

**Sensação térmica entre 1981-2019 em Lagoa Seca, Paraíba, Brasil**

**Thermal sensation between 1981-2019 in Lagoa Seca, Paraíba, Brazil**

**Sensación térmica entre 1981-2019 en Lagoa Seca, Paraíba, Brasil**

Recebido: 30/05/2020 | Revisado: 01/06/2020 | Aceito: 04/06/2020 | Publicado: 16/06/2020

Raimundo Mainar de Medeiros

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3455-9876>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [mainarmedeiros@gmail.com](mailto: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](mailto:romildomorant@gmail.com)

Manoel Viera de França

<https://orcid.org/0000-0003-4973-9327>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: [manoelvieira.ufrpe@gmail.com](mailto:manoelvieira.ufrpe@gmail.com)

Rigoberto Moreira de Matos

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3455-9876>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [rigobertomoreira@gmail.com](mailto:rigobertomoreira@gmail.com)

Patrícia Ferreira da Silva

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4580-2336>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [patrycyafs@yahoo.com.br](mailto:patrycyafs@yahoo.com.br)

**Resumo**

Objetiva-se analisar temporal e pontual as oscilações das sensações térmicas máximas e mínimas e o seu nível de desconforto, relacionando a variabilidade do clima e a conformação urbana entre 1981-2019, para Lagoa Seca - PB, assim como debater suas possíveis causas e subsidiando informações aos pesquisadores e tomadores de decisão em diversas áreas de atividade. Os dados das temperaturas máxima e mínima do ar foram gerados pelo software Estima\_T referente ao período de 1981-2019, os dados de umidade relativa do ar (%) foram gerados utilizando-se do método da interpolação linear simplificados dos municípios que

operam estações meteorológicas. Nas análises do nível de conforto térmico da área estudada, para as temperaturas máxima e mínima e as estações dos anos. Utilizaram-se do índice bioclimático proposto por Thom (1959), mais comumente usado em estudos de clima urbano, para descrever a sensação térmica que uma pessoa experimenta devido às condições climáticas de um ambiente. As análises das condições climáticas permitirá realizar melhores planejamentos e gestão ambiental do espaço urbano e rural da área estudada. Mais de 50% da população demonstrou que existe um desconforto térmico, mesmo com a área municipal possui uma boa cobertura vegetal dentro do município e sua circunvizinhança e que estes desconfortos térmicos estão centrados em alguns dias nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e julho para a temperatura máxima, nos meses de março, julho e agosto para a temperatura mínima.

**Palavras chaves:** Condições atmosféricas; variabilidades térmicas; qualidade ambiental, desconforto térmico.

### **Abstract**

The objective is to analyze the temporal and punctual oscillations of the maximum and minimum thermal sensations and their level of discomfort, relating the climate variability and the urban conformation between 1981-2019, for Lagoa Seca - PB, as well as debating its possible causes and subsidizing information to researchers and decision makers in various areas of activity. The data of the maximum and minimum air temperatures were generated by the Estima\_T software for the period 1981-2019, the relative humidity data (%) were generated using the simplified linear interpolation method of the municipalities that operate meteorological stations. In the analysis of the thermal comfort level of the studied area, for the maximum and minimum temperatures and the seasons. They used the bioclimatic index proposed by Thom (1959), most commonly used in urban climate studies, to describe the thermal sensation that a person experiences due to the climatic conditions of an environment. The analysis of climatic conditions will allow better planning and environmental management of urban and rural areas in the studied area. More than 50% of the population demonstrated that there is thermal discomfort, even though the municipal area has good vegetation coverage within the municipality and its surroundings and that these thermal discomforts are centered on some days in the months of November, December, January, February and July for maximum temperature, in March, July and August for minimum temperature.

**Keywords:** Atmospheric conditions; thermal variability; environmental quality; thermal discomfort.

## Resumen

El objetivo es analizar las oscilaciones temporales y puntuales de las sensaciones térmicas máximas y mínimas y su nivel de incomodidad, relacionando la variabilidad climática y la conformación urbana entre 1981-2019, para Lagoa Seca - PB, así como debatir sus posibles causas y subsidios. información a investigadores y tomadores de decisiones en diversas áreas de actividad. Los datos de las temperaturas máximas y mínimas del aire fueron generados por el software Estima\_T para el período 1981-2019, los datos de humedad relativa (%) se generaron utilizando el método simplificado de interpolación lineal de los municipios que operan estaciones meteorológicas. En el análisis del nivel de confort térmico de la zona estudiada, para las temperaturas máximas y mínimas y las estaciones. Utilizaron el índice bioclimático propuesto por Thom (1959), más utilizado en estudios de clima urbano, para describir la sensación térmica que experimenta una persona debido a las condiciones climáticas de un entorno. El análisis de las condiciones climáticas permitirá una mejor planificación y gestión ambiental de las áreas urbanas y rurales en el área estudiada. Más del 50% de la población demostró que existe una molestia térmica, a pesar de que el área municipal tiene una buena cobertura de vegetación dentro del municipio y sus alrededores y que estas molestias térmicas se centran en algunos días en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y Julio para temperatura máxima, en marzo, julio y agosto para temperatura mínima.

**Palabras clave:** Condiciones atmosféricas; variabilidad térmica; calidad ambiental; molestias térmicas.

## 1. Introdução

Os seres humanos reagem diversamente às condições extremas do tempo e do clima. Sua capacidade de adaptação a locais adversos depende de sua habilidade, procurando locais mais apropriados para sua sobrevivência. Pensando deste modo Medeiros (2019) estudou as condições atmosféricas e os efeitos adversos sobre o clima regional e local que exercem forte influência na sociedade e vem causando condições de stress bioclimático que afetam a saúde e condição humana. O autor avaliou e analisou as variabilidades da sensação térmica e o seu nível de desconforto relacionando o comportamento do clima e a configuração urbana para o município de Teresina - PI. Com base na variabilidade das sensações térmicas sobre as temperaturas máximas e mínimas, verificou-se que no período 1977-2016 suas oscilações ficando mais quentes e abafadas, ao passo que as tardes se apresentam com sensações térmicas estacionárias. 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 do desconforto térmico.

A analogia entre clima e ser humano é relevante e pode-se considerá-la vital, uma vez que existem nessa relação influências mútuas. No interior das cidades, os elementos climáticos passam a sofrer a ação da forma urbana. Com os processos de urbanização, que pressupõem a retirada da cobertura vegetal e a impermeabilização da superfície do solo, muda-se a dinâmica na camada limite terrestre: o ciclo hidrológico é alterado, assim como o balanço de energia destes espaços (Nery, 2011), que passa a ser influenciado pelos materiais construtivos (Moreira, 2017). Esses processos trazem alterações climáticas aos ambientes urbanos.

Kozmhinsky, Pineiro & El-Deir, (2016) mostraram que a qualidade ambiental está pautada no modo de vida que a população almeja possuir tanto do ponto de vista individual quanto 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.

Souza & Nery, (2012) mostraram que os estudos das climatologias urbana/rural são eficaz para bom desenvolvimentos de planejamento dos municípios, independente do porte destes, já que atualmente diversos estudos científicos tem comprovado a existência de ilhas de calor em cidades de diferentes densidades.

Medeiros, Bezerra, Falção, Campos & Holanda, (2017) as atividades humanas estão provocando alteração da composição sobre a população, pois resultam em ilhas de calor e microclimas, que ocasionam o desconforto químico do sistema atmosférico, sendo as alterações ocorridas nos centros urbanos as que têm maior influência térmica. Santos, Santos, Silva, Furtado, Gonzaga, (2017) afirmam 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.

