbano e seus arredores (Jauregui, 1997; Lopes et al., 2013; Oke, 1973). Tais afirmações corroboram com os dados deste trabalho.

**Figura 11** – Demonstrativo da temperatura e da sensação térmica máxima e mínima (°C) do mês de outubro do período de 1977-2016 em Teresina-PI.



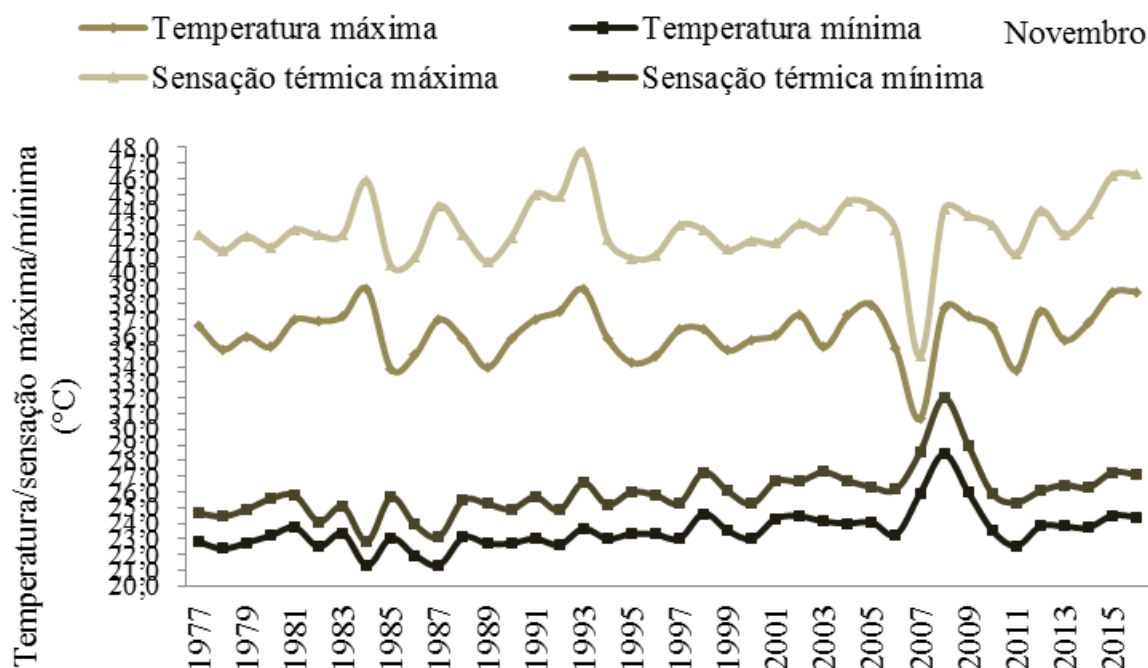
Fonte: Autores (2018).



As variações da temperatura e da sensação térmica máxima para o mês de novembro (Figura 12) destacam-se amplitudes elevadas, com suas oscilações de 31 °C no ano de 2007 a 40 °C nos anos de 1984, 1993, 2015 e 2016.

As oscilações das temperaturas mínimas e da sensação térmica no período 1988-1999 apresentaram-se com pouca variabilidade. Destacam-se os anos de 1984 e 1987 como de baixa temperatura e sensação. O ano de 2008 apresentou elevada temperatura mínima e sensação.

**Figura 12** - Demonstrativo da temperatura e da sensação térmica máxima e mínima (°C) do mês de novembro do período de 1977-2016 em Teresina-PI.

