



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO – CEDUC
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA - DG
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM GEOGRAFIA**

ELAINE FARIAS TEIXEIRA

**PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS HIGROTÉRMICAS DO AR ÚMIDO E DO
ÍNDICE DE DESCONFORTO DE CAMPINA GRANDE, PB.**

**CAMPINA GRANDE
2020**

ELAINE FARIAS TEIXEIRA

**PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS HIGROTÉRMICAS DO AR ÚMIDO E DO
ÍNDICE DE DESCONFORTO DE CAMPINA GRANDE, PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Geografia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de licenciada em Geografia.

Área de concentração: Climatologia

Orientador: Prof. Dr. Hermes Alves de Almeida

CAMPINA GRANDE
2020

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

T266p Teixeira, Elaine Farias.

Principais características higrotérmicas do ar úmido e do índice de desconforto de Campina Grande, PB [manuscrito] / Elaine Farias Teixeira. - 2020.

44 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2020.

"Orientação : Prof. Dr. Hermes Alves de Almeida, Coordenação do Curso de Geografia - CEDUC."

1. Climatologia. 2. Clima urbano. 3. Ilhas de calor. 4. Temperatura do ar. 5. Microclima. I. Título

21. ed. CDD 551.6

ELAINE FARIAS TEIXEIRA

**PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS HIGROTÉRMICAS DO AR ÚMIDO E DO
ÍNDICE DE DESCONFORTO DE CAMPINA GRANDE, PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura Plena em Geografia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de licenciada em Geografia.

Área de concentração: Climatologia

Aprovada em: 14/12/2020.

BANCA EXAMINADORA

Hermes Alves de Almeida

Prof^o Dr. Hermes Alves de Almeida

Prof. Dr. Hermes Alves de Almeida (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Maria das Graças Ouriques Ramos

Profa. Msc. Maria das Graças Ouriques Ramos
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Maysa Porto F. Marques

Profa. Msc. Maysa Porto Farias Marques
Secretaria de Educação, Prefeitura Municipal de Pocinhos- PB.

As minhas bisavós Anália de Farias Leite e Francisca Cordeiro do Rêgo (*in memoriam*) a mamãe Katia Cilene R. Farias e vovó Maria Eliete Nóbrega pelo incompreensível amor que reverbera e reverberará em mim para todo sempre, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela misericórdia de conceder-me na vida bem mais do que mereço, por trilhar-me no caminho da sabedoria, da Ciência Geográfica e por permitir concretizar a minha escolha, pois, a Geografia não só me acolheu como tornou os meus dias incomparavelmente significativos.

Gratidão a Katia C. R. Farias que com o seu incompressível amor e positividade inigualável acreditou que eu sou capaz, até mesmo quando não enxerguei perspectiva nos meus sonhos ela restaurou minha fé com suas inestimáveis orações de mãe.

Aos meus irmãos Eriberto, Emanuely, Rafael, Larissa e Lavínia que são os meus presentes de Deus, além do vínculo sanguíneo e mesmo sem imaginar deram-me força e amor para que eu prosseguisse.

A Universidade Estadual da Paraíba, minha casa desde 2016 e a qual tenho muito orgulho de relatar onde vivenciei e construí meus conhecimentos acadêmicos.

Aos professores do Departamento de Geografia, se vi mais longe foi por estar de pé sobre ombros de gigantes.

Aos funcionários da UEPB, que de maneira eficiente facilitaram minha jornada acadêmica tornando o ambiente acolhedor para rotina de estudos.

Ao Professor Antônio Albuquerque, que enxergou potencial, ainda no segundo período da graduação e abriu as portas para que eu ingressasse na Pesquisa.

A Prof^a. Josandra Melo, minha orientadora no Projeto de Iniciação à Docência, grande referência na Educação e enquanto mulher. Aprendi muito com seu talento e humildade. Muito obrigada pela oportunidade.

Ao meu orientador Prof^o Hermes Alves de Almeida, pois, todo conhecimento referente a Climatologia Aplicada à Geografia devo ao seu profissionalismo impecável e as oportunidades para participar como monitora da disciplina e como bolsista no Programa de Iniciação Científica da UEPB. Minha eterna gratidão e respeito, querido professor.

As Professoras Graças e Maysa por aceitarem participar como membros da banca examinadora, pela disponibilidade e pertinentes contribuições.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pela disponibilidade de dados meteorológicos horários da cidade de Campina Grande para a efetivação desta pesquisa.

A CAPES e ao CNPq por terem subsidiado minhas pesquisas desde 2017.

Ao Coordenador do Curso de Geografia, Prof^o Faustino Moura Neto pela atenção e boas vibrações nesta fase final.

Aos meus grandes amigos Henrique Sabino e Kaline Oliveira, um Potiguar e uma Pernambucana que mesmo longe de casa foram conforto nas circunstâncias difíceis, sobretudo, sorriso e abraço sincero nos tantos momentos felizes que compartilhamos.

Aos amigos Ramon Marinho, Glayseane Ancelmo, Daniel Batista e Jardênio Oliveira da turma de Geografia 2016.1 pelo apoio, conversas e tantas situações felizes vivenciadas durante o curso, desejo-lhes sucesso na profissão.

A Alisson Nascimento e Jefferson Pedrosa por toda paciência e disposição em ajudar-me nos momentos que mais precisei. Isso significou muito para mim, assim como a amizade de vocês.

A Matheus Vieira, por acreditar nos meus sonhos proporcionando-me liberdade e resiliência para alçar “vôos” cada vez maiores. Por toda atenção e amor, gratidão.

Aos meus familiares e amigos que contribuíram para a realização de um sonho, acreditaram na importância que é concluir um curso de nível superior e o quanto realizada estou por tornar-me Professora de Geografia. Agradeço.

RESUMO

As ações antrópicas nas médias e grandes cidades contribuem direta e/ou indiretamente na ambiência local e no microclima. A cidade paraibana de Campina Grande passa por processos de transformação urbana, semelhante as demais, embora não se conheça as principais características dos elementos do clima urbano. Diante disto, procurou-se estabelecer as principais características higrotérmica do ar úmido, na escala horária, e do índice de desconforto de Campina Grande (7°13'S; 35°52'W; 550 m), sendo essas determinações os objetivos principais. Os dados de temperatura do ar (tar) e umidade relativa (UR) foram coletados na estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada no Centro de Pesquisa do Algodão (Embrapa/algodão- Campina Grande) e disponibilizados na sua página. De posse desses dados horários de tar e UR, do período de 01.01.2008 a 31.12.2019, e utilizando-se os critérios da climatológica, foram determinados, nessa escala temporal, os principais indicadores higrotérmicos do ar úmido, os resultantes da combinação de tar e UR e os índices de desconfortos, para a referida cidade. Os principais resultados mostraram que os picos de temperaturas extremas ocorreram por volta do meio dia e 06:00 h da manhã, respectivamente, e as médias das amplitudes térmicas horárias foram maiores nas temperaturas extremas do que nos das médias instantâneas. As curvas da pressão máxima de saturação versus tar instantâneas são simétricas e assimétricas, as das mesmas com relações com UR. As frequências horárias dos teores de umidade relativa foram maiores que 80,0% e, em apenas, cerca de 9,0 % dos dias, foram menores que o nível recomendado pela Organização Mundial de Saúde. A pressão parcial de vapor é praticamente constante ao longo do dia e o déficit de pressão de vapor, um indicador importante para análise conjunta da tar e UR. O índice de desconforto higrotérmico encontrado foi leve e com ênfase para os horários entre 12:00 e 16:00 h, por coincidir com a inversão da relação tar e UR. Recomenda-se a continuidade da pesquisa, com análises mais detalhadas, visando estabelecer as principais características higrotérmicas do ar e os respectivos índices de desconforto, no contexto dos procedimentos teórico-metodológicos do clima urbano.

Palavras – chave: Climatologia. Clima urbano. Ilhas de calor. Microclima.

ABSTRACT

Anthropic actions in medium and large cities contribute directly and/or indirectly to the local environment and the microclimate. The Paraíba city of Campina Grande is undergoing urban transformation processes, similar to the others, although the main characteristics of the elements of the urban climate are not known. In view of this, we sought to establish the main hygrothermal characteristics of humid air, on the hourly scale, and the Campina Grande discomfort index ($7^{\circ}13'S$; $35^{\circ}52'W$; 550 m), these determinations being the main objectives. The air temperature (tar) and relative humidity (RH) data were collected in the automatic meteorological station of the National Institute of Meteorology (INMET), installed at the Cotton Research Center (Embrapa/cotton- Campina Grande) and made available on its page. With the hourly data of tar and UR data, from 01.01.2008 to 12.31.2019, and using the climatologically criteria, the main hygrothermal indicators of humid air, those resulting from the combination of tar and UR and the discomfort rates for that city. The main results showed that the extreme temperature peaks occurred around noon and 06:00 am, respectively, and the averages of the hourly thermal amplitudes were higher in the extreme temperatures than in the instantaneous averages. The curves of the maximum saturation pressure versus instantaneous tar are asymmetrical and asymmetrical, the same with UR relations. The hourly frequencies of the relative humidity levels were greater than 80.0% and, in just about 9.0% of the days, were lower than the level recommended by the World Health Organization. The partial vapor pressure is practically constant when throughout the day and the vapor pressure deficit, an important indicator for the joint analysis of tar and UR. The hygrothermal discomfort index found was mild and emphasized the time between 12:00 and 16:00 h, as it coincided with the inversion of the tar and UR relationship. It is recommended to continue the research, with more detailed analyzes, in order to establish the main hygrothermal characteristics of the air and the respective discomfort indexes, in the context of the theoretical and methodological procedures of the urban climate.

Keywords: Climatology. Urban climate, Heat islands, Microclimate.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Mapa geográfico do estado da Paraíba, com destaque para Campina Grande, PB 26
- Figura 2** - Estações Meteorológicas Convencional e Automática, instaladas no Centro Nacional de Pesquisa do Algodão CNPA/EMBRAPA, Campina Grande, PB 27
- Figura 3** - Médias horárias das temperaturas máxima, média e mínima de Campina Grande, PB 31
- Figura 4** - Médias horárias mensais da temperatura do ar, Campina Grande, PB 32
- Figura 5** - Relações horárias entre as temperaturas do ar e a umidade relativa do ar, Campina Grande, PB 33
- Figura 6** - Relações horárias entre a temperatura máxima média e a umidade relativa do ar, Campina Grande, PB 33
- Figura 7** - Relações horárias entre a temperatura mínima média e a umidade relativa do ar, Campina Grande, PB 34
- Figura 8** - Relação horária entre a temperatura do ar e a pressão de saturação de vapor. Campina Grande, PB 36
- Figura 9** - Relações horárias entre a pressão parcial de vapor (e_a) e pressão de saturação (e_s), em Campina Grande, PB 37
- Figura 10** - Relações horárias entre as pressões parcial de vapor (e_a) e de saturação (e_s) e déficit de pressão (DPV). Campina Grande, PB 38
- Figura 11** - Média horária da Temperatura Efetiva, para a condição média, para a cidade de Campina Grande, PB 39
- Figura 12** - Temperatura Efetiva Máxima horária. Campina Grande, PB 39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação da Temperatura Efetiva, proposta por Terjung (1966)	29
Tabela 2 - Classificação da Temperatura Efetiva, proposta por Matzarakis e Mayer (1991)	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMA – Estação Meteorológica Automática

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

OMM – Organização Meteorológica Mundial

TE – Temperatura Efetiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
	2.1 Um breve entendimento da importância dos estudos meteorológicos	15
	2.2 As médias cidades e o desconforto térmico	16
3	MATERIAL E METODOS	26
	3.1 Caracterização da área de estudo	26
	3.2 Procedimentos metodológicos de coleta e análises de dados	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5	CONCLUSÃO	41
6	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

A compreensão da dinâmica da cidade parte do pressuposto que o espaço urbano é ocupado por uma parcela crescente da população mundial. Para Corrêa (2004), o espaço urbano é o “palco” da interação entre sociedade e natureza em distintos contextos: culturais, econômicos, políticos, sociais e ambientais. Neste âmbito, no Sistema Clima Urbano proposto por Monteiro (2003), a cidade é cada vez mais a morada do homem.