Medeiros, Kozmhinsky, Holanda & Silva et al. (2018) levando em consideração a hipótese de que as tendências climáticas observadas em escala global estejam, também, ocorrendo no Nordeste Brasileiro avaliaram e analisaram, temporal e espacialmente, as tendências climáticas e suas variabilidades da sensação térmica para a grande metrópole Recife - PE, observaram que as variabilidade das tendências climáticas na temperatura média

e umidade relativa do ar em escala global e regional foram constatadas na estudada. O aumento da temperatura média do ar é devido à forte flutuação da tendência de aumento da temperatura mínima do ar. 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.

A rápida expansão de infraestrutura nas cidades brasileiras, sem planejamento urbano e de forma mais intensa com a supressão de vegetação para instalação de equipamentos urbanos, resultou em vários problemas, dentre eles a formação de ilhas de calor (Silva, Ferreira & Santos, 2015).

Os autores Labaki, Santos, Bueno-Bartholoni & Abreu (2011); Marengo & Camargo (2008); Marengo (2004) asseguram que aumentos nas tendências das temperaturas foram observados, deste a metade do século XX. Nos estudos do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) registram-se essas tendências observadas no passado recente apresentam probabilidade de continuarem no mesmo sentido no século XXI (IPCC, 2007; IPCC, 2014).

Silva & Streck, (2015) mostraram que a rápida expansão de infraestrutura nas cidades brasileiras sem planejamento urbano resultou em impermeabilização dos solos; aumento do albedo, da poluição atmosférica em função do fluxo de veículos e indústrias; aumento de precipitação; formação de ilhas de calor; e de forma mais intensa a supressão de vegetação para instalação de equipamentos urbanos. Segundo ainda os autores avaliaram e analisaram a 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. Observou-se que os Índices de Desconforto Térmico (IDT) dos respectivos anos e da série histórica estiveram com valores próximos, com maior variação inferior a 1°C. Perceber-se que a maioria dos meses se encaixa na faixa 2, representando que menos de 50% da população sente o desconforto térmico.

Medeiros, Bezerra, Falção, Campos & Holanda (2017) realizaram estudo com o intuito de verificar a dinâmica do sistema climático urbano através da análise do campo térmico no campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco localizada no bairro de Dois Irmãos. Para desenvolver esta análise, coletaram-se dados de temperatura e umidade relativa do com sensores instalados na área de estudo, e aplicou o IDT, proposto por Thom (1959), mostrando que existe desconforto térmico na área.

França, Medeiros, Ferraz & Holanda (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, evidenciado que os elementos meteorológicos provocam 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. Evidenciaram-se os aspectos da importância do clima e seus comparativos, do conforto ambiental nos municípios estudados, no ambiente construído com enfoque para ocupação humana, animal e vegetal, e como pode ser feita a avaliação dos dados climáticos. Os dados utilizados e analisados ora são benéficos para um município e ora não tem representatividade, principalmente os dados de intensidade e direção do vento para Caruaru e Campos Sales, evaporação e evapotranspiração para os três municípios.

França, Medeiros, Holanda, Silva & Rolim Neto (2018) analisaram temporal e espacialmente, as tendências climáticas, anuais, das temperaturas extremas do ar, além da inserção das médias móveis para 5, 7 e 10 anos na área estudada, discutindo suas possíveis causas nas variabilidades. Os autores afirmam que com 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 ajudando na socioeconômica e alimentação da população. Nos 66 anos estudados as temperaturas mínimas foram maiores, no período de 1981-2002. A temperatura mínima anual foram maiores 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 correrem nos próximos cinco a sete anos com nível de significância de 55% de ocorrência.

Estudos sobre conforto térmico tanto em ambientes internos, quanto externos utilizam índices na determinação de faixas de sensação térmica, a partir de modelos baseados nas variáveis ambientais de temperatura e umidade relativa do ar. Tais índices visam indicar a condição de conforto/desconforto para um local e/ou área em um determinado período (Medeiros, Bezerra, Falção, Campos & Holanda, 2017).

Medeiros, Holanda & França, (2020) estudaram as flutuações da estabilidade e/ou instabilidade mensal dos dados: temperatura máxima, média e mínima e sua amplitude térmica, umidade relativa do ar, intensidade do vento, insolação e dos índices pluviométricos ao longo do período de 1961 a 1990. Estas oscilações são decorrentes dos setores urbano e rural que vem ocasionando impactos ao meio ambiente como: desmatamento desordenado e sem replantio; desmoronamento de terra; impermeabilização do solo por cobertura asfáltica; aterramento dos lençóis freáticos; modificações nos ecossistemas. Os autores realizaram o

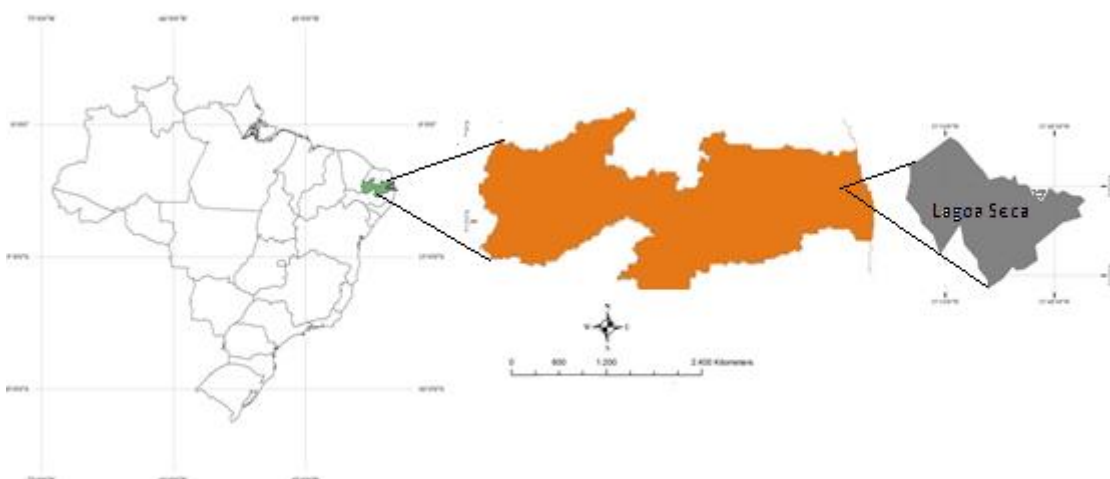
comparativo do clima e do conforto térmico para as capitais do Nordeste do Brasil, mostrando que alguns elementos meteorológicos atentam ao ser humano, animal e vegetais com distintas reações em relação às flutuações do tempo e clima, assim como também se conhecendo as características climáticas do local, adaptando a edificação e ao clima, conseguem-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, registrada 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.

Tem-se como objetivo analisar temporal e pontual as oscilações das sensações térmicas máximas e mínimas e o seu nível de desconforto, relacionando a variabilidade do clima e a conformação urbana entre 1981-2019, para Lagoa Seca - PB, assim como debater suas possíveis causas e subsidiando informações aos pesquisadores e tomadores de decisão em diversas áreas de atividade.

## 2. Metodologia

A área de estudo se posiciona na Microrregião de mesmo nome e na Mesorregião Agreste Paraibano. A sede municipal encontra-se localizada na Latitude 07°10'15''S; Longitude 35°51'13''W de Greenwich com altitude de 634 metros. (Figura 1).

Figura 1. Posicionamento do município de Lagoa Seca dentro do estado da Paraíba.



Fonte: Medeiros, (2020).