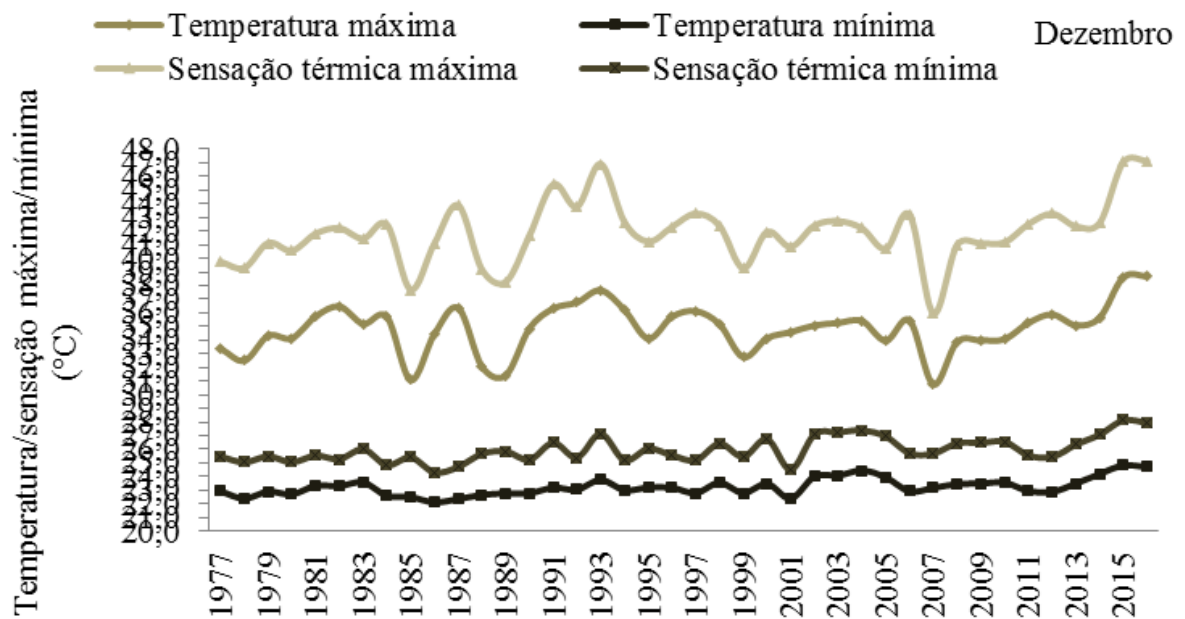


Fonte: Autores (2018).

No mês de dezembro (Figura 13) com chuvas ocasionais de início da pré-estação na área estudada, ocorre evapotranspiração após as ocorrências das precipitações, auxiliando nas condições das sensações térmicas para ambas as temperaturas. Marque et al. (2009) mostraram que o clima urbano é extremamente influenciado pela morfologia urbana e suas construções, sendo modificado de inúmeras formas. Inúmeros são os estudos realizados a fim de confirmar tal situação, demonstrando que “à escala local e a curto e médio prazo, o ser humano ao transformar o seu suporte biogeofísico, modifica de forma efetiva o balanço radioativo e energético dos espaços urbanos”. Tal afirmativa vem corroborar com este estudo.

A temperatura média máxima oscilou de 31,9 °C no ano de 1985 a 36,1 °C em 2016 (Figura 13). Destacam-se os anos de 1999 a 2016 que vem ocorrendo variabilidade nos registros da temperatura média máxima cujas oscilações vão de 32,9 °C a 36,1 °C. Observando-se o período de 1997 a 1984 e o período de 1989 a 1994 ocorreram variações bruscas de temperaturas máximas causadas pela variabilidade da umidade relativa, radiação solar, baixa cobertura de nuvens e intensidade fraca de vento (Medeiros, 2007).