Com a organização primária da natureza, o homem promove uma série de mudanças concentradas e que se aglutinam em forma da edificação urbana. As características geográficas das cidades de portes médios são, na sua maioria, diferenciadas das de grande porte. Esses aglomerados urbanos possibilitam e/ou facilitam as identificações e compreensão da interação sociedade-natureza na “construção” do clima urbano (MENDONÇA, 2003).

Mediante essa realidade, o espaço urbano tem despertado interesse científico uma vez que nele é possível identificar, no decorrer das últimas décadas, intensos processos de modificação no sistema atmosférico, destacando-se as pequenas e médias cidades que juntas representam abrigo para a maior parte da população mundial.

O clima por ser uma sequência cronológica do tempo, “ocupa” dimensões do ambiente urbano e seu estudo possibilita equacionar a questão ambiental das cidades. As condições de Tempo dessas áreas, entendidas como clima urbano, são derivadas da modificação da paisagem natural sendo substituída artificialmente, por intervenções do homem. Na climatologia geográfica, entende-se por clima urbano como sendo a alteração da paisagem natural e por um ambiente construído (MONTEIRO, 1993).

A cidade por ser um ambiente artificialmente modificado, introduz alterações, especialmente, no balanço de energia cujas alterações influenciam em praticamente todos os elementos do clima (temperatura do ar, umidade atmosférica, ventos, precipitação pluvial, dentre outros). Esses indicadores ambientais influenciam não somente a qualidade ambiental, mas há uma série de evidências de efeitos do clima urbano na saúde (RIBEIRO, PESQUERO e COELHO, 2016).

Estudos dos impactos do clima em áreas urbanas datam do século XVII, contemplam questões urbanas e ambientais e que transformam o fenômeno natural em problema social (NASCIMENTO JUNIOR, 2018). No entanto, uma grande maioria de artigos científicos relacionados ao tema relata medidas mitigadoras, tais como, a arborização para amenizar as elevadas temperaturas do ar e/ou de controle da poluição atmosférica, principalmente, a substituição do uso de veículos na mobilidade urbana.

Desta forma, evidencia-se que as cidades surgiram com ausência quase completa de planejamento. A má distribuição demográfica no território brasileiro, sobretudo, devido ao crescimento desordenado dos grandes centros urbanos, contribui para desenvolver problemas ambientais, com modificações na cobertura do solo, construção de edificações e pavimentações com matérias de alto poder de armazenamento de energia térmica, influenciando diretamente o aumento da temperatura.

O estudo do clima urbano de cidades de médio e grande porte, como Campina Grande, por exemplo, é imprescindível, pois, considerando o seu nível e estágio de desenvolvimento é viável um planejamento para melhoria nas áreas urbanizadas (MENDONÇA, 2003).

De acordo com Moreira et al., (2017), o crescimento das cidades é acompanhado, na sua maioria, pela deterioração progressiva do ambiente, ao substituir áreas verdes por edificação resulta na dependência de materiais da construção civil.

Nesse contexto, houve a necessidade de um estudo micrometeorológico da cidade de Campina Grande, visando estabelecer as principais características higrotérmica do ar úmido, utilizando-se a temperatura do ar, umidade relativa e dos dados derivados, nas escalas horária, mensal e sazonal, sendo essas determinações os objetivos principais. Tendo ainda, os seguintes objetivos específicos:

- a) Estabelecer os principais indicadores termodinâmicos, na escala horária, derivados da temperatura do ar e da umidade relativa para a cidade de Campina Grande;
- b) Determinar os indicadores de desconforto higrotérmico para a população campinense.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Um breve entendimento da importância dos estudos meteorológicos.

O homem interessa-se pelo tempo atmosférico antes mesmo de compreender como os fenômenos meteorológicos que ocorrem na Troposfera influenciam, de fato, sua vida, sendo assim, a manifestação de precipitações e longos períodos de estiagens eram atribuídos inicialmente a figuras divinas e estavam intimamente relacionados a agricultura, desta forma, o estudo da atmosfera desenvolveu-se com a necessidade do homem proteger a si e sua colheita.

Posteriormente, Ayoade (2007), acreditava que com a revolução tecnológica ocorrida no período Renascentista houve um grande desenvolvimento dos estudos relacionados à atmosfera, pois, no século XVI, Galileu inventou o termômetro. Logo após o século XVII Torricelli desenvolveu o princípio do barômetro de mercúrio, instrumento que indica a pressão, responsável pelos movimentos atmosféricos, por conseguinte, conforme Almeida (2016, p. 61) “[...] as observações do Tempo passaram a ter um caráter mais quantitativo e regular a partir da implantação de algumas estações meteorológicas na Itália”.

Diante do exposto, com o desenvolvimento técnico e instrumentação das observações do tempo, a camada de ar que circunda o planeta terra intitulada atmosfera ficou conhecida por encarregar-se de funções indispensáveis a vida do homem, como: proteger os organismos da exposição a níveis arriscados de radiação ultravioleta, fornecer os gases essenciais para os processos vitais de fotossíntese e respiração celular.

Além de evitar amplitudes térmicas extremas de temperaturas e fornecer a água necessária para vida através do processo de evaporação, os avanços tecnológicos relacionados ao conhecimento da atmosfera passaram a desempenhar um papel vital no fenômeno anteriormente tido como sobrenatural através de trabalhos científicos na meteorologia e Climatologia Geográfica.

Os primeiros postos de observação de tempo, no Brasil, segundo Almeida (2016) datam o século XVI, conjuntamente com a ocupação holandesa em Olinda, cidade do estado de Pernambuco, na região Nordeste. “Um trabalho sistemático, porém, foi empreendido a partir de 1862, pela Marinha, que produziu o primeiro esboço climatológico do país, em 1891” (ALMEIDA, 2016, p.75). Ademais, conforme o autor, em 1909 o Governo Brasileiro unificou as atividades de Observatório, Marinha e Telégrafo Nacional, criando assim, a Diretoria de Meteorologia e Astronomia, onde quatro anos mais tarde, em 1913, já realizava as primeiras previsões de tempo no Brasil.

O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), junto à Organização Meteorológica Mundial (OMM) é responsável pela observação meteorológica da América do Sul, dentre suas

funções está principalmente à elaboração das previsões de tempo no âmbito nacional como também a divulgação de alertas de eventos extremos a população. Essas observações são possíveis devido ao monitoramento de 900 estações meteorológicas convencionais e automáticas espalhadas pelo vasto território, de forma padronizada, com coleta e distribuição de dados de (temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade do vento, precipitação, entre outras variáveis), imagens obtidas através de satélites também são ferramentas utilizadas que viabilizam uma previsão de Tempo diária, prática e confiável.

2.2 As médias cidades e o desconforto térmico.

A priori, é importante ressaltar que o primeiro resquício de cidade é datado do período neolítico. Segundo Souza (2003), a cidade de Jericó, localizada às margens do rio Jordão na Palestina, foi o primeiro assentamento a merecer o nome de cidade. Iniciando-se a prática da agricultura, o homem, normalmente nômade, fixa-se e promove um salto extraordinário.

A população mundial residia no campo até o final do século XVIII. No entanto, com o desenvolvimento industrial concentrando o capital na cidade o êxodo rural ocorreu em um ritmo bastante acelerado, principalmente, nos países subdesenvolvidos, onde a urbanização andando em passos ainda muito lentos alcançou dimensões populacionais assustadoras e não acolheu com uma infraestrutura ideal o homem, agora, urbano.

Corrêa (1993) considera o espaço urbano a partir da percepção que seus habitantes têm em suas conexões com estrutura social, processos e funções. Por isso, a cidade irá ser palco da interação entre sociedade e natureza em divergentes contextos: culturais, econômicos, políticos, sociais e ambientais. “Em verdade, obedecendo o caráter antropocêntrico da Geografia, a cidade é, cada vez mais a morada do Homem”. (Monteiro, 2003, p.10).

Campina Grande, segunda maior cidade do Estado da Paraíba, eleva-se a categoria de cidade no ano de 1864, sintetizando a história campinense chega-se ao ano de 1933, quando a mesma é contemplada no plano de urbanização das grandes cidades brasileiras. Com euforia, as perspectivas permeavam contribuições para tornar o espaço moderno, acolhedor e atrativo para o turismo, aumentando assim, o ritmo das atividades econômicas. Desta forma, segundo Sousa (2003) em janeiro de 1935 lia-se nas páginas do jornal *O Rebate* o decreto de nº 51:

“Considerando que Campina Grande apesar de ser uma cidade bastante adiantada, distancia-se, porém, das outras cidades importantes do país, pelo seu aspecto material, pois as construções e reconstruções em suas principais ruas são geralmente feitas de um só pavimento. Considerando que o poder Público tem o dever de interessar-se pelo embelezamento da cidade, pois, é ele inquestionavelmente que impressiona os que

nos visitam. Considerando que para isso é preciso obrigar-se que as construções e reconstruções nessas ruas sejam de mais de um pavimento (...)” (JORNAL O REBATE, 1935).

Por essa visão, os casarões nas ruas João Pessoa, Marquês do Herval, Major Belmiro Barbosa Ribeiro, Maciel Pinheiro, Cardoso Vieira e Monsenhor Sales, além das Praças João Pessoa, Epitácio Pessoa e do Rosário foram demolidas por remeter a cidade a um simbolismo pacato e passadista, sendo assim, as construções e reconstruções das propriedades nestas respectivas ruas por obrigatoriedade deveriam ter mais de um pavimento.

A título de informação, era exatamente na área central de Campina Grande que na década de 1930 residia à elite política campinense, ou seja, os grandes proprietários de terra e comerciantes da cidade. Portanto, conforme Sousa (2003), embora o Prefeito Vergniaud Wanderley estivesse cumprindo o decreto do plano de urbanização lançado anteriormente ao seu mandato recaíram sob seus ombros muitas críticas por compelir espaços de práticas tradicionais e oligárquicas.

Ressalta-se, portanto, que o projeto higienista e sanitarista para a cidade não beneficiava a população apenas no tocante a regressão de doenças, o que já representava um salto bastante significativo, mas também reordenou o espaço com abertura de avenidas e a construção do Grande Hotel (atual sede da Prefeitura Municipal), marco histórico com quatro pavimentos que atestou a Campina Grande ares de uma urbe progressista.

A Reforma Urbana de Campina Grande, empenhada em assemelhar-se a da Capital Federal: Rio de Janeiro consistia em projetos paisagísticos e arquitetônicos europeus, desta forma, de acordo com Sousa (2003), os becos, cortiços e ruas sinuosas transformaram-se em vistosas e largas avenidas, promovendo uma mobilidade aos automóveis e mercadorias, deixando nítidas mudanças nas noções de tempo, espaço e, sobretudo na vida dos habitantes.