A classificação de Köppen & Geigem (1928; 1931) mostram o clima do tipo “As” classificado como quente e úmido Tropical chuvoso. Estudos como o de Alvares, Stape,

Sentelhas, Gonçalves & Sparovek (2014) vem a corroborar com o tipo de clima para a área estudada. A classificação climática de Thornthwaite & Mather (1948; 1955) é do tipo (C<sub>1</sub>ADa') seco subúmido, megatérmico, com pequena ou nenhum excesso d'água e ETP com 29,66% da evapotranspiração potencial anual concentrada no trimestre mais quente do ano (novembro, dezembro e janeiro). As amplitudes térmicas têm as suas variações de acordo com a latitude, altitude e com o grau de continentalidade (efeitos de montanhas, vales, morros, orografia, entre outros).

As chuvas têm início por volta da segunda quinzena de março, aumentando de volume nos primeiros dias de abril e se prolonga até agosto, sendo o trimestre mais chuvoso os meses de maio a julho. No município especificamente, as chuvas são fundamentais para o bom desenvolvimento do regime dos rios perenes, córregos, riachos, níveis dos lagos e lagoas, bem como para a ocupação do solo, sendo imprescindível ao planejamento de qualquer atividade o conhecimento da sua dinâmica. As complementações dos fatores provocadores de chuva no município são formações de linhas de instabilidade na costa e transportada para o interior pelos ventos alísios de nordeste, desenvolvimento de aglomerados convectivos, proveniente do calor armazenado na superfície e transferido para atmosfera, orografia, contribuições de formação de vórtices ciclônicos, e tendo como principal sistema o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical. Normalmente as chuvas têm intensidade moderada seguidas de irregularidade devidas às falhas dos sistemas meteorológicos atuantes. (Medeiros, 2016).

Os dados das temperaturas máxima e mínima do ar foram gerados pelo software Estima\_T (Cavalcanti, Silva & Souza, 1994; Cavalcanti & Silva, 2006). Estas informações fez-se necessário em razão da oscilação que a temperatura apresenta ao longo do dia nas latitudes baixas, ocasionando grande oscilação entre a madrugada e o início da tarde. Determinaram-se os coeficientes da função quadrática para as temperaturas máxima e mínima mensal em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude (Cavalcanti & Silva, 2006) dada por:

$$T = C_0 + C_1\lambda + C_2\varnothing + C_3h + C_4\lambda^2 + C_5\varnothing^2 + C_6h^2 + C_7\lambda\varnothing + C_8\lambda h + C_9\varnothing h$$

Em que: C<sub>0</sub>, C<sub>1</sub>,..., C<sub>9</sub> são as constantes; λ, λ<sup>2</sup>, λ ϕ, λ h longitude; ϕ, ϕ<sup>2</sup>, λ ϕ latitude; h, h<sup>2</sup>, λ h, ϕ h altura.

Também estimaram a série temporal de temperatura, adicionando a esta anomalia de temperatura do Oceano Atlântico Tropical (Silva, Cavalcanti & Souza, 2006).

$$T_{ij} = T_i + AAT_{ij} \quad i = 1,2,3,\dots,12 \quad j = 1950, 1951, 1952,\dots,2015$$

Em que:

i = 1,2,3,...,12;



j= 1950, 1951, 1952, 1953,...,2018.

Os dados de umidade relativa do ar (%) referente ao período 1981-2019 foram gerados utilizando-se do método da interpolação linear simplificados dos municípios que operam estações meteorológicas.

Nas análises do nível de conforto térmico da área estudada, para as temperaturas máxima e mínima e as estações dos anos: verão (dezembro, janeiro, fevereiro), outono (março, abril e maio), inverno (junho, julho e agosto) e primavera correspondente aos meses de (setembro a novembro). Utilizaram-se do índice bioclimático proposto por Thom (1959), mais comumente usado em estudos de clima urbano, para descrever a sensação térmica que uma pessoa experimenta devido às condições climáticas de um ambiente. Este índice oferece uma medida razoável do grau de desconforto para várias combinações de temperatura e umidade relativa do ar.

O nível de desconforto térmico para os locais estudados foi avaliado através do Índice de Desconforto de Thom (1959) (IDT), calculado a partir da equação:

$$IDT = Ta - (0,55 - 0,0055 \cdot UR) \cdot (Ta - 14,5)$$

Onde:

Ta = temperatura do ar (°C)

UR = umidade relativa do ar (%).

As análises temporal e pontual das oscilações das sensações térmicas máximas e mínimas da área estudada foram realizadas através de descrições físicas do espaço ocupado com base na metodologia apresentada por Monteiro (1976); Katzschner & Bosch Rottegem (2002); Costa (2007). A caracterização térmica ambiental estudada foi com base em Silva Cavalcanti & Souza (2006) e Giles & Balafoutis, (1990), sendo o índice de desconforto empregado como parâmetro definidor das condições de conforto e/ou desconforto térmico, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Faixa de classificação do Índice de Desconforto Térmico (IDT) de Thom (1959).

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

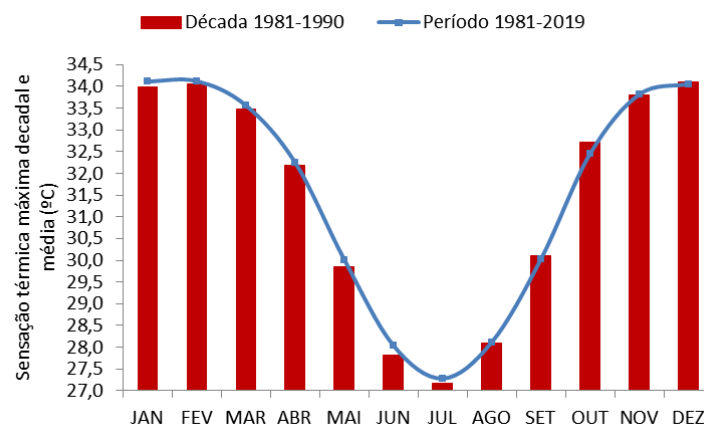
Fonte: Fonte: GILES; BALAFOUTIS (1990).

### 3. Resultados e Discussão

Na Figura 2 observamos as variabilidades da sensação térmica máxima da década 1981-1990 e média do período 1981-2019 no município de Lagoa Seca – PB. Entre os meses de janeiro a agosto a média do período superou a sensação térmica mensal e entre os meses de setembro a outubro as sensações térmicas mensais superaram a média do período. Nos meses de novembro e dezembro registraram-se equilíbrios entre as sensações.

Estudos como os dos autores Freitas (2015); Silva & Streck (2015) corroboram com as discussões apresentada neste estudo.

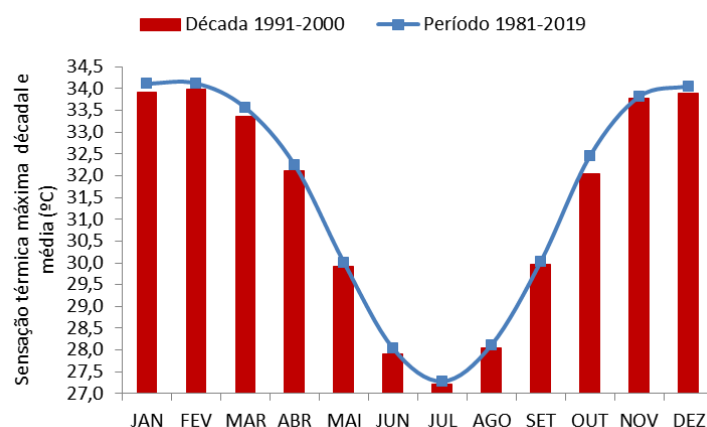
Figura 2. Sensação térmica da temperatura máxima da década 1981-1990 e média do período 1981-2019 no município de Lagoa Seca – PB.



Fonte: Medeiros, (2020).