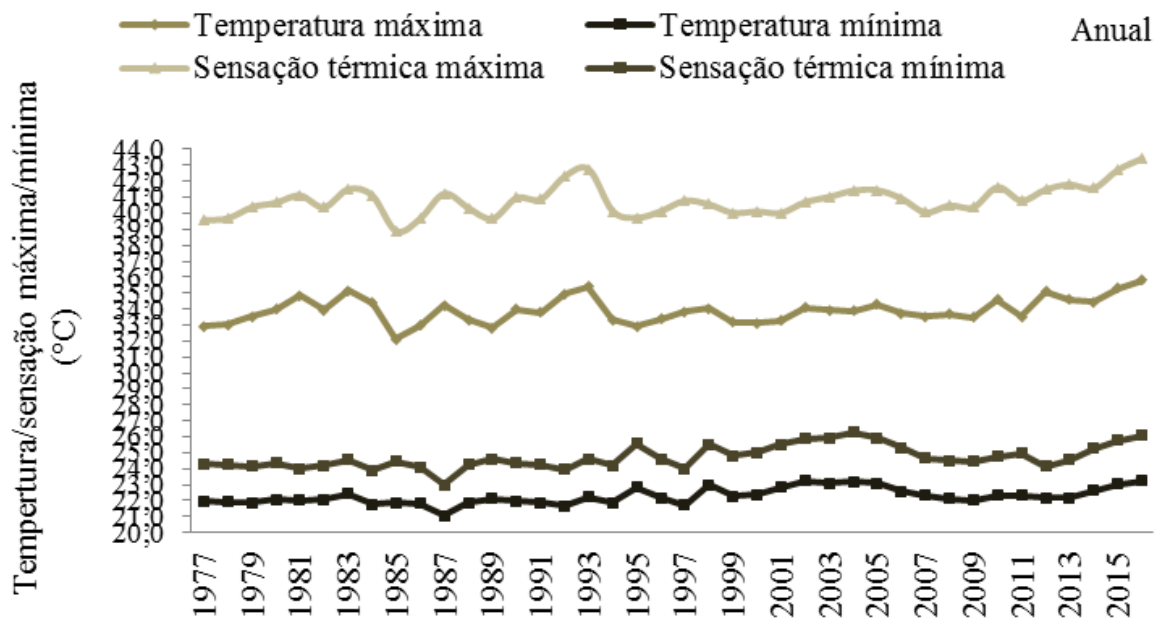
**Figura 13** - Demonstrativo da temperatura e da sensação térmica máxima e mínima (°C) do mês de dezembro do período de 1977-2016 em Teresina-PI.



Fonte: Autores (2018).

A variabilidade da sensação térmica máxima para o município de Teresina-PI, no período de 1999-2016, teve flutuação oscilando de 39,8 °C a 43,4 °C. Nos períodos de 1997-1984 e 1989-1994 foram registradas as maiores variabilidades da sensação térmica (Figura 13).

**Figura 14** - Demonstrativo da temperatura e da sensação térmica máxima e mínima (°C) anual do período de 1977-2016 em Teresina-PI.



Fonte: Autores (2018).

As oscilações da temperatura média mínima e de sua respectiva sensação térmica pode ser visualizada na Figura 14. As oscilações da temperatura mínima do período 1977-2016 fluíram de 20,9 °C a 23,5 °C. Destacam-se os anos de 2002 a 2005, 2015 e 2016 com elevadas temperaturas mínimas fluindo de 22,9 a 23,5 °C. Observa-se no período de 2010 e 2011 acréscimos na temperatura mínima. Nos anos de 1977, 1978, 1979, 1990, 1991 e 1992 houve registro de baixas temperaturas mínimas.

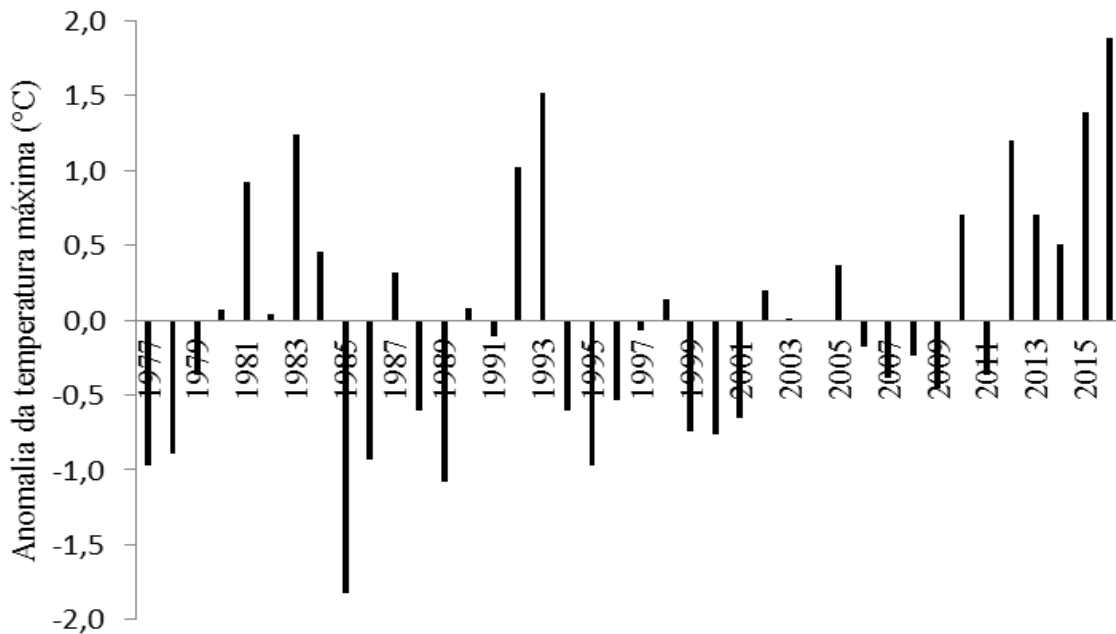
Os anos de 1987 (22,8 °C) e o ano de 2004 (26,8 °C) registraram baixa e alta sensação térmica. As flutuações das sensações térmicas mostram maiores concentrações de aquecimento entre os anos de 2000 a 2016 confirmando que as noites estão ficando mais quentes as madrugadas. Resultados semelhantes foram encontrados por Marengo et al. (2004).