Não há efetivamente na literatura questionamentos sobre os impactos que a Reforma Urbana exerceu no âmbito da qualidade ambiental de Campina Grande. Como citado anteriormente, os projetistas estavam empenhados na construção de uma urbe nos moldes da civilizada Europa. No entanto, contrariamente ao referido continente, a parte sententrional do Nordeste Brasileiro ratifica o elevado quantitativo da irradiância solar na referida cidade. Desta forma, o clima urbano não deve ser encarado como único produto do espaço construído, pois, os fatores geográficos, ou seja, relevo, altitude e latitude desempenham um papel essencial na determinação do microclima (LANDSBERG, 2006).

Devido à busca incessante pela modernização, os projetistas não observaram a composição e estrutura da cidade no fundamental quesito de conforto térmico. Portanto, essa é

uma problemática discutível, sobretudo devido à carência de estudos holísticos dos indicadores termodinâmicos do ar atmosférico (temperatura, umidade relativa e dados derivados), na escala horária. Com a ausência desse conhecimento não há como entender o impacto das ações antrópicas na cidade e, conseqüentemente, na população campinense, considerando como formas herdadas do passado que se mantêm no presente, descritas por Santos (1996).

Abrigando novas funções, os casarões, patrimônios da reforma urbana do centro da cidade são substituídos por uma rotina de comércio regional, cuja influência transpõe o limite estadual. Contudo, o planejamento das avenidas da década de 30 não previa que num futuro bem próximo, a partir de 1970 haveria uma popularização do automóvel, onde o centro de Campina Grande, diga-se de passagem, ainda muito vivo, não ofertava espaço necessário para estacionamento dos clientes que movimentariam a economia local. Segundo Costa (2010, p. 52) “(...) o espaço urbano foi se transformando, em maior ou menor escala, tanto pelos usos como pelos equipamentos que foram se instalando em suas paisagens”.

A cidade, produto da apropriação do homem no espaço geográfico desperta cada vez mais interesse científico nas últimas décadas, principalmente no que se refere ao sistema atmosférico, pois, segundo Silva (2010):

“Dentre os vários sistemas ambientais, o atmosférico vem sendo um dos mais afetados nesses últimos séculos, principalmente no que se diz respeito ao seu estado de equilíbrio dinâmico. Os centros urbanos acabam sendo áreas potenciais a esses problemas, pois o calor antropogênico oriundo das diversas atividades desenvolvidas nessas áreas, associado ao aumento das temperaturas médias globais acaba por alterar as condições de conforto térmico nesses ambientes, gerando conseqüência direta na qualidade de vida das populações”. (SILVA et al, 2010)

Desta forma, as modificações na paisagem dos elementos naturais segundo o interesse da sociedade na ocupação e uso do solo nos centros urbanos geram implicações significativas. Para Mendonça (2003, p.93), “Neste ambiente socialmente construído, o balanço de energia precedente sofre profundas mudanças, sendo que os elementos climáticos mais observados têm sido a temperatura e umidade relativa do ar (ilha de calor, ilha de frescor, conforto/ desconforto térmico etc.)”

Para esse mesmo autor, a maioria dos estudos de clima urbano utiliza-se de dados médios coletados em estações meteorológicas padronizadas, devido à ausência de estações automáticas. Embora escassa, a compreensão do clima urbano em pequenas e médias cidades ressaltasse importante, pois, as mesmas abrigam a maior parcela da população global:

“As cidades de porte médio e pequeno possuem então características geográficas bastante diferenciadas daquelas de grande porte e metropolitanas e apresentam, portanto, consideráveis facilidades para a identificação de suas paisagens intraurbanas, estas, previamente identificadas, permitirão uma melhor compreensão da interação sociedade-natureza na construção do clima urbano”. (MENDONÇA, 2003, p.96)

Diante do contexto negativo da urbanização, Monteiro (1976) analisou um vasto território com falta de compressão da dinâmica atmosférica das pequenas e médias cidades no Brasil, abrindo, desta forma, um elenco de discussões sobre a Sistematização do Clima Urbano.

Nesse contexto, Sette e Ribeiro (2011) utilizando-se do suporte teórico e metodológico oferecido por Monteiro (1976), desenvolveram pesquisas no ramo da climatologia nas décadas de 1990 e 2000, com ênfase ao subsistema dinâmico, onde era analisado, principalmente, a temperatura e umidade relativa do ar. Zavattini (2003) delinea um mapa mental de como realizar uma análise rítmica proposta por Monteiro (1976):

“É preciso ter uma grande dose de paciência e inventividade e de coragem, tanto no identificar a dinâmica dos grandes sistemas atmosféricos, como no compreender o jogo de massas de ar e dos tipos de tempo, cujas atuações ao longo de diferentes anos – padrão define cadeias rítmicas – ou sequências rítmicas – responsáveis pelo caráter pluvial, térmico, etc. de tais anos. A visualização desses encadeamentos atmosféricos depende, basicamente, das respostas locais colhidas nas variações diárias e horárias dos elementos do clima (medições em superfície: estações e postos meteorológicos), nas cartas sinóticas do tempo (pressões reduzidas ao nível do mar e, se necessário, as dos principais níveis isobáricos) e nas imagens fornecidas por satélites meteorológicos. No entanto, interpretar e conjugar toda essa gama de informações, e, a partir daí, vislumbrar o ritmo de sucessão das massas de ar e dos tipos de tempo, isto é, a própria dinâmica atmosférica, é uma ação de caráter eminentemente geográfico, embora se esteja a lidar com informações predominantemente meteorológicas. E, sem esse arcabouço, é propriamente impossível praticar uma análise rítmica em Climatologia.” (ZAVATTINI, 2003, p. 66-67)

Sant’Anna Neto (2008) expressou com ênfase a importância de estudar o ritmo do Tempo em escala horária, pois, seria a única estratégia possível de conciliar a compreensão dos mecanismos atmosféricos, com possibilidades de entendimento do Tempo como fenômeno geográfico, portanto, de interferência nas atividades humanas e na organização do espaço.

A atmosfera teve seus estudos voltados à perspectiva da Climatologia Geográfica a partir de 1930. Anteriormente, conforme relataram Souza e Nery (2012), o estudo dos

elementos meteorológico ocorria de forma isolada e meramente através de abordagem estatística. No entanto, notou-se a partir da visão geográfica o impacto que as influências atmosféricas exercem sobre a saúde e qualidade de vida das populações, principalmente, no contexto urbano (Xavier, 1999), na forma descrita:

“A razão de criarem-se condições de conforto térmico está no desejo do homem sentir-se termicamente confortável. A sensação de conforto térmico é obtida através de trocas térmicas entre o ambiente e o ser vivo nele inserido. Isto depende do indivíduo, pois cada um possui uma maneira própria de acumular energia para sentir-se confortável” (XAVIER. 1999, p. 209)

Dessa forma, considera-se como conforto térmico, “a zona delimitada por valores térmicos em que o maior número de pessoas manifeste sentir-se bem” (Garcia, 1996, p.198). Por isso, existem algumas variáveis que influenciam de forma direta no conforto térmico individual do ser humano e nos hábitos alimentares, além da vestimenta, por exercer um importante papel na termorregulação, relatadas por Czuy et al. (1999):

“A fisiologia humana pode suportar a maioria das variações meteorológicas dentro de certos limites, mas flutuações meteorológicas pronunciadas de curta duração podem causar efeitos adversos à saúde humana. O clima apresenta influência direta sobre o meio ambiente e no desenvolvimento da vida em geral. Atua sobre organismos, regula a velocidade do metabolismo principalmente pelo aumento da temperatura e da umidade e, conseqüentemente, estimulando uma maior atividade das enzimas e necessidades energéticas dos organismos”. (CZUY et al. 1999)

A compreensão da sensação sentida pelo homem no tocante ao desconforto térmico cabe a biometeorologia. O homem é homeotérmico, sendo assim, conserva temperatura constante permeando os 36°C - 37°C, no entanto, quando exposto a situações extremas, de acordo com Sette e Ribeiro (2011) e os valores de temperatura decrescem, há hipotermia e mecanismos do corpo são acionados, como a vaso contração, tiritar, arrepios e aumento da taxa metabólica. Contudo, o inverso também ocorre, o caso da hipertermia, quando a temperatura corporal está acima de 37°C, podendo causar diversas complicações, como convulsões, suor e vasodilatações, conforme estabeleceu Pitton e Domingos (2004):

“Devido à desidratação, o sangue fica mais viscoso, aumentando a possibilidade de derrame e infarto. A 41, 5°C já há danos cerebrais e pode conduzir o indivíduo ao óbito. O processo que conduz à morte devido ao calor excessivo é mais acelerado

entre aqueles com problemas cardiovasculares, respiratórios ou com doenças mais graves.” (PITTON E DOMINGOS, 2004, p.80)

Com base nesses relatos, o conforto humano se dá quando o corpo não precisa reagir, gerando, assim, um estado de neutralidade, logo, de conforto térmico.

Há evidências que os primeiros esforços para organizar os índices de conforto térmico foram realizados nos Estados Unidos, no período compreendido entre 1913 e 1923. Desde então, cerca de três dezenas de índices (biofísicos, fisiológicos e subjetivos) foram produzidos para aplicação. No entanto, existem desafios a serem superados para as condições tropicais, embora venham sendo executados de forma muito lenta e aprimorados em diferentes partes do mundo, inclusive no Brasil, sobretudo para compreender a sensação em pequenas e médias cidades (ARAÚJO, 2012).

Sendo assim, foi afim de compreender a sensação de conforto térmico pelos cidadãos e os danos de morbidade e mortalidade que acometem indivíduos predispostos a doenças respiratórias e cardiovasculares, apresentando maior ou menor ocorrência conforme a sazonalidade ou devido as modificações que o espaço urbano provoca nas distintas variáveis meteorológicas com a própria verticalização, alterando a ventilação e aumentando a temperatura que pesquisadores desenvolveram trabalhos abordando estas questões em João Pessoa - PB, Campina Grande – PB, São Luís – MA, Vitória da Conquista – BA, Iporá – GO, Rio de Janeiro – RJ, Ourinhos – SP, Santa Gertrudes – SP, Presidente Prudente – SP. Como nos mostra Amorim (2011):

“Nas últimas décadas as cidades brasileiras tiveram a cobertura natural do solo substituída por uma combinação de materiais impermeáveis, com cores, volumetrias e características físico-químicas, distintas das originais, sem que os potenciais impactos provocados, especialmente no que diz respeito ao conforto térmico, tenham sido avaliados.” (AMORIM, 2011, p.2)

Mediante a perspectiva do uso de materiais de recobrimento do solo urbano de João Pessoa e sua influência sobre as trocas de energia e calor, que Santos (2012) evidencia estresse térmico ambiental entre 12:00 e 14:00h, além de afirmar que o conforto térmico é influenciado, sobretudo, pelas condições microclimáticas, constatou que a ocorrência de ilhas de calor ocorre preferencialmente durante o período noturno, indicando os elementos climáticos: temperatura e umidade relativa do ar durante o dia como responsáveis pela sensação de desconforto.

Carvalho et al., (2016) tentaram evidenciar nas suas análises, a influência entre as variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação) com as doenças

respiratórias, em pacientes de Campina Grande, no período compreendido de 2004 a 2013. Os resultados indicaram que no período seco exista contribuição para aumento de ocorrências de doenças respiratórias, chegando a 37% de internações com asma. Além disso, eles chegaram à conclusão que as oscilações bruscas de temperatura do ar e umidade relativa influenciaram nos casos de pneumonia, em função do comprometimento do funcionamento dos cílios responsáveis pela filtragem de ar aspirado, expondo-os aos microrganismos causadores da doença.