Na Figura 3 têm-se as oscilações da sensação térmica máxima da década 1991-2000 e média do período 1981-2019 no município de Lagoa Seca – PB. Nos meses de janeiro a setembro e novembro e dezembro a sensação térmica do período superou a década entre 0,1 °C a 0,2 °C, no mês de outubro registrou-se a maior sensação térmica entre os períodos estudados (0,4 °C). Estas flutuabilidades estão em concordância com os estudos de Marengo, Alves, Beserra & Lacerda, (2011); IPCC (2014); Medeiros, Bezerra, Falção, Campos & Holanda, (2017).

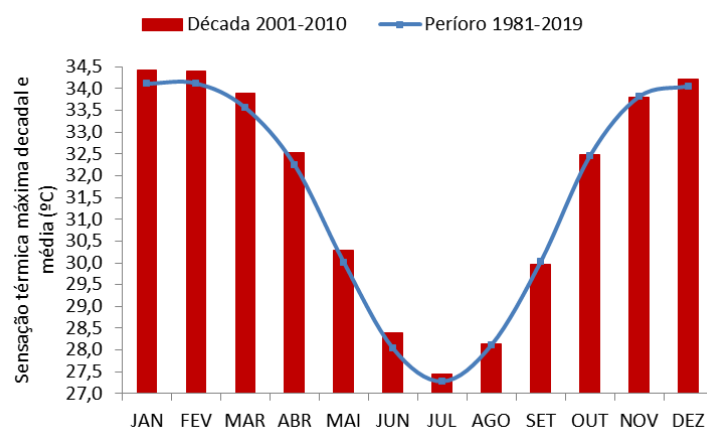
Figura 3. Sensação térmica da temperatura máxima da década 1991-2000 e média do período 1981-2019 no município de Lagoa Seca – PB.



Fonte: Medeiros, (2020).

A sensação térmica do período foi menor que a sensação térmica da década nos meses de janeiro a julho e igualou-se nos meses de agosto a dezembro (Figura 4). Estas flutuações da sensação térmica corroboram com os estudos de Varejão (2006). 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, 2019).

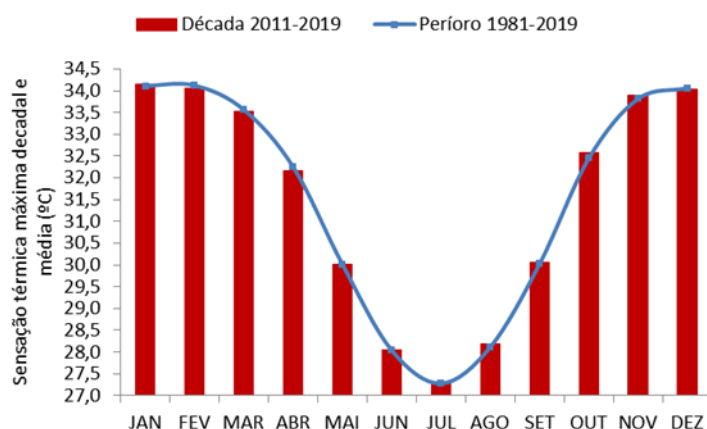
Figura 4. Sensação térmica da temperatura máxima da década 2001-2010 e média do período 1981-2019 no município de Lagoa Seca – PB.



Fonte: Medeiros, (2020).

No período de 1981-2019 e na década de 2011-2019 registrou-se praticamente um equilíbrio entre as sensações térmicas estudadas nos meses de fevereiro, março, maio, junho, julho, agosto, setembro, novembro e dezembro e aumento de 0,1 °C nos meses de janeiro, abril e outubro. (Figura 5). Estudos como o de Medeiro, Holanda & França, (2020) corroboram com os resultados em discussões.

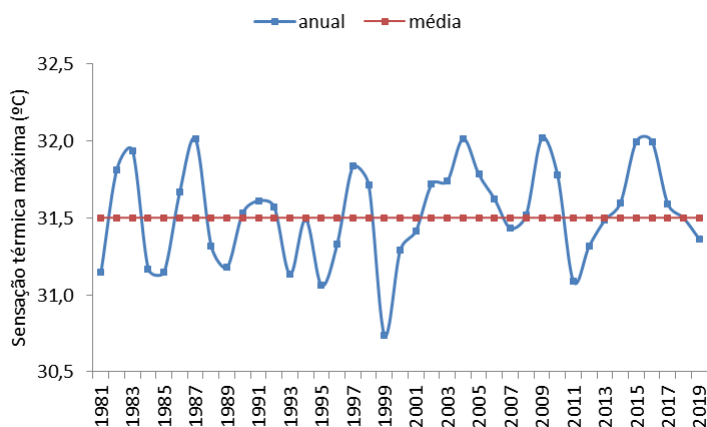
Figura 5. Sensação térmica da temperatura máxima da década 2011-2019 e média do período 1981-2019 no município de Lagoa Seca – PB.



Fonte: Medeiros, (2020).

Com sensação térmica superior a média anual registrou-se nos anos de 1982; 1983; 1986; 1987; 1992; 1993; 1997; 1998; 2002; 2003; 2004; 2005; 2006; 2009; 2010; 2014; 2015 a 2017 fluindo entre 31,6 °C a 32,1 °C (Figura 6). Os anos de maiores sensações térmica foram: 1987; 2005; 2009 2015 e 2016 com 32,1 °C.

Figura 6. Sensação térmica da temperatura máxima anual e média no município de Lagoa Seca – PB.



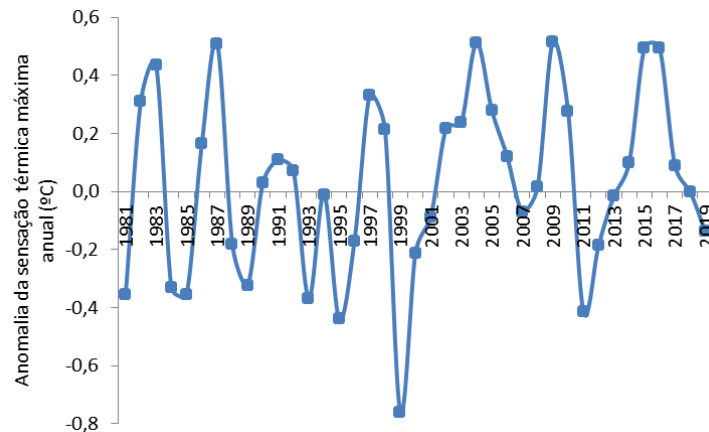
Fonte: Medeiros, (2020).

Destacam-se os anos de 1995 (31,2 °C) e o ano de 1999 (30,7 °C) com menores sensações térmicas registradas no período de 1981-2019. Os anos que ocorreram sensação térmica abaixo da media anual foram: 1981; 1984; 1985; 1988; 1989; 1993; 1996; 2000; 2001; 2007; 2012; 2019. Estudo como o de Silva, Ferreira & Silva, (2015) corrobora com os resultados discutidos.

As anomalias da sensação térmica da temperatura máxima anual do período estudado esta representado na Figura 7. As flutuações das anomalias fluem entre -0,8 °C (1999) a 0,5 °C nos anos de 2004; 2009 e em 2015 e 2016. Registrou-se 18 anos com anomalias positivas, 5 anos com anomalias neutras ou próximo a neutralidade e 15 anos com anomalias negativas.

Destaca-se que as amplitudes das anomalias negativas são mais intensas que as das anomalias positivas, portanto afirmar-se que as noites na área de estudo estão ficando mais quentes e secas.

Figura 7. Anomalia da sensação térmica da temperatura máxima anual no município de Lagoa Seca – PB, compreendido entre 1981-2019.