Na Figura 15 tem-se a variabilidade da anomalia da temperatura máxima para a área de estudo. Observa-se suas oscilações irregulares interanuais destacando-se flutuações registradas de -1,7 °C no ano de 1985 a 1,9 °C no ano de 2016.

As maiores oscilações de anomalias foram registradas nos anos de 1983, 1993 e entre os anos de 2015 e 2016. Destacam-se registros de aumentos com significâncias nos últimos anos (Figura 15). Nos períodos 1977-1979, 1985-1989, 1994-1996 e 1999-2001 registraram-se as menores anomalias de temperatura máxima.

Marengo et al. (2004) afirmam que há uma tendência de aumentos na temperatura do ar para os dias atuais, corroborando com o encontrado neste trabalho.

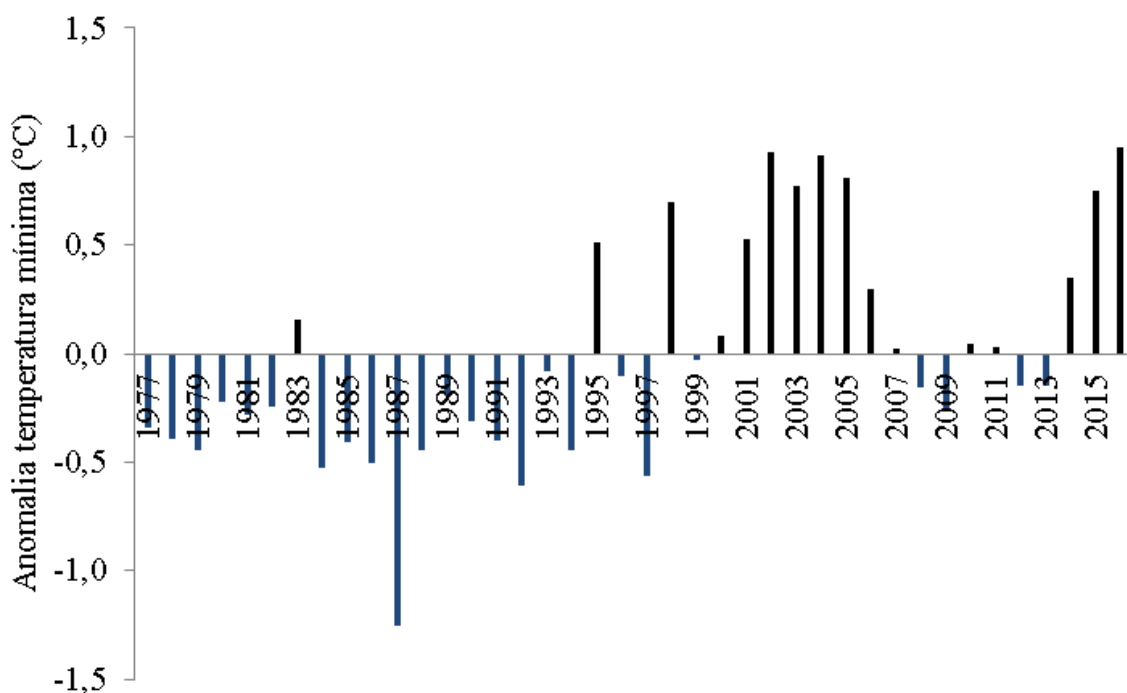
**Figura 15** - Demonstrativo da anomalia de temperatura média máxima do período de 1977-2016 em Teresina-PI.



Fonte: Autores (2018).