Em São Luís, MA, com uma abordagem preliminar de conforto térmico e implicações na saúde, Araújo (2012) obteve resultados que indica a morfologia urbana como gatilho para variabilidade das condições físico-químicas atmosféricas e alterações termodinâmicas. Desta forma, o autor afirma que as condições sociais precárias, como moradia, alimentação e infraestrutura são fatores que impulsionam a vulnerabilidade de uma parcela crescente da população maranhense, agravando assim os quadros clínicos e a demanda do serviço público de saúde.

Com relação às análises de estudos em cidades de pequeno e médio porte no Nordeste brasileiro, na cidade baiana de Vitória da Conquista, Conceição et al., (2015) averigua a relação entre clima, tempo e doenças respiratórias, utilizando-se como elemento a temperatura do ar versus estações do ano. Desta forma, eles detectaram que existe diferenciação significativa entre as temperaturas máximas e mínimas mensais, apresentando assim, uma variação de amplitude térmica que favorece o agravamento de doenças do quadro respiratório, como gripes, resfriados e pneumonias. Os autores concluíram que os períodos secos, que ocorrem nos meses de junho a outubro, têm tendências crescentes nos casos de internação devido à baixa umidade relativa do ar e, conseqüentemente, altas temperaturas. Embora nos meses chuvosos (dezembro a março), quando ocorre inversão na umidade relativa, há, também, casos de doenças respiratórias em Vitória da Conquista.

Na região centro Oeste do Brasil, Alves (2009) verificou a variação higrotérmica (temperatura e umidade relativa), em quatro pontos da área urbana de Iporá, Goiás, no horário local das 09, 13 e 22h30, que compreendem o início de maior aquecimento do solo, como também, o resfriamento, respectivamente, nos períodos compreendidos entre 28/04/2008 e 10/05/2008 e 05/07/2008 e 14/07/2008. Os resultados indicaram que devido os pontos 2 e 3 serem os mais urbanizados ocorreram ilhas de calor e ilhas secas nos dois períodos. Registraram-se as maiores ilhas de calor (2,8°C) e seca (8%), no dia 02 de maio às 9h da manhã. A ocorrência destes fenômenos foi mais intensa no mês de julho, especificamente, no dia 09/07 às 22:30 h, após a chegada de uma massa de ar seca, cuja magnitude da ilha de calor foi de

3,2% e a seca de 22%. O autor sugeriu em estudos futuros, análises de períodos distintos (de verão e inverno) a fim de compreender mais claramente as anomalias termohigrotérmicas.

Em alguns dos estudos sobre o clima urbano da cidade do Rio de Janeiro, em diferentes escalas espaciais e temporais, utilizando-se quatro estações meteorológicas em diferentes pontos da área urbana, nas estações de outono e inverno, dos anos de 1994 e 1995. Brandão (2003) encontrou que as ilhas de calor resultaram de alteração dos parâmetros naturais, tais como o uso do solo, das propriedades dos materiais de construção, com alto índice de armazenamento e estocagem de calor. No entanto, nas áreas de espaços verdes mostraram-se importantes redutores do desconforto, possibilitando assim, ilhas de frescor.

Souza e Nery (2010) ao analisarem os efeitos da temperatura do ar e da umidade relativa no desconforto térmico da cidade de Ourinhos, SP, em pontos da cidade às 15 h local dos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro de 2009, observou-se que nem sempre nas áreas urbanizadas foram aquelas que apresentam os maiores valores de temperatura. Além disso, eles constataram a existência de variação significativa desses elementos se deve, principalmente, ao processo da expansão de uma urbe de médio porte. Portanto, o verão apontou desconforto térmico devido ao calor, o outono e inverno apresentaram desconforto ao frio, sendo apenas a primavera a estação que possibilita a melhor sensação de conforto térmico.

Outros estudos de clima urbano em cidades do interior do Estado de São Paulo, ao associar as oscilações dos elementos temperatura do ar e umidade relativa, em Santa Gertrudes, com crises hipertensivas, durante o período seco e chuvoso de 1999 a 2001, considerando a prevalência dessa enfermidade. Pitton e Domingos (2004) concluíram que a relação entre temperatura e umidade, associadas aos longos períodos de seca ou de chuvas isoladas promovem oscilações bruscas na atmosfera que são determinantes para a incidência de crises hipertensivas, sobretudo em pessoas acima de 40 anos de idade.

Amorim (2011) ao estudar o conforto térmico na cidade de Presidente Prudente, SP, utilizando-se mapas de temperatura da superfície gerados por imagens de satélite Landsat 7 e através da fórmula de índice de conforto térmico elaborada por Thom (1959), adotando-se valores de temperatura efetiva inferior a $18,9^{\circ}\text{C}$ como desconfortável ao frio e acima de $25,6^{\circ}\text{C}$ de estresse ao calor. O referido autor escolheu os horários locais de 10, 16 e 22 horas a fim de compreender a atmosfera em momentos distintos, ou seja, horário do maior aquecimento diurno e de início de resfriamento noturno, evidenciando a capacidade das edificações em armazenar calor após o ocaso do sol. Desta forma, ambientes externos de áreas construídas manifestaram desconforto, enquanto nesses mesmos dias, foram registradas na zona rural temperaturas na

zona de conforto. Assim sendo, “as temperaturas dos alvos mais elevados mostraram-se diretamente relacionada à densidade de construções.”

Desta maneira, como visto anteriormente, embora as pequenas e médias cidades não ocupem grandes extensões territoriais as oscilações do Tempo interagem com os fatores urbanos modificando o ambiente de diversas formas, sendo extremamente significativo considerar a associação dos elementos do clima e seus impactos na organização territorial de uma cidade, conforme estabeleceu Brandão (2003):

“As propriedades térmicas do tecido urbano, com capacidade calorífica e condutividade elevadas dos materiais de construção, possibilitam uma grande estocagem de energia que, liberadas para a atmosfera urbana sob a forma de calor sensível, impedem o seu rápido resfriamento noturno, pois a geometria dos prédios produz um aprisionamento do ar.” (BRANDÃO, 2003, p.148)

É importante destacar a necessidade de se conhecer as problemáticas desencadeadas pela apropriação do homem no espaço geográfico. Além disso, torna-se imprescindível que medidas possam ser efetivadas para amenizar a sensação de desconforto térmico nos centros urbanos. Amorim (2011) propõe o plantio de árvores, com espécies adequadas em ambiente tropical, materiais construtivos que não exijam tanto a climatização artificial dos ambientes internos e a proibição de edificar em toda área do terreno, propiciando assim, áreas permeáveis no ambiente urbano. Nesse contexto, Labaki et al., (2011, p. 24) destacam:

“O papel exercido pela vegetação no controle da incidência de radiação solar e do ganho de calor, da umidificação e depuração do ar tem seu alcance bem determinado, evidenciando seus efeitos benéficos ao microclima urbano e a qualidade do ambiente construído, relacionada com o conforto térmico em espaços externos.” (LABAKI et al, 2011, p. 24)

A influência da vegetação sobre o clima acontece de diferentes formas, influenciando tanto no albedo quanto na umidade e nas variações de temperatura. Isso significa dizer que alterar a cobertura vegetal de um dado local é também propiciar alterações climáticas no local da intervenção e, também, em outras partes do planeta. No entanto, torna-se necessário que a vegetação seja adequada, por isso, é preciso considerar cada elemento da árvore, ou seja, a forma, o tamanho, a espessura das folhas, dentre outros.

Como a vegetação urbana é fator importante para a melhoria do conforto ambiental, Labaki et al., (2011) concluíram que as árvores atuam como receptora e absorvedora de energia

e de redução do calor. O sombreiro e o cedro-rosa (sem folhas), por exemplo, atenuaram, respectivamente, 70,2 e 29,9%. Os autores afirmam que em relação ao conforto térmico, a arquitetura das árvores é imprescindível, pois, copas densas e baixas dificultam a circulação do vento, mantendo um ambiente úmido e quente, desencadeando, assim, a sensação de desconforto. Ratificou a importância de áreas verdes em centros urbanos com os resultados de atenuação da radiação solar de 99,06% com vegetação densa no Bosque dos Jequitabás em Campinas, SP

Como medida paliativa da sensação de desconforto térmico aos cidadãos de Dayton, Estados Unidos, substituiu-se os estacionamentos inteiramente de asfalto e com material com índice de armazenamento térmico elevado, por blocos vazados com grama, que permitiu aumentar o poder refletor da superfície (albedo) e, conseqüentemente, reduzir o aquecimento do solo urbano (SPIRN, 1995).

Destaca-se, portanto, que as áreas verdes possuem um papel significativo na promoção da qualidade de vida do ambiente urbano e de seus cidadãos. Segundo Martielli (2015, p.133) “a vegetação quando bem planejada e estruturada favorece inúmeros benefícios como controle da poluição do ar, conforto ambiental com redução da temperatura, abrigo à fauna, equilíbrio da umidade no ar, convívio social, recreação e a prática de atividades físicas favorecendo a melhoria da qualidade de vida.”

Finalmente, o crescimento populacional da cidade de Campina Grande, a infraestrutura predial desencadeia uma série de problemas socioambientais, com relação ao conforto higrotérmico da população. Para isso, torna-se necessário ampliar os estudos do microclima urbano, a fim de buscar soluções para o planejamento futuro da cidade, associando-se ao plano de urbanização aos aspectos estéticos, paisagismo e o clima urbano.

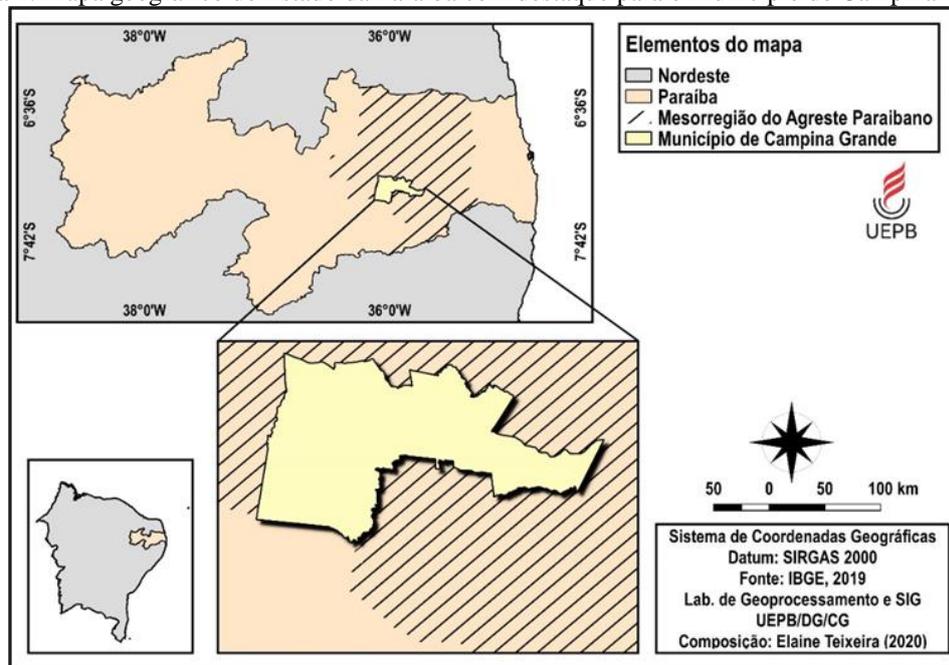
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área de estudo

O trabalho foi realizado para a cidade de Campina Grande (7°13'S; 35°52'W; 550 m), localizada na Região Geográfica Imediata e intermediária de Campina Grande, Área Territorial de 591,658 km, população estimada, em 2020, de 411.807 pessoas, densidade demográfica de 648,31 hab/km² e índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) de 0,720 (IBGE, 2020).