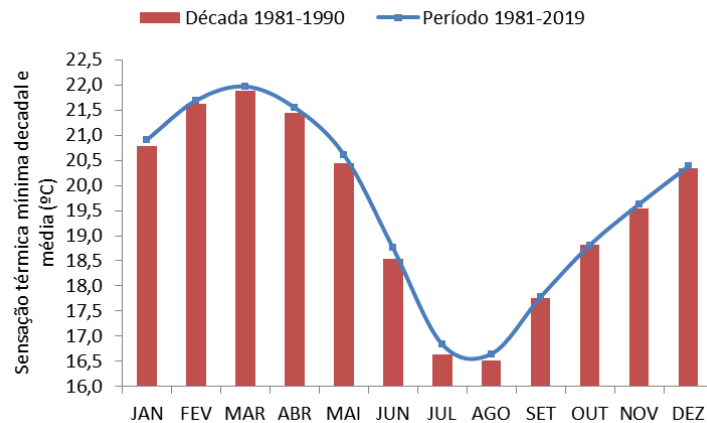


Fonte: Medeiros, (2020).

Estas flutuações da sensação térmica corroboram com os estudos de Varejão-Silva (2006). 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, 2019).

Na Figura 8 observam-se as oscilações das sensações térmicas da temperatura mínima na década 1981-1990 e média do período 1981-2019 no município de Lagoa Seca – PB. Os índices térmicos do período (1981-2019) foram elevados nos meses de janeiro, março, abril e de maio a setembro e nos meses de novembro e dezembro 0,1 (°C), nos meses de fevereiro e outubro ocorreu um equilíbrio térmico entre os valores decadais e o do período.

Figura 8. Sensação térmica da temperatura mínima da década 1981-1990 e média do período 1981-2019 no município de Lagoa Seca – PB.

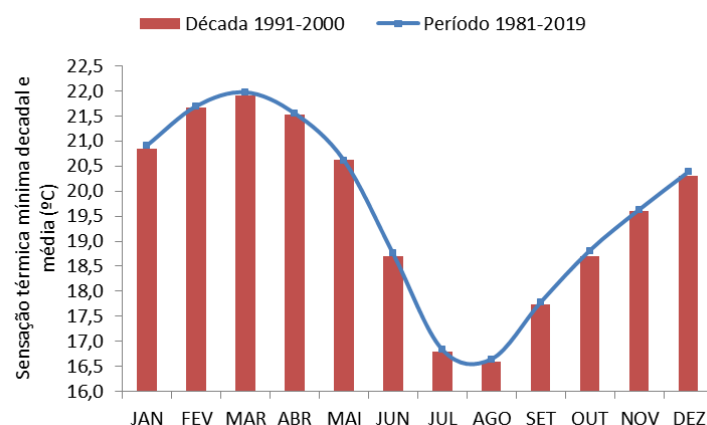


Fonte: Medeiros, (2020).

De acordo com Marengo & Camargo (2008) a temperatura mínima é a que mais vem acendendo aumentos significativos e, conseqüentemente, as variações da sensação térmica elevam-se consideradamente como pode ser observados neste estudo.

Na Figura 9 têm-se as variabilidades das sensações térmicas da temperatura mínima da década 1991-2000 e a média do período 1981-2019 no município de Lagoa Seca – PB. Observa-se que a sensação térmica do período superou os valores térmicos da década em 0,1 °C nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, junho, julho, agosto dezembro. Ocorreu um equilíbrio de sensação térmica no mês de maio.

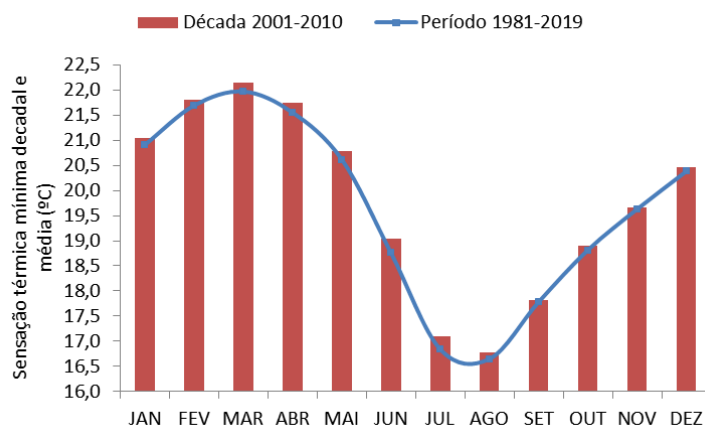
Figura 9. Sensação térmica da temperatura mínima da década 1991-2000 e a média do período 1981-2019 no município de Lagoa Seca – PB.



Fonte: Medeiros, (2020).

Na Figura 10 observa-se que a variabilidade da sensação térmica da década de 2001-2010 superou a os valores do período de 1981-2019 em 0,2 °C para todos os meses em estudo. Estudos como o de Medeiros, Holanda & França, (2020) vem a corroborar com os resultados em discussões.

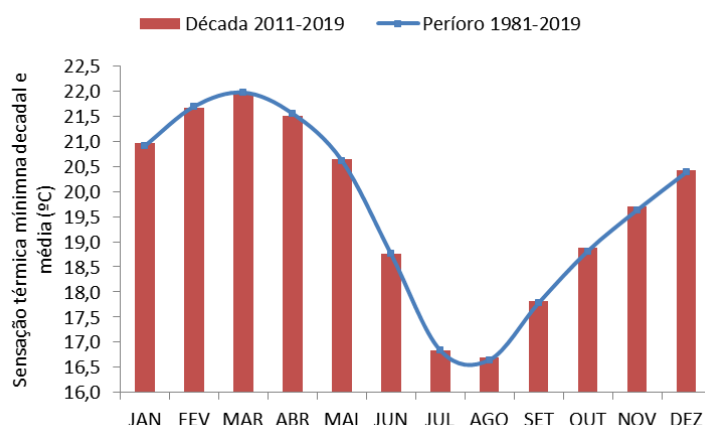
Figura 10. Sensação térmica da temperatura mínima da década 2001-2010 e média do período 1981-2019 no município de Lagoa Seca – PB.



Fonte: Medeiros, (2020).

Entre os períodos estudados observa-se equilíbrio nas sensações térmicas (Figura 11), estes equilíbrios podem serem sítios auxiliados por outros elementos meteorológicos predominantes nos períodos e que influenciam nas variabilidades das sensações térmicas como: baixa incidência da radiação solar diretamente na superfície, alta cobertura de nuvens, baixa intensidade do vento e umidade relativa do ar acima dos seus padrões normais (Medeiros, 2019).

Figura 11. Sensação térmica da temperatura mínima da década 2011-2019 e média do período 1981-2019 no município de Lagoa Seca – PB.

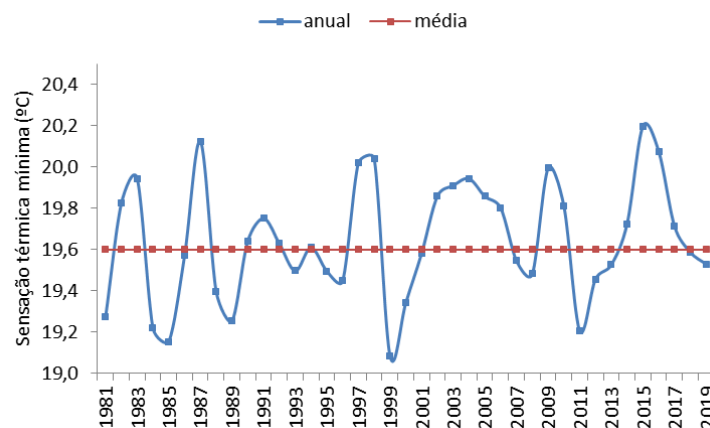


Fonte: Medeiros, (2020).