Na Figura 16 tem-se o demonstrativo da anomalia da sensação térmica máxima (°C) do período de 1977-2016 em Teresina-PI. Destacam-se os anos de 1981, 1983, 1984, 1987. Nos anos compreendidos entre 2003 a 2006 e os anos de 2010 a 2016 houve aumento da sensação térmica de 0,1 °C a 2,7 °C. Salienta-se ainda que nos últimos anos a sensação térmica venha aumentando gradativamente em Teresina - PI, provocada pela verticalização da cidade, aumento do fluxo automotivo e baixa arborização.

**Figura 16** - Demonstrativo da anomalia da sensação térmica máxima do período de 1977-2016 em Teresina-PI.



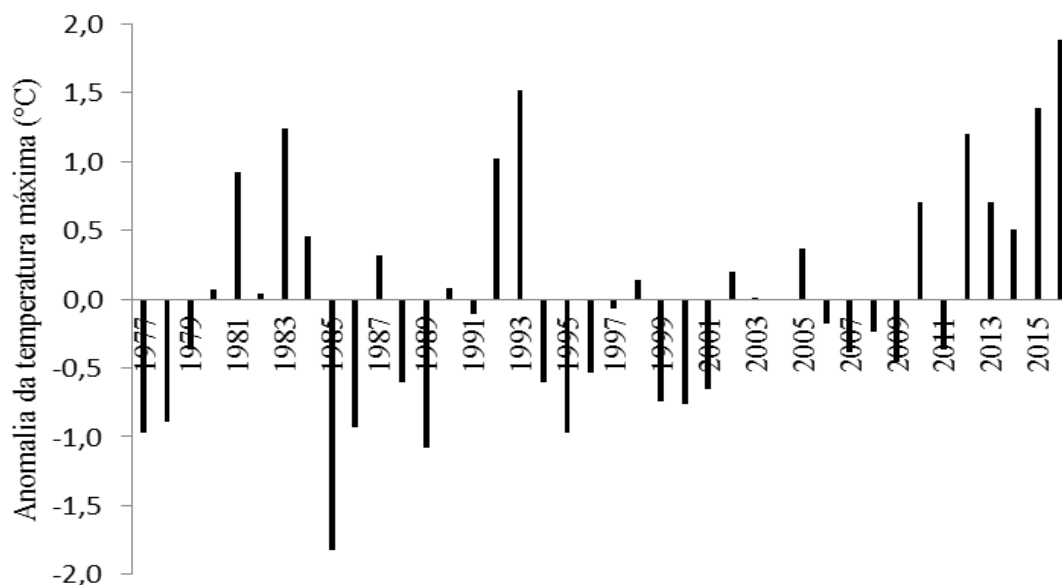
Fonte: Autores (2018).

Com redução de sensação térmica superior a  $-1^{\circ}\text{C}$  destaca-se os anos de 1977, 1978, 1985, 1986, 1989 e 1995, e outros anos com sensações térmicas inferiores a  $-1^{\circ}\text{C}$  (Figura 17). Antes do ano de 2002, Teresina era mais arborizada as edificações eram isoladas e o fluxo automotivo era pequeno e com menor número de ruas pavimentadas.

As variabilidades detectadas nas oscilações das anomalias da temperatura mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ) do período de 1977-2016 em Teresina-PI (Figura 17) demonstram que de 1977 a 1994 ocorreram reduções da temperatura mínima em até  $1,3^{\circ}\text{C}$ . Entre os anos de 1998 a 2007 registrou-se acréscimo de  $0,1$  a  $1^{\circ}\text{C}$  evidenciando que as madrugadas estão ficando mais aquecidas que a normalidade.

As reduções ocorridas entre os anos de 1977-1994 fluíram de  $-0,1^{\circ}\text{C}$  a  $-1,4^{\circ}\text{C}$ . Os acréscimos das anomalias entre os anos de 1998 a 2007 foram irregulares e significativos. Destacam-se os anos de 2007, 2010 e 2011 onde as anomalias foram de baixos aumentos. Os anos 2008, 2009, 2012 e 2013 as reduções negativas foram expressivas.