Campina Grande (Figura 1) limita-se ao norte com os municípios de Pocinhos, Puxinanã, Lagoa Seca e Massaranduba, ao Sul com Fagundes, Queimadas e Caturité, ao Leste com Ingá e a Oeste com Boa Vista.

Figura 1. Mapa geográfico do Estado da Paraíba com destaque para o Município de Campina Grande.



O município de Campina Grande está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema. A estrutura geológica é constituída por rochas resistentes, muito antigas, que formam o Complexo Cristalino da era Pré-Cambriana, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1000 metros.

Ocupa uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. A fertilidade natural dos solos é bastante variada, com predominância de média a alta (CPRM, 2005).

Há uma predominância de planossolos, solos medianamente profundos, drenados, ácidos a moderadamente ácidos e fertilidade natural média. Os Podzólicos são solos mais profundos, textura argilosa, e fertilidade natural média a alta. Nas elevações ocorrem os solos

Litólicos, rasos, textura argilosa. Nos Vales dos rios e riachos, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura média/argilosa, moderadamente ácidos, fertilidade natural alta e ácidos, ocorrendo, ainda Afloramentos de rochas (CPRM,2005). O município de Campina Grande encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, nas regiões geográficas intermediárias de Campina Grande, Sumé e Monteiro.

A área das unidades é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão e o potencial de água subterrânea é baixo. A vegetação desta unidade é formada por Florestas Subcaducifólica e Caducifólica, próprias das áreas agrestes.

Pela classificação climática de Köppen, o clima é do tipo Tropical chuvoso, com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C e a precipitação média anual maior que 700 mm, cuja fórmula climática é Asi.

3.2 Procedimentos metodológicos de coleta e análises de dados

Os dados meteorológicos referentes à temperatura do ar e umidade relativa foram coletados utilizando-se uma estação meteorológica automática (EMA), pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e instaladas no Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Embrapa/CNPA), em Campina Grande, PB (Figura 2), cujos dados foram disponibilizados na página http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/pg_automaticas.php.

Figura 2. Estações Meteorológicas Convencional e Automática, instaladas no Centro Nacional de Pesquisa do Algodão CNPA/EMBRAPA, Campina Grande, PB.



A coleta de dados foi feita na escala horária, sendo integralizados e disponibilizados por transmissão via satélite a sede do INMET, em Brasília. Os dados coletados eram armazenados no data logger e transmitido para o “banco” de dados automatizados do INMET.

A Estação Meteorológica Automática (EMA) iniciou o seu funcionamento desde 22.12.2006 e os procedimentos de coleta de dados obedecem os critérios propostos pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Em síntese, a EMA é composta por uma unidade de memória central ("data logger"), contendo vários sensores meteorológicos para medidas da pressão atmosférica, precipitação pluvial, temperatura do ar, umidade relativa, dentre outros. As medidas foram feitas a cada minuto, sendo disponibilizados, automaticamente, a cada hora, incluindo-se os valores extremos, o horário da ocorrência e armazenando-os no data logger.

Os dados integralizados, a cada hora, são transmitidos, via satélite, para a sede do INMET, em Brasília e disponibilizados na página, utilizando-se, neste trabalho, a série corresponde ao período de 01.10.2008 a 31.12.2019.

Com os registros contínuos de temperatura do ar (t_a) e umidade relativa (UR), foram calculados os dados derivados de t_a e UR, na escala horária, da pressão de saturação de vapor (e_s), pressão parcial de vapor (e_a) e déficit de pressão de saturação (DPV), mediante as respectivas equações 1, 2 e 3.

$$e_s (kPa) = 0,61 \times 10^{\left[\frac{7,5 \times t_a}{237,3 + t_a} \right]} \quad (1)$$

$$e_a (kPa) = (e_s \times UR) \times 0,01 \quad (2)$$

$$DPS(kPa) = (e_s - e_a) \quad (3)$$

A caracterização higrotérmica de Campina Grande nas escalas horária, diária, mensal e sazonal foi feita na escala horária, utilizando-se os horários da temperatura do ar (t_a), umidade relativa (UR) e dos derivados pressão de saturação de vapor (e_s), a pressão parcial de vapor (e_a) e o déficit de pressão de saturação (DPV).

Os índices de desconforto e de temperatura efetiva são métodos aplicados em análises de conforto térmico de ambiental. Para averiguar a susceptibilidade dos campinenses ao desconforto térmico, na escala horária, o Índice de Temperatura Efetiva (TE) foi determinado utilizando-se a metodologia proposta por Nieuwolt (1977), adaptada para o Índice de Desconforto Térmico proposto por Thom (1959) e adotado por Talaia e Silva (2008), conforme a equação 4:

$$TE = tar - 0,55 \times (1 - 0,01 UR) \times (tar - 14,5) \dots(4)$$

Sendo: tar a temperatura instantânea do ar em °C

UR é a umidade relativa do ar em %

Considerando que os extremos ou valores maiores da temperatura coincidem, respectivamente, com os extremos inverso da umidade relativa do ar, fez-se a opção para determinar o Índice de Temperatura Efetiva (TE), substituindo-se tar, na equação 4, pela temperatura extrema (máxima) e UR, por UR mínima, mediante a expressão 5.

$$TE = tar_{máxima} - 0,55 \times (1 - 0,01 UR_{mínima}) \times (tar_{máxima} - 14,5) \dots(5)$$

Com o intuito de avaliar a Temperatura Efetiva na cidade de Campina Grande, utilizou-se os critérios propostos por Terjung (1966) e Matzarakis;Mayer (1991), relacionada com o índice de desconforto (ID), conforme descrições nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1- Classificação da Temperatura Efetiva, proposta por Terjung (1966)

ID (°C)	Níveis de Desconforto térmico
> 30 °C	Estresse térmico
27 a 30 °C	Desconforto por aquecimento
24 a 27 °C	Leve Desconforto
20 a 24 °C	Zona de conforto
18 a 20 °C	Leve Desconforto
15 a 18 °C	Desconforto por Resfriamento
12 a 15 °C	Resfriamento Efetivo

Tabela 2- Classificação da Temperatura Efetiva, proposta por Matzarakis e Mayer (1991).

ID (°C)	Níveis de Desconforto térmico
< 21 °C	Não há desconforto
21 ≤ ID <24°C	Menos de 50% da população sente desconforto
24 ≤ ID <27°C	Cerca de 50% da população sente desconforto
27 ≤ ID <29°C	A maioria da população sofre desconforto
29 ≤ ID <32°C	Todas as pessoas sentem desconforto
ID ≥ 32 °C	Estado de emergência média

Os cálculos, as confecção de gráficos, tabelas e demais análises estatísticas foram feitas utilizando-se a planilha Excel

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As ciências exatas, naturais e sociais enfrentam, na atualidade, um grande desafio que é o de compreender os ecossistemas, especialmente, o urbano. A estrutura complexa das cidades resulta da heterogeneidade de construção e da ocupação do espaço.

As ações antrópicas na construção do espaço urbano se diferenciam do meio natural, o que gera condições de Tempo, também, dessemelhantes, comumente denominadas de “clima urbano”. Distinções essas, atribuídas, em grande parte, a alterações de cobertura da superfície natural, tipos de construção, edificações, dentre outras.

Neste contexto, destacam-se, por exemplo, as principais modificações oriundas da substituição da cobertura natural por diversos tipos de pavimentações asfáltico, estruturas de concreto, impermeabilização do solo, etc. que proporcionam maior escoamento superficial e menor infiltração da água no solo.

Os materiais de construção utilizados no meio urbano possuem propriedades físicas distintas do solo natural, apresentando menor valor de albedo, maior capacidade calorífica e valor mais elevado de condutividade térmica. Essas características resultam na modificação do balanço da radiação influenciando, sobretudo, a temperatura do ar.

O Brasil vivenciou um intenso processo de urbanização na segunda metade do século XX, resultando, neste novo século, em 89% da população habitando nas cidades. Com efeito, essas modificações nos aglomerados urbanos não seguiram medidas técnicas de infraestrutura que não afetassem as condições ambientais em função do contingente populacional nas cidades.

Estudos desenvolvidos no âmbito da Climatologia Geográfica Brasileira consideram uma série de problemas socioambientais que envolvem o Sistema Clima Urbano, tendo às cidades como reflexo efetivo da interação entre sociedade e natureza. Esses problemas permeiam metrópoles, grandes centros urbanos, cidades médias e pequenas no contexto aos riscos que o desconforto térmico oferece aos cidadãos. Portanto, não têm-se considerado as condições de Tempo (climática) no planejamento urbano, pois, a maioria dos aglomerados urbanos privilegia construir sem preocupar-se com as modificações desencadeadoras do clima urbano.

Neste contexto, os estudos do clima nas cidades começaram a despertar interesse científico a partir de meados do século XIX. O crescimento das cidades e/ou das regiões metropolitanas, em conjunto com a população, introduz novos parâmetros artificiais (físico, químico, edificação, dentre outros) que ao interagir com a atmosfera influenciam as condições urbanas.

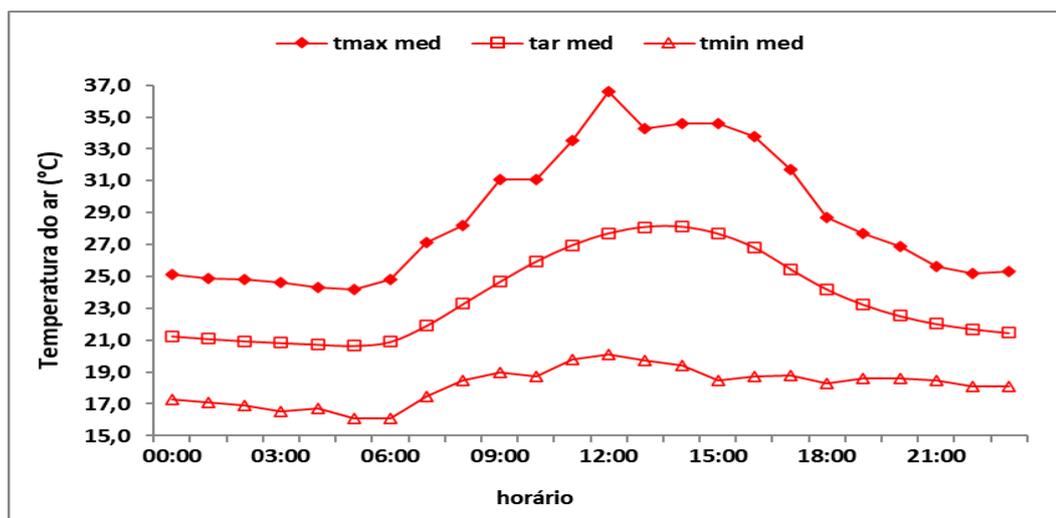
Os dados de temperatura do ar (tar), umidade relativa (Ur) e os derivados da tar e Ur aqui apresentados foram coletados em condições padronizadas, ou seja, na estação meteorológica automática (EMA) da cidade de Campina Grande.

Destaca-se, entretanto, que não há em nenhum local no mundo séries de dados micrometeorológicos coletados em rua de cidade, pois, uma EMA precisa ser instalada em uma condição padrão e nunca “dentro” de uma cidade.