Na Figura 12 observam-se as flutuações das Sensações térmicas mínimas anuais e média no município de Lagoa Seca – PB. A média da sensação térmica do período (1981-2019) é de 19,6 °C e suas oscilações fluindo entre 19,1 °C no ano de 1999 a 20,2 °C no ano de 2016. Os anos com sensação térmica mínima superior aos 19,6 °C foram: 1982; 1983; 1988; 1992; 1997; 1998; 2002 a 2006; 2010; 2011 e entre 2012 a 2017. Com sensações térmicas

inferiores a 19,6 °C registra-se os anos de 1981; 1984; 1985; 1987; 1989; 1993; 1995; 1997; 1999; 2000; 2007; 2008; 2011; 2012; 2013; 2019. Registrou-se 17 anos com sensação térmica da temperatura mínima acima da média histórica, seis anos de sensações térmicas entre a normalidade e 15 anos com sensação abaixo da média, destaca-se que as magnitudes das sensações térmicas abaixo da média são mais intensas que as acima da média. Portanto, o IDT para temperatura mínima nos anos em estudo, tiveram valores médios bem distintos da média histórica. Estas oscilações vem a corroborar com os estudos dos autores Marengo, (2004); Marengo, (2011) e com o IPCC (2014).

Figura 12. Sensação térmica da temperatura mínima anual e média no município de Lagoa Seca – PB.



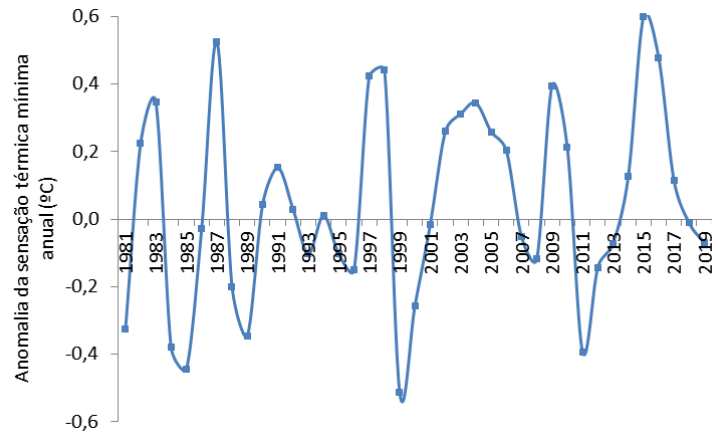
Fonte: Medeiros, (2020).

Ting (2012) afirmou que a flutuação térmica mais elevada registra-se no período noturno, visto que as superfícies urbanas continuam a liberar calor e reduzem o arrefecimento durante o período noturno, mostrando similaridade com o estudo em desenvolvido.

Na Figura 13 têm-se as flutuações das anomalias das sensações térmicas mínimas anuais no município de Lagoa Seca – PB compreendido entre 1981-2019. Com oscilação de -0,5 °C a 0,6 °C no período de estudo. As maiores anomalias positivas foram registradas nos anos de 2014; 1998; 1996 e 1987; As anomalias negativas de menores valores ocorreram nos anos de 1984; 1985; 1999 e 2011. Estas oscilações estão em conformidades com os estudos de Marengo, (2011); Marengo & Camargo, (2008); França, Medeiros, Holanda, Silva & Rolim Neto, (2019) e IPCC (2014).

Figura 13. Anomalia da sensação térmica da temperatura mínima anual no município de Lagoa Seca – PB.

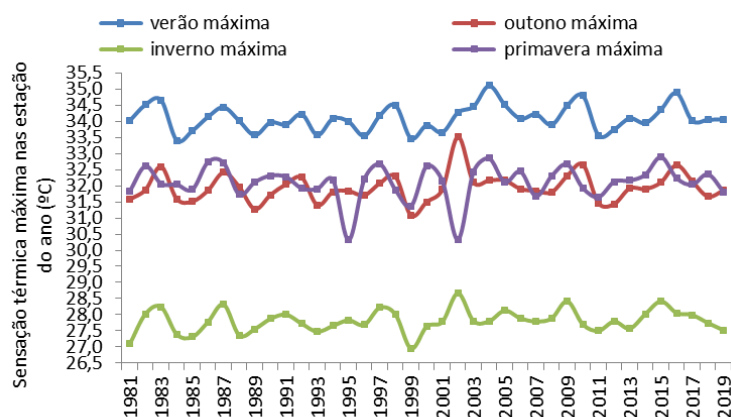




Fonte: Medeiros, (2020).

As flutuações das sensações térmicas máximas nas estações dos anos estão representadas na Figura 14 para o município de Lagoa Seca – PB. As estações verão e primavera são as que apresentam as maiores variabilidades das sensações térmicas tanto em números como em suas amplitudes. Na estação verão as oscilações térmicas fluem entre 33,4 °C nos anos de 1984 e 1998 a 35,3 °C no ano de 2004. As menores oscilações da sensação térmica para a estação verão registrou-se nos anos de 1984; 1996; 1999 e 2011. Na estação primavera as flutuações das sensações térmicas fluíram entre 30,3 °C nos anos de 1995 e 2002 a 33,0 °C nos anos de 1987; 2004 e 2015.

Figura 14. Sensação térmica da temperatura máxima nas estações do ano no município de Lagoa Seca – PB.



Fonte: Medeiros, (2020).

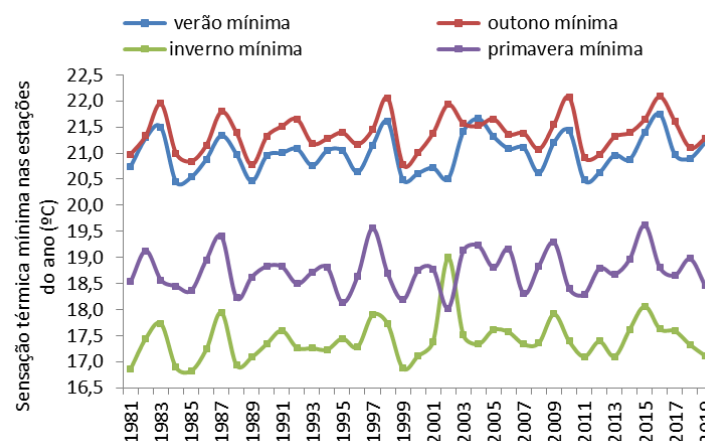
A estação outono registrou índices de sensações térmicas para anos diferenciados e muito abaixo dos valores da estação primavera. As oscilações térmicas da estação outono oscilaram entre 31,0 °C no ano de 1999 a 33,5 °C no ano de 2002. Nos demais anos os índices de sensações térmicas oscilaram entre 31,2 °C a 32,6 °C. Estas oscilações estão em

conformidades com os estudos de Medeiros, Holanda & França, (2020); França, Medeiros, Holanda, Silva & Rolim Neto, (2019); IPCC (2014); Marengo, (2011).

As oscilações das sensações térmicas mínimas nas estações dos anos estão representadas na Figura 15 para o município de Lagoa Seca – PB. As estações de maiores oscilações das sensações térmicas foram registradas nas estações de outono e verão. Na estação outono as flutuações das sensações térmicas fluíram entre 20,7 °C no ano de 1999 a 22,2 °C nos anos de 1998; 2010 e 2016. Na estação verão a sensação térmica oscilou entre 21,9 °C no ano de 2016 a 20,4 °C no ano de 1984; 1985; 1989; 1999; 2002 e 2011 com 20,4 °C, nos demais anos as oscilações da sensação térmicas fluíram entre a máxima e mínima sensação discutida para estação verão.