**Figura 17** - Demonstrativo da anomalia da temperatura mínima do período de 1977-2016 em Teresina-PI.

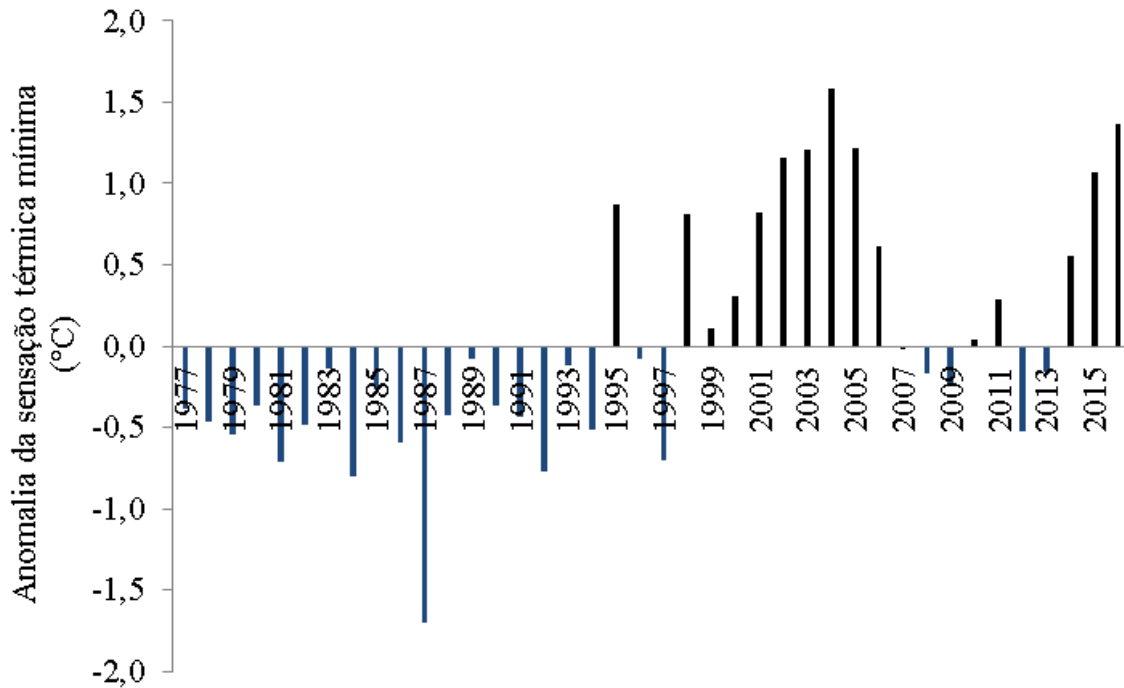


Fonte: Autores (2018).

Na Figura 18 observa-se que no período de 1977-1997 as variabilidades das anomalias foram negativas com flutuações de  $-0,3^{\circ}\text{C}$  a  $-1,7^{\circ}\text{C}$ , exceto os anos de 1983 e 1995, que apresentaram valores positivos. Destaca-se que as maiores altas de fluabilidade das anomalias negativas foram registradas no período 1984-1992.

As flutuações positivas fluíram de  $0,1^{\circ}\text{C}$  a  $0,9^{\circ}\text{C}$  e suas maiores flutuações foram registradas entre os anos de 2000 a 2006. Destacam-se os anos de 2007 a 2009 e 2012, 2013 onde foram registradas anomalias negativas. No período 2014-2016 houve aumentos gradativos da anomalia da temperatura mínima.

**Figura 18** - Demonstrativo da anomalia da sensação térmica mínima do período de 1977-2016 em Teresina-PI.



Fonte: Autores (2018).

Percebe-se que as madrugadas estão cada vez mais quentes quando comparadas a outras décadas discutidas acima. Resultados análogos também foram encontrados por Varejão (2006).

Os resultados são coerentes com estudo de Marengo et al. (2008) que analisando as tendências das temperaturas máximas e mínimas no Sul do Brasil, durante o período 1960-2002, constataram um aquecimento sistemático da região Sul.

#### 4. Conclusões

Com base na variabilidade das sensações térmicas sobre as temperaturas médias máximas e médias mínimas, verificou-se que no período 1977-2016 houve aumento da temperatura do ar decorrente da forte flutuação na tendência de aumento da temperatura média mínima do ar.

A série estudada evidencia variabilidade de tendência climática, observada na temperatura e na umidade relativa do ar em escala local.