Essa é a razão de usar os dados da EMA padronizada, instalada no Centro de Pesquisa do Algodão (Embrapa), Campina Grande. Os elementos apresentados a seguir consistem num período contínuo de onze anos de dados (2008 a 2019).

As médias horárias das temperaturas instantâneas (máximas, médias e mínimas) dessa série são apresentadas na Figura 3.

Figura 3. Médias horárias das temperaturas máxima, média e mínima de Campina Grande, PB. Médias do período: 01.01.2008 a 31.12.2019.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

As variações térmicas horárias refletem o balanço de energia, ou seja, movimento anual aparente do sol. A discrepância de temperatura deve-se, sobretudo, a este balanço de energia, sendo os valores diurnos sempre maiores que os noturnos, modificando-se ao longo do dia conforme o aquecimento do solo e apresentando oscilações ao longo dos dias do ano, conforme as estações.

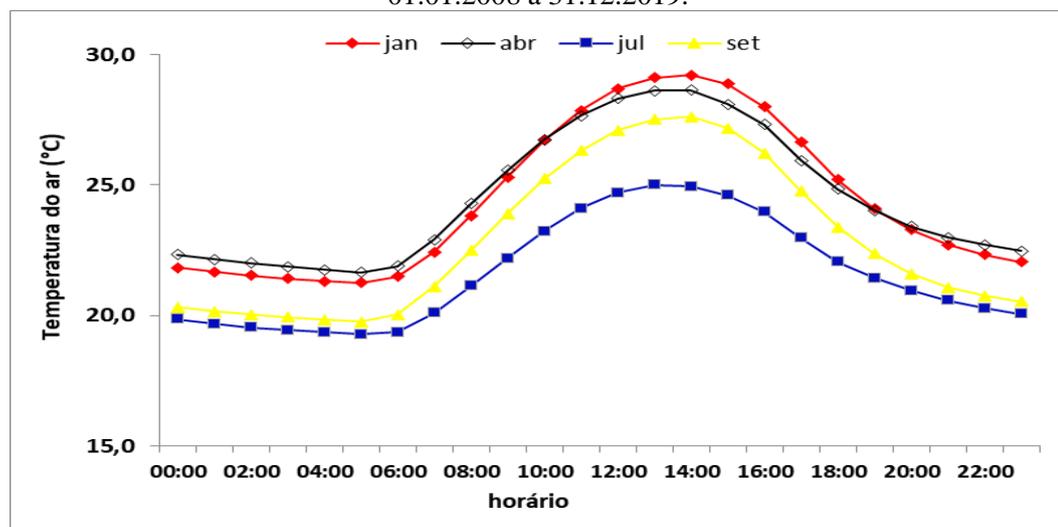
Destaca-se, portanto, que as médias, em cada um dos horários, têm mais de 4 mil e trezentas repetições. Esses quantitativos fazem com que cada ponto seja suavizado, evitando-se, portanto, pontos extremos na curva. Numa análise gráfica simples, observa-se que, as oscilações das temperaturas máximas e mínimas são visíveis, com médias das máximas maiores que 31,0 °C entre 09:00 h e 17:00 h (Figura 3), com o pico máximo de 36,6 °C ocorrendo ao

meio dia e mínimas menores que 18,0 °C entre 00:00 e 06:00 h, sendo relevante frisar a temperatura mínima de 16,1°C entre 05:00 e 06:00h da manhã.

É importante destacar que, temperatura média do ar não é medida e sim determinada por métodos científicos. Já, a média é uma medida de tendência central. Nota-se, ainda, que as amplitudes são maiores nas temperaturas extremas do que na temperatura média. Isso se explica, porque as temperaturas extremas são medidas e ocorrem num intervalo de tempo muito pequeno, enquanto que a temperatura média é calculada. Além disso, evidencia-se o efeito dos fatores geográficos (altitude) e longitude (distância do oceano) no elemento temperatura, não somente na redução da temperatura (>altitude), mas a maior oscilação ao longo do dia (longitude).

Para comparar as oscilações horárias de temperatura do ar, escolheram-se o primeiro mês após o início de cada uma das estações do ano, sintetizadas na Figura 4, com os solstícios de verão (janeiro) e inverno (julho) e os equinócios de outono (abril) e primavera (setembro).

Figura 4. Médias horárias mensais da temperatura do ar. Campina Grande, PB. Médias do período: 01.01.2008 a 31.12.2019.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

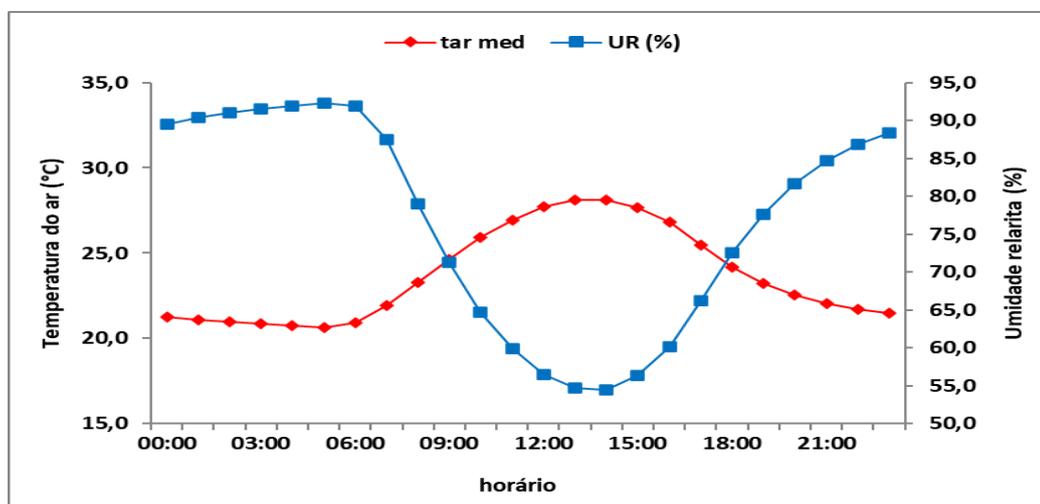
As curvas expressam que as maiores médias de temperatura do ar ocorrem no verão e os menores no inverno, sendo assim, janeiro e julho, na devida ordem.

Embora as diferenças térmicas médias (horárias) dos meses seguintes as estações do ano, solstício (janeiro e julho) e equinócio (abril e setembro) sejam expressas através das curvas do gráfico de forma clara, é importante ressaltar que essas diferenças foram de 2,8 e 1,6 °C, respectivamente, manifestando, assim, razoável oscilação entre as estações.

As Figuras 5, 6 e 7, demonstram, respectivamente, a relação horária entre as temperaturas do ar (médias das médias, máximas e mínimas) com a umidade relativa, para as condições aqui representadas para a cidade de Campina Grande.

A relação horária entre a umidade relativa do ar e a temperatura do ar mostra de forma clara, a razão inversa existente entre si. Verifica-se, também, que as curvas são inversamente proporcionais e, por isso, as concavidades são opostas e bem definidas, sobretudo, no período diurno (entre 09:00 e 15:00h) e noturno/começo da manhã (das 18:00h às 06:00 h). Em qualquer horário do dia a inversão se mantém, ou seja, quanto maior for a temperatura menor será a umidade relativa e vice versa.

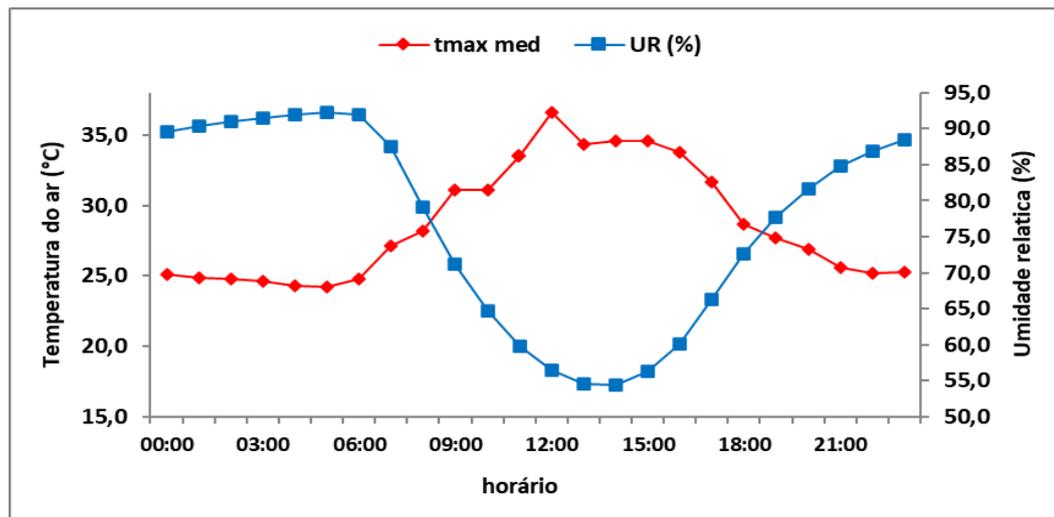
Figura 5. Relações horárias entre as temperaturas do ar e a umidade relativa do ar. Campina Grande, PB. Médias do período: 01.01.2008 a 31.12.2019.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

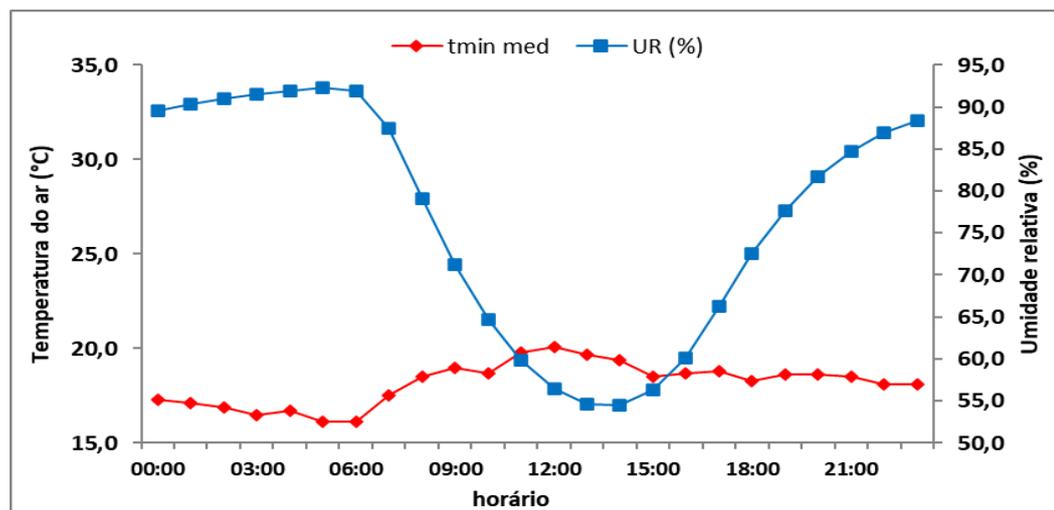
No entanto, quando se observa a relação entre as temperaturas extremas (máximas e mínimas) com a umidade relativa do ar (Figura 6 e 7), embora exista a relação inversa (tar versus UR) o formato côncavo das curvas diferem entre si, principalmente no período diurno referente a temperatura máxima, entre (09:00h e 13:00h) oscilando significativamente de modo que a umidade relativa decresce conforme o aquecimento do solo. Quanto às temperaturas mínimas, nota-se a razão inversa durante a noite e começo da manhã.