As oscilações das sensações térmicas na estação primavera registram amplitudes mais amplas que nas duas estações acima descritas. As oscilações fluíram de 19,6 °C nos anos de 1997 e 2016 a 18 °C no ano de 2002. As demais flutuações térmicas anuais estão entre os valores extremos como demonstrado na Figura 15 para a cor roxa. Na estação inverno (cor verde) as flutuações das sensações térmicas fluíram entre 19 °C no ano de 2002 a 16,3 °C nos anos de 1981; 1984 e 1985 respectivamente nos demais meses do ano para a estação estudada as sensações térmicas registrou-se entre os valores máximos das oscilações. Estudos como o de Medeiros, Holanda & França, (2020); França, Medeiros, Ferraz & Holanda, (2020); França, Medeiros, Holanda, Silva & Rolim Neto, (2019) e IPCC (2014) corroboram com as discussões exposta neste artigo.

Figura 15. Sensação térmica da temperatura mínima nas estações do ano no município de Lagoa Seca – PB.

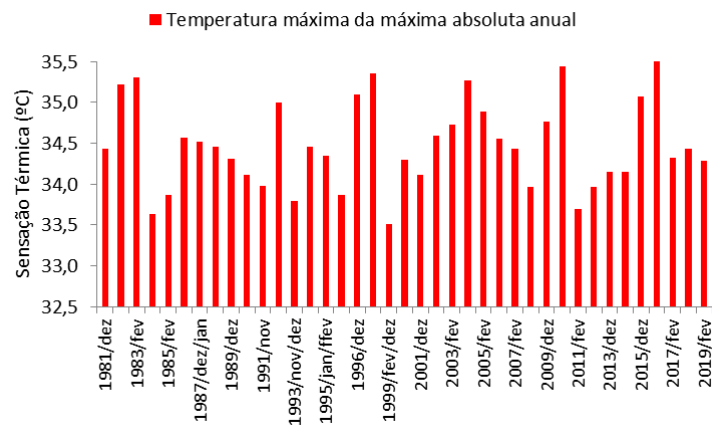


Fonte: Medeiros, (2020).

Na Figura 16 observam-se as variabilidades das sensações térmicas da temperatura máxima da máxima nos meses de maiores intensidade absolutos para o município de Lagoa

Seca – PB. As maiores intensidades registraram-se no ano de 1982 no mês de dezembro com 35,3 °C; 1983 com 35,4 °C; 1996 no mês de dezembro (35,4 °C); 2004 no mês de fevereiro (35,4 °C) e os anos de 2010 e 2016 nos meses de janeiro com 35,4 °C. A menor sensação térmica da temperatura máxima registrou-se no ano de 1999 para os meses de fevereiro e dezembro.

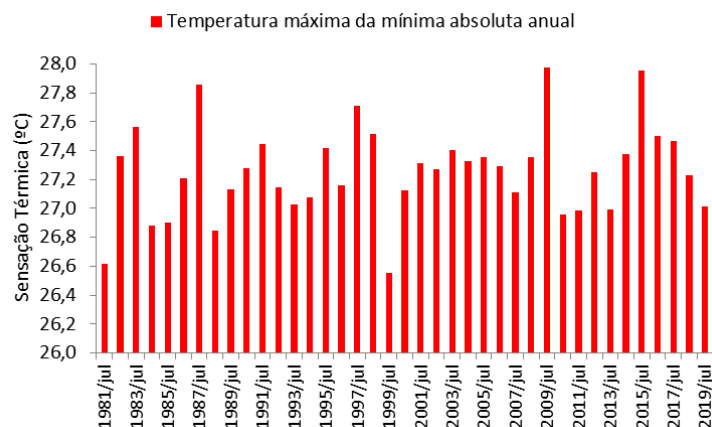
Figura 16. Variabilidade da sensação térmica da temperatura máxima da máxima nos meses de maiores intensidades absolutos para o município de Lagoa Seca – PB.



Fonte: Medeiros, (2020).

As menores sensações térmicas absolutas da temperatura máxima da mínima ocorreram nos anos de 1981 no mês de julho e no ano de 1999 para o mês de julho com 26,6 °C. As maiores sensações foram registradas nos anos de 1987; 2009 e 2015 para o mês de julho com 27,8 °C respectivamente (Figura 17).

Figura 17. Variabilidade da sensação térmica da temperatura máxima da mínima nos meses de maiores intensidades absolutos para o município de Lagoa Seca – PB.

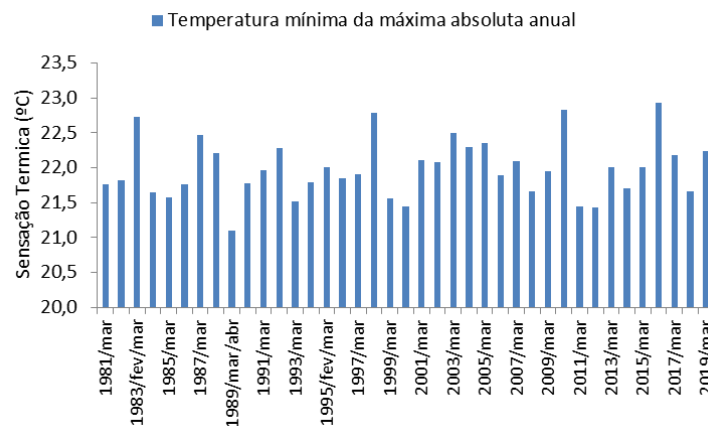


Fonte: Medeiros, (2020).

As variabilidades das sensações térmicas na temperatura mínima da máxima e seus respectivos meses de maiores intensidade absolutos para o município de Lagoa Seca – PB

(Figura 18) com oscilações fluindo entre 21 °C no ano de 1989 para os meses de fevereiro e março a 22,9 °C no ano de 2015 para o mês de março as oscilações de baixa e altas sensações térmicas para os demais anos estão em conformidade com os estudos de França, Medeiros, Ferraz & Holanda (2020); Medeiros, Holanda & França (2020) e IPCC (2014).

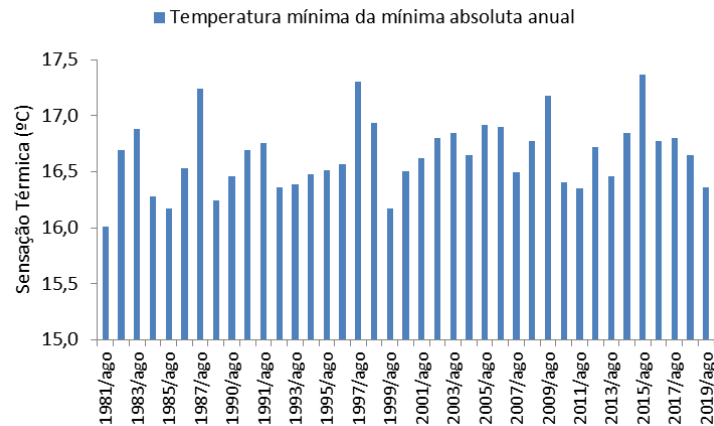
Figura 18. Variabilidade da sensação térmica da temperatura mínima da máxima nos meses de maiores intensidade absolutos para o município de Lagoa Seca – PB.



Fonte: Medeiros, (2020).

Na Figura 19 observam-se as variabilidades da sensação térmica da temperatura mínima da mínima nos meses de maiores intensidade para o município de Lagoa Seca – PB. Os anos de ocorrências das variabilidades da sensação térmica da temperatura mínima da mínima e o mês de ocorrências destes elementos ficou centrado no mês de agosto, o referido mês para a área estudada caracteriza-se por final de período chuvoso e início do período seco, mês onde a intensidade do vento é mais forte e a incidência de radiação solar é pequena, elevado índice de umidade de solo e dos efeitos orográficos que contribuiram para as menores incidências das sensações térmicas. Marengo, (2011); França, Medeiros, Ferraz & Holanda, (2020) e Medeiros, Holanda & França (2020) corroboram com as discussões aqui apresentadas.