Entre setembro a dezembro tem-se a predominância do equador térmico posicionado sobre a parte norte do Nordeste, atingindo toda a área do município de Teresina-PI, reduzindo a cobertura de nuvens, aumentando a radiação solar diretamente na superfície do solo; redução da umidade relativa do ar, tendo como consequência o aumento da sensação térmica.

Aconselha-se implementar a arborização com plantas nativas nas praças, ruas (onde não passa rede elétrica), nos canteiros das divisas das ruas, acrescentar o plantio e replantio de árvores nas margens dos rios e lagos, desta forma espera-se uma melhoria na qualidade de vida da população. A arborização é uma forma natural de amenizar as consequências negativas das alterações ambientais, tendo em vista que a cobertura vegetal corrobora na melhoria das variáveis climatológicas que influenciam o conforto térmico, especialmente com espécies nativas, pois poderão se transformar em corredores ecológicos e atrair fauna local, contribuindo com a manutenção da biodiversidade.

## Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.2013.
- Assis, E. S. (2011). Estudo integrado da ilha de calor em áreas urbanas e sua contribuição ao planejamento: o caso de Belo Horizonte, MG. *Fórum Patrimônio*, 4(1), 69-83.
- Bastos, E. A., Andrade Júnior, A. S., & Medeiros, R. M. (2005). Boletim agrometeorológico do ano de 2004 para o município de Teresina-Piauí. Teresina. *Boletim agrometeorológico*. 111, 01 - 42.
- Brasil, A. P. M. S., Silva, M. E. C., & Ribeiro, W. O. (2015). Clima, ambiente urbano e qualidade de vida: uma análise da percepção dos moradores da periferia belenense do Carmelândia sobre o conforto/desconforto térmico. *Boletim Geográfico*. 33(2), 60-72.
- Cavalcante, F. M. S., dos Anjos, I. B. M., Figueredo, M. L., de Souza, V. A., & Nogueira, V. F. B. (2017). Análise do Índice de Calor e Desconforto Térmico na cidade de Caicó-RN. *II Congresso Internacional da diversidade do semiárido, Campina Grande, PB, Brasil*.
- Din, M. F. M., Lee, Y. Y., Ponraj, M., Ossen, D. R., Iwao, K., & Chelliapan, S. (2014). Thermal comfort of various building layouts with a proposed discomfort index range for tropical climate. *Journal of thermal biology*, 41, 6-15.
- Freitas, A. (2015). Ilha de calor urbana: um estudo de caso no Campus IV da UFPB. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 8(3), 811 – 822.
- Giles, B. D., & Balafoutis, C. H. (1990). The Greekheatwavesof 1987 and 1988. *International Journal of Climatology*, 10(1), 505–517.
- Franca, M. V., Medeiros, R. M., Ferraz, J. X. V., & Holanda, R. M. (2020). Comparativos do clima e do conforto ambiental nos municípios de Campina Grande-PB, Caruaru-PE e Campos Sales-CE. In: *Educação Ambiental - cenários atuais da saúde ambiental e humana*. 2 ed. Ituiutaba: Barlavento, 2, 112-125.
- França, M. V., Medeiros, R. M., Holanda, R. M., Silva, V. P., & Rolim Neto, F. C. (2018). Variabilidade das temperaturas extremas do ar visando o conforto térmico na avicultura de São Bento do Una - PE, Brasil. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, 15(2), 004-014.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis (Summary for Policymakers). Cambridge. 2007. Disponível: GS.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível: GS. Jauregui, E. Heat Island Development in Mexico City. *Atmospheric Environment*, 31(22), 3821–3831.
- Köppen, W., & Geiger, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlagcondicionadas. Justus Perthes. p.1928.
- Kozmhinsky, M., Pinheiro, S. M. G., & EL – DEIR, S. G. (2016). Telhados Verdes: uma iniciativa sustentável. EDUFPRPE,
- Labaki, L. C., Santos, R. F., Bueno-Bartholomei, C. L., & Abreu, L. V. (2011). Artigo: Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. Belo Horizonte: Fórum Patrimônio. Mudanças climáticas e o impacto das cidades, 4(1), 23-42.
- Lopes, A. et al. (2012). Lisbon Urban Heat Island Updated: New Highlights about the Relationships between Thermal Patterns and Wind Regimes. *Advances in Meteorology*, v. 2013, p.1–11.
- Matos, R. M., da Silva, P. F., Borges, V. E., Sobrinho, T. G., Saboya, L. M. F., & Neto, J. D. (2018). Uso de sistemas de classificação climática para o município de Barbalha-CE (Use of climate classification systems for the municipality of Barbalha–CE). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 11(3), 877-885.
- Marengo, J. A., & Camargo, C. C. (2008). Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-2002. *International Journal of Climatology*, 28, 893-904.
- Marengo, J. A. (2004). Climatology of the low-level Jet East of the Andes as Derived from NCEPNCAR Reanalyses: Characteristics and Temporal Variability. *Journal of Climate*, 17(12), 2261-2280.
- Medeiros, R. M., Holanda, R. M., & Franca, M. V. (2020). Estabilidade e/ou instabilidade do conforto térmico nas capitais do Nordeste do Brasil In: *Educação Ambiental - cenários atuais da saúde ambiental e humana*. 2 ed. Ituiutaba: Barlavento, 2, 70-83.
- Medeiros, R. M., Kozmhinsky, M., Holanda, R. M., & Silva, V. P. (2018). Variabilidade e sensação térmica do período 1962-2015 na grande Metrópole Recife - PE, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 11, 16 – 27.
- Medeiros, R. M., Kozmhinsky, M., Holanda, R. M., & Silva, V. P. (2018). Variabilidade e sensação térmica do período 1962-2015 na grande Metrópole Recife - PE, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 11, 16 – 27.
- Medeiros, R. M. (2016). Estudo agrometeorológico do Estado do Piauí. 125. Distribuição Avulsa.
- Nedel, A. S., & Gonçalves, F. L. T. (2008). Condições meteorológicas favoráveis à ocorrência de doenças respiratórias em crianças da cidade de São Paulo.
- OKE. (1973). City size and the urban heat island. *Atmospheric Environment*, 7(8), 769–779.
- Paiva, F. I. B., & Zanella, M. E. (2013). Microclimas urbanos na área central bairro da Messejana, Fortaleza/CE. *Revista Equador (UFPI)*, 2(2), 153-172.