Figura 6. Relações horárias entre a temperatura máxima média e a umidade relativa do ar. Campina Grande, PB. Médias do período: 01.01.2008 a 31.12.2019.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Figura 6. Relações horárias entre a temperatura mínima média e a umidade relativa do ar. Campina Grande, PB. Médias do período: 01.01.2008 a 31.12.2019.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Contabilizando-se os quantitativos dos números de horas com umidade relativa do ar maior que 80 % e 90 %, nos onze anos estudados, esses valores foram constatados em 54 % e 26,2 % dos dias, respectivamente. O comportamento humano é influenciado pelo teor de umidade da atmosfera. Por isso, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o nível de UR de 60% como sendo o ideal. Numa análise simples e preliminar, constata-se que Campina Grande apresentou índice menor que o adequado em cerca de 20% dos dias, dos quais em 8,8% destes a UR foi menor que 50%.

A umidade relativa do ar desempenha a função de transferir calor entre o indivíduo e o meio ambiente, através do processo de transpiração humana, cujos processos fisiológicos para manter o equilíbrio térmico se dão através do suor da pele e da respiração. Desta forma, por

tratar-se de um elemento meteorológico inversamente proporcional a temperatura, essa relação acentua as situações de desconforto térmico.

Concorda-se com os resultados encontrados por Carvalho et al., (2016), Conceição et al., (2015), Araújo (2012), Souza e Nery (2010), Alves (2009) da importância da temperatura e umidade relativa do ar como elementos primordiais no estudos do desconforto térmico, em diversas cidades, independente do grau de urbanização.

A cidade é um reflexo da sua infraestrutura. Corroborando com Almeida (2016), as ações antrópicas alteram o poder refletor da superfície, que associada com a maior concentração de indústrias e edificações, construídas com matérias com menor reflexão (albedo), afetam o balanço de energia e, portanto, aumenta a temperatura. Essas condições não têm relação com “mudança” climática.

O Clima é um sequenciamento do Tempo, para um tempo comum maior ou igual há 30 anos. Com essa definição fica claro que clima é uma generalização do Tempo, algo padronizado pelo homem. A compreensão da variabilidade dos elementos do Tempo é fundamental para entender a dinâmica microclima, especialmente, analisando as características termodinâmicas do ar úmido.

Concorda-se com Carvalho et al., (2006) a necessidade de se estudar as condições higrotérmicas do ar úmido nas cidades (temperatura, umidade relativa do ar e dados derivados), além da precipitação pluvial, relacionando-as com as doenças respiratórias.

Desta forma, nos casos de problemas de saúde em que sintomas estão vinculados as mudanças de Tempo e estas são previsíveis pelo serviço de Meteorologia, estudos dessa natureza passam a ser imprescindíveis.

Corroborar-se com Sant’anna Neto (2008) que as perspectivas possíveis para compreender o Clima Urbano como de interesse para a ciência geográfica seria o de caracterizar as oscilações de elementos meteorológicos que influenciam na qualidade de vida coletiva e no conforto térmico individual, nos diversos segmentos sociais.

A sensação de desconforto térmico na cidade é um reflexo de equipamentos que ela possui. Por isso, nas áreas em que há concentração de indústrias e grandes edificações, construídos com matérias de menor reflexão (albedo), além da carência de mobilidade no transporte, contribuem para o stress humano e na qualidade ambiental. Assim sendo, concorda-se com Mendonça (2003) da necessidade de um reordenamento do espaço e da dinâmica urbana, com mais espaços verdes para deduzir a temperatura.

Destaca-se, portanto, que a variação temporal da temperatura, possivelmente, seja a mais significativa alteração gerada pela urbanização. Esse elemento do clima interfere no desempenho das pessoas nas cidades, como também, contribui a qualidade ambiental.

A umidade relativa do ar, por ser intimamente relacionada à temperatura, tem grande importância nas condições de tempo nas cidades, uma vez que a Ur amplia a sensação térmica percebida pelas pessoas e influencia diretamente o nosso organismo.

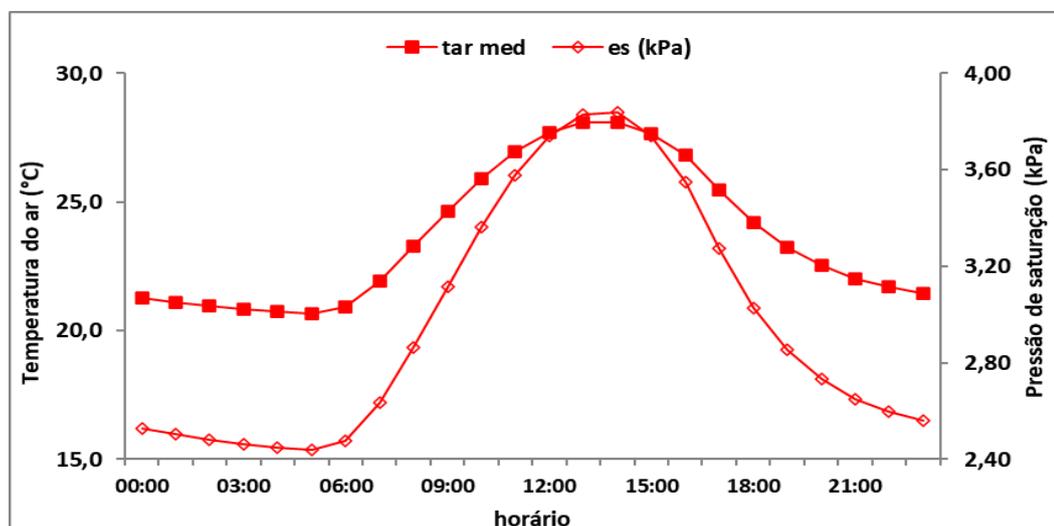
Concorda-se com Almeida (2017) que o teor de umidade do ar pode variar tanto no espaço quanto no tempo. Em um determinado local, a variação temporal depende da circulação da atmosfera, da localização relativa das fontes e sumidouros de vapor d'água, do suprimento de energia solar, dentre outros.

Em virtude da relação existente entre a temperatura do ar e umidade relativa, a arborização nas cidades os influencia e, portanto, as árvores alteraram a sensação do conforto térmico no ambiente urbano.

As variáveis psicrométricas estimáveis a partir da temperatura (pressão de máxima de saturação de vapor (e_s) e dos dados derivados da tar e UR (pressão parcial de vapor (e_a) e déficit de pressão de vapor (DPV) são apresentados nas Figuras 8, 9 e 10.

Como pode ser observada na Figura 8, a pressão máxima de saturação de vapor, por ser uma função direta da temperatura, as curvas têm “comportamento” simétrico. Isso indica que, quanto maior for a temperatura, maior será a capacidade do ar para reter o vapor d'água e vice versa. Condições essas que concordam com Almeida (2017), que para cada valor de temperatura existirá um valor de e_s e quanto maior for a tar, proporcionalmente será a capacidade do ar para reter vapor d'água e vice versa.

Figura 8. Relação horária entre a temperatura do ar e a pressão de saturação de vapor. Campina Grande, PB. Médias do período: 01.01.2008 a 31.12.2019.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

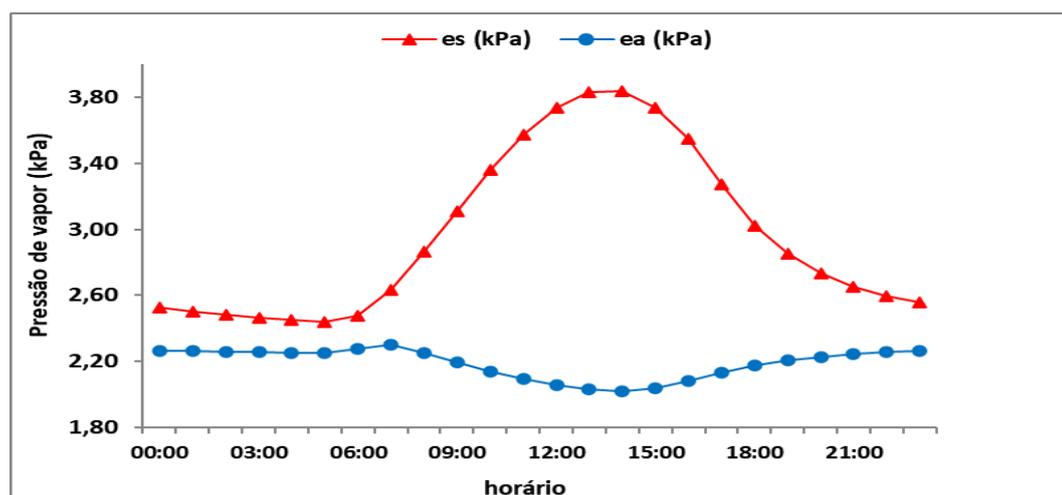
Observa-se na Figura 8 que as curvas se intersectam entre meio dia e 15:00h, o maior valor de e_s correspondendo a 3,8 kPa ocorre exatamente as 14:00h, horário este que coincide com o maior valor de temperatura média do ar (28,1°C). Em 63,0 % dos dias os valores numéricos da pressão máxima de saturação de vapor foram menor que 3,0 kPa das (19:00h às 08:00h), sendo assim, os valores maiores que 3,0 kPa foram registrados em 37% dos dias do período estudado das (09:00h até 18:00h).

Quando o ar contém o máximo de vapor de água permissível para determinada temperatura, diz-se que o ar se encontra saturado e a pressão de vapor equivalente é dita máxima ou de saturação (e_s).

Se a quantidade de vapor não for suficiente para saturar, a sua pressão é dita de pressão parcial de vapor (e_a) ou pressão atual de vapor d'água, cuja relação entre si é mostrada na Figura 9.

A relação expressa na Figura 9, conforme Almeida (2016, p.233) é o método mais simples para quantificar o teor de umidade na atmosfera, mediante a relação entre o teor parcial de vapor d'água (e_a), contido no ar num dado momento e o teor máximo de saturação (e_s) que o ar poderia conter.

Figura 9. Relações horárias entre a pressão parcial de vapor (e_a) e pressão de saturação (e_s), em Campina Grande, PB. Médias do período: 01.01.2008 a 31.12.2019.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Observa-se (Figura 9) que a pressão parcial de vapor é praticamente constante durante todo o dia, cuja amplitude média foi de 0,20 kPa. Já, a pressão máxima de saturação, por ser

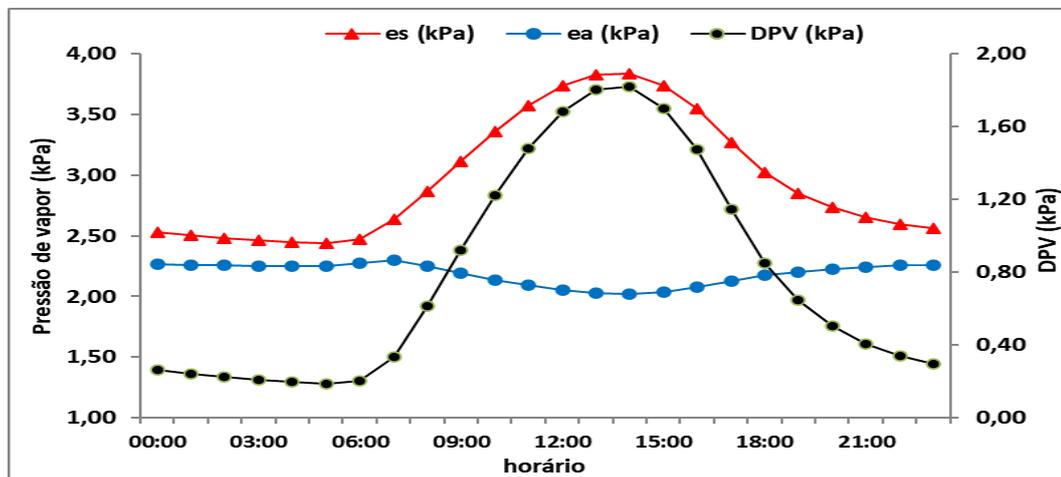
uma função exclusiva da temperatura, é variável ao longo do dia e a diferença entre o máximo e o mínimo foi de 1,94 kPa.