Figura 19. Variabilidade da sensação térmica da temperatura mínima da mínima nos meses de maiores intensidade absolutos para o município de Lagoa Seca – PB.



Fonte: Medeiros, (2020).

#### 4. Considerações Finais

As análises das condições climáticas permitirá realizar melhores planejamentos e gestão ambiental do espaço urbano e rural da área estudada.

As séries de temperatura e umidade relativa do ar evidenciaram flutuações de tendência climática, observada na escala regional estudada.

Mais de 50% da população demonstrou que existe um desconforto térmico, mesmo com a área municipal possui uma boa cobertura vegetal dentro do município e sua circunvizinhança e que estes desconfortos térmicos estão centrados em alguns dias nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e julho para a temperatura máxima, nos meses de março, julho e agosto para a temperatura mínima.

As oscilações das sensações térmicas para as temperaturas máximas das mínimas, mínimas das máximas e mínimas das mínimas estão relacionadas com a velocidade do vento e a variabilidade da umidade relativa do ar o que vem ocasionando madrugadas mais quentes na área estudada.

As variabilidades das sensações térmicas máximas e mínimas fluem com os períodos chuvoso e seco. No período seco a população deve-se utilizar-se de roupas finas e confortáveis, evitar exposição diretamente aos raios solares entre o horário das 09:00 as 15:00h.

#### Referências

Alvares, CA, Stape, JL, Sentelhas, PC, Gonçalves, JLM.; Sparovek, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* v.22, p.711–728.

Cavalcanti, EP, Silva, VPR, Sousa, FAS, (2006). Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10 (1), p. 140-147.

Cavalcanti, EP, Silva, EDV, (1994). Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994. Belo Horizonte, Anais..., Belo Horizonte: SBMET, v.1, p.154-157. 1994.

Costa, ADL, (2007). O revestimento de superfícies horizontais e sua implicação microclimática em localidade de baixa latitude com clima quente e úmido. 225f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Unicamp, Campinas/SP. 2007.

Franca, MV, Medeiros, RM, Ferraz, JXV, Holanda, RM, (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, v.2, p. 112-125.

França, MV, Medeiros, RM, Holanda, RM, Silva, VP, Rolim Neto, FC, (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*, v. 15, n. 2 p. 004-014.

Freitas, A. Ilha de calor urbana: um estudo de caso no Campus IV da UFPB. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 8, n. 3, p. 811 – 822, 2015.

Giles, BD, Balafoutis, CH, (1990). The Greek heatwaves of 1987 and 1988. *International Journal of Climatology*, v.10, n.1, p.505–517,

IPCC. (2014). Intergovernmental Panel on Climate Change. 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.

IPCC. (2007). Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change Working Group I: The Physical Science Basis (Summary for Policymakers). Cambridge. 2007. Disponível: GS.

Katzschner, L, Bosch, U., Rottegen, M, (2002), Behavior of people in open spaces in dependency of thermal comfort conditions. In: International Conference on Passive and Low Energy Architecture . Anais, France, James & James Ltd., p.411-415.

Köppen, W, (1931). Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter. P.388.

Köppen, W.; Geiger, R, (1928). Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.

Kozmhinsky, M, Pinheiro, SM, El-Deir, SG, (2016). Telhados Verdes: uma iniciativa sustentável. I. ed. Recife: EDUFRPE, 2016.

Labaki, LC, Santos, RF, Bueno-Bartholomei, CL, Abreu, LV, (2011). Artigo: Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. Belo Horizonte: Fórum Patrimônio. Mudanças climáticas e o impacto das cidades, v.4, n.1, p.23-42.

Marengo, JA, Alves, LM, Beserra, EA, Lacerda, FF, (2011). Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. ISBN 978-85-64265-01-1. INSA. Pag. 303 – 422. Campina Grande - PB.

Marengo, JA, Camargo, CC, (2008). Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-2002. International Journal of Climatology, 28, 893-904.

Marengo, JA, (2004), Climatology of the low-level Jet East of the Andes as Derived from NCEPNCAR Reanalyses: Characteristics and Temporal Variability. Journal of Climate, v.17, n.12, p.2261-2280.

Medeiros, RM, Holanda, RM, França, MV, (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, v.2, p. 70-83.

Medeiros, RM, (2019). Sensações térmicas do período de 1977-2016 em Teresina - PI, Brasil. Formação (Online), v. 26, n. 49, p. 235-258.

Medeiros, RM, Kozmhinsky, M, Holanda, RM, Silva, VP, (2018). Variabilidade e sensação térmica do período 1962-2015 na grande Metrópole Recife - PE, Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física. , v.11, p.16 - 27.

Medeiros, RM, Bezerra, APXGB, Falcão, SMP, Campos, JHBC, Holanda, RM, (2017). Avaliação do índice de conforto térmico no campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e Simpósio de Mudanças Climáticas e Desertificação do Semiárido Brasileiro, XX CBAGRO e V SMUD. Juazeiro-BA/Petrolina- PE. 14 a 18 de agosto de 2017.

Medeiros, RM, (2016). Estudo Agrometeorológico do Estado da Paraíba. p.125.

Monteiro, CAF, (1976). Teoria e Clima Urbano. São Paulo: IGEO/USP,

Moreira, EBM, (2017). O Modelo Sebal para Estudos de Clima Intraurbano: Aplicação em Recife, Pernambuco, Brasil - The Sebal Model For Climate Intra-Urban Studies: Application In Recife, Pernambuco, Brazil. Ra'e Ga - O Espaço Geográfico Em Análise, V. 39, P. 247-265, 2017.

Nery, JT, (2011). Clima urbano e conforto térmico no município de Ourinhos – SP. Universidade Estadual Paulista, UNESP.

Silva, JF, Ferreira, HS, Santos, M, (2015). O. Considerações sobre os estudos em clima urbano. Revista Geama, v. 2, n. 1, p. 156-170.

Silva, SD, Streck, NA, (2015). Tendências das séries históricas do índice de calor no município de Santa Maria - RS. Ciência Rural 44, 1360-1366.



Santos, G.D, Santos, JS, Silva, IA, Furtado, GD, Gonzaga, BS, (2017). Estudo das condições de conforto térmico em escolas públicas municipais de tempo integral na cidade de João Pessoa – PB. Revista Brasileira de Agrotecnologia. v. 7, n. 3, p. 1-10.

Souza, DM, Nery, JT, (2012). O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. Geografia, Londrina, v. 21, n. 02, p. 65-83.

Silva, APOL, Holanda, RM, Silva, VP, Silva, CJ, Medeiros, RM (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, v.1, p. 526-535. 2019.

Ting, DSK, (2012). Heat Islands – Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas. Earthscan LLC.

Thom, EC, (1959). The Discomfort Index. Weatherwise, v.2, n.1, p.567-60.

Thornthwaite, CW, (1984). An Approach Toward a Rational Classification of Climate. Geogr. Ver. 38, 55-94.

Thornthwaite, CW, Mather, JR (1955). The Water Balance. New Jersey: Drexel Institute Of Technology. Publications In Climatology, 104p.

Varejão, MAS, (2006). Meteorologia e climatologia. Versão Digital 2, Recife, p.463. 2006.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Raimundo Mainar de Medeiros – 20%

Romildo Morant de Holanda – 20%

Manoel Viera de França – 20%

Rigoberto Moreira de Matos – 20%

Patrícia Ferreira da Silva – 20%