- Rovani, F. F. M., Costa, E. R., Cassol, R., & Sartori, M. G. B. (2010). Ilhas de calor e frescor urbanas no bairro Camobi, Santa Maria/RS, em situação atmosférica de domínio da massa polar atlântica no inverno. *Revista Brasileira de Climatologia*, 6, 23 – 36
- Sant’anna Neto, J. L. (2011). O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.8.
- Santamouris, M. (2014). Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy*. 103, 682–703. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X12002447>.
- Santos, G. D., Santos, J. S., Silva, I. A., Furtado, G. D., & Gonzaga, B. S. (2017). Estudo das condições de conforto térmico em escolas públicas municipais de tempo integral na cidade de João Pessoa – PB. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*. 7(3), 1-10
- Santos, J. B., de Amorim, R. F. C., & Barros, H. (2015). Análise temporal da sensação térmica nas cidades de patos e São gonçalo (Sousa), Paraíba, Brasil.
- Santos, K. P. C., Cunha, A. C., Souza, E. S., & Costa, A. C. L. (2012). Índices de Tendências Climáticas Associadas à “ilha de calor” em Macapá-AP (1968-2010). *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 23, 1-16
- Silva, A. P. O. L., Holanda, R. M., Silva, V. P., Silva, C. J., & Medeiros, R. M. (2019). Sensação térmica pelo método de Thom no município de Caruaru – PE, Brasil In: *Tecnologias no contexto das vulnerabilidades ambientais* [livro eletrônico.1 ed.: Editora Itacaiúnas, 1, 526-535.
- Silva, J. F., Ferreira, H. S., & Santos, M. O. (2015). Considerações sobre os estudos em clima urbano. *Revista Geama*, 2(1), 156-170.
- Specian, V., Silva Junior, U. P., & Vecchia, F. A. S. (2013). Padrão térmico e higrométrico para dois ambientes de estudo: área urbanizada e remanescente de cerrado na cidade de Iporá - GO. *Espaço & Geografia*, 16(1), 255– 277
- Thom, E. C. (1959). The Discomfort Index. *Weatherwise*, 2(1), 567-60.
- Varejão, M. A. S. (2006). *Meteorologia e climatologia*. Versão Digital 2, 463.