Como a e_a é um valor praticamente constante, ao longo das 24 horas do dia, a umidade relativa passa ter uma influência maior, em função da temperatura, mesmo sendo essa uma razão inversa da U_r , e menor com a e_a , mesmo sendo uma relação direta.

Como mostra a Figura 9, a pressão máxima de saturação de vapor, como é uma função direta e exclusiva da temperatura, varia durante o dia. Já, a pressão parcial de vapor se mantém praticamente constante, haja vista que a oscilação é muito pequena. Como não há injeção de vapor d'água na atmosfera, o aumento na temperatura do ar é acompanhado pela diminuição no teor de umidade atmosférica.

A relação entre a pressão parcial de vapor (e_a), pressão máxima de saturação de vapor (e_s) e o déficit de pressão de vapor (DPV) é apresentada na Figura 10. Como foi visto na Figura 9, a pressão parcial de vapor é menor que a pressão máxima de saturação, existindo, assim, um déficit de pressão de saturação de vapor ($e_s - e_a$). Concorda-se com Almeida (2016), “Como a pressão parcial de vapor para um determinado local e tempo é praticamente constante, o aumento da temperatura do ar resulta num aumento de (e_s)”.

Figura 10. Relações horárias entre as pressões parcial de vapor (e_a) e de saturação (e_s) e déficit de pressão (DPV). Campina Grande, PB. Médias do período: 01.01.2008 a 31.12.2019.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

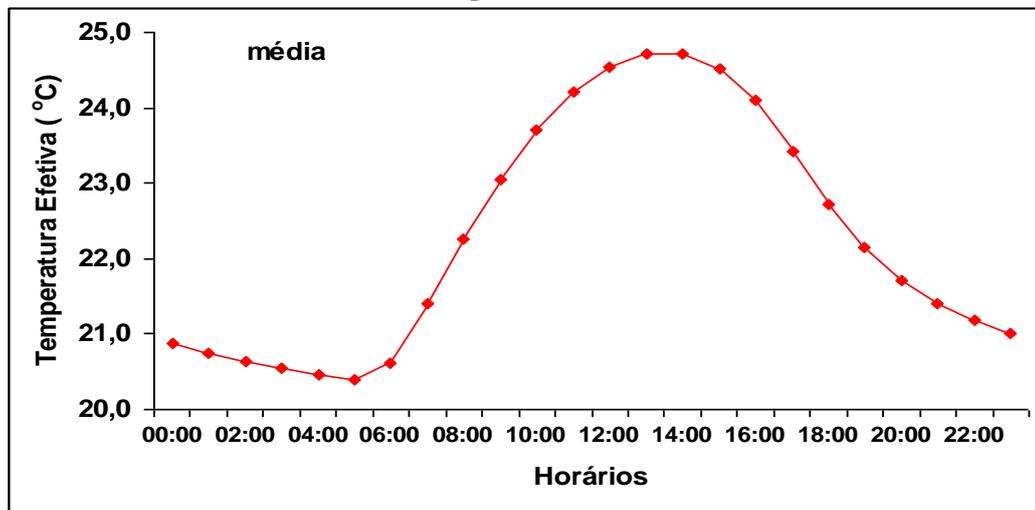
Como o déficit de pressão de vapor é a diferença entre e_s e e_a e sendo a pressão parcial de vapor um valor constante ao longo do dia, o DPV passa a ser um elemento importante, por representar de forma conjunta a temperatura, no cálculo da pressão de saturação, e da temperatura e umidade relativa na pressão atual de vapor. As curvas da Figura sintetizam, de forma clara, a relação entre a UR e DPV.

Os avanços tecnológicos de sensores, teóricos e metodológicos vêm contribuindo, de forma decisiva, com a Climatologia Geográfica Aplicada e, em especial, com o estudo do clima urbano, com ênfase na caracterização do conforto térmico. Os resultados aqui encontrados contribuem com os de Ribeiro Sobral (2005) que a urbanização é um dos fatores que influencia as condições de tempo e de clima e da sua relação com a saúde.

Com relação ao conforto térmico, concorda-se com a definição proposta por American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers ASHRAE (1992), ao definir como uma condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico, ou seja, representa o entendimento de satisfação do homem com o espaço em que vive. Nesse sentido, os estudos de conforto térmico permitem estabelecer as condições necessárias à satisfação humana.

As Figuras 11 e 12 sumarizam, as médias horárias da temperatura efetiva, para as condições de temperatura média (Figura 11) e de temperatura efetiva máxima (Figura 12), utilizados na discriminação dos Índices de Desconforto Térmico propostos por Terjung (1966) e Matzarakis e Mayer (1991).

Figura 11. Média horária da Temperatura Efetiva, para a condição média, para a cidade de Campina Grande, PB. Médias do período: 01.01.2008 a 31.12.2019.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

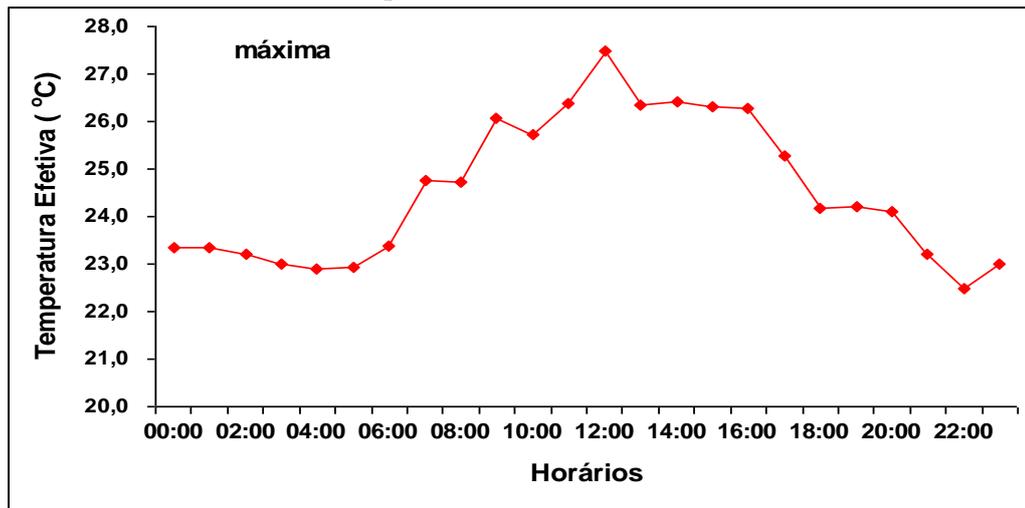
Observa-se (Figura 11) que a temperatura efetiva é menor que 21,0 °C, entre 00:00 e 07:00 h, com pico mínimo às 05:00 h da manhã. Constata-se, também, que a curva é crescente entre 05:00 e 16:00 h, embora o pico máximo de desconforto térmico em Campina Grande ocorra entre 12:00 e 14:00 h.

Fazendo-se uma inter-relação a partir dos índices de desconforto térmico estabelecido por Terjung (1966) e os encontrados para Campina Grande, constata-se que ID maior que 24°C

a população tende a sentir um leve desconforto, por cerca de cinco horas diárias, ou seja, de 11:00 às 16:00 horas.

Utilizando-se as mesmas equações, descritas no item material e métodos, substituindo-se t_{ar} por temperatura máxima e UR por UR mínima, em virtude da relação inversa entre t_{ar} e UR, cuja representação gráfica é mostrada na Figura 12.

Figura 12. Média horária da temperatura efetiva, para a condição máxima. Campina Grande, PB. Médias do período: 01.01.2008 a 31.12.2019.



Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Como pode ser observado na Figura 12, ao se utilizar os valores extremos de temperatura (máximo) e da umidade relativa (mínima), verifica-se que há uma tendência de modificação dos índices de conforto, em alguns dias, quando essas condições ocorrerem.

Como os valores da temperatura efetiva, em Campina Grande, mesmo para essa condição, são menores que 24,0 °C, das 21:00 às 06:00 horas da manhã, enquadra-se na zona de conforto térmico. Contudo, por um intervalo de cerca de onze horas, ou seja, entre 07:00 e 20:00 h, os cidadãos campinenses estão sob condições de leve desconforto, porém, entre 12:00 e 13:00 h, há um pequeno desconforto térmico, com base no critério estabelecido por Terjung (1966).

Quando se utiliza os critérios propostos por Matzarakis e Mayer (1991), observa-se (Figura 12) que de 00:00 a 06:00 h da manhã não há desconforto. Já, a partir das 11:00 h até às 16:00 h, cerca de 50% da população sente desconforto. Embora por volta de 12:00 h, quando ocorre o pico máximo de temperatura do ar, a maioria da população campinense sente desconforto.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que em Campina Grande:

As temperaturas máximas maiores que 31,0°C ocorreram entre 09:00h e 17:00h, com pico de máximo de 36,6 °C, ao meio dia. Mínimas menores que 18,0 °C ocorreram entre 00:00 h e 06:00 h da manhã, e a média aritmética horária, foi de 23,8 °C.

As curvas horárias da relação entre a umidade relativa do ar e a temperatura do ar (máxima, mínima e média) são inversas e as concavidades opostas e bem definidas, sobretudo, entre 09:00 e 15:00h e das 18 às 06:00 h, embora os formatos das curvas difiram ente si.

A frequência do teor de umidade relativa (UR) horária foi maior que 80% em 54% dos dias e, em apenas, 8,8 % a UR foi menor que 50%.

Os índices de conforto humano estão constantemente sendo utilizados por serviços meteorológicos com o intuito de descrever as condições térmicas no ambiente urbano, visando facilitar a compreensão da inter-relação tempo versus doenças.

A temperatura efetiva, em Campina Grande, é menor que 21,0 °C, entre 00:00 e 07:00 h, que não existe desconforto térmica nesse período e apenas, uma leve desconforto de 12:00 a 14:00 h. Mesmo nas condições extremas e inversas da temperatura e umidade relativa, os cidadãos campinenses estão sob condições de leve desconforto e/ou com um pequeno desconforto entre 12:00 e 13:00 h.

A sensação de desconforto térmico na cidade é um reflexo de equipamentos que ela possui. Por isso, nas áreas em que há concentração de indústrias e grandes edificações, construídos com matérias de menor reflexão (albedo), além da carência de mobilidade no transporte, contribuem para o stress humano e na qualidade ambiental.

Recomenda-se, ampliar, os estudos dos indicadores de desconforto térmico e ajustar procedimentos metodológicos, equações existentes na literatura e fatores urbanos para estudos do clima urbano da cidade de Campina Grande.

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, H. A. de. **Climatologia Aplicada à Geografia** [Livro eletrônico]. Campina Grande: EDUEPB, 317p, 2016.

ALVES, E. D. L. SPECIAN, V. Contribuição aos estudos do clima urbano: variação térmica e higrotérmica em espaços intra-urbanos. **Mercator**, v. 8, n.17, p. 181-191. 2009.

AMORIM, M. C de C. T. Estudo do Conforto Térmico em Ambiente Tropical. **Revista Geográfica da América Central**, Costa Rica, v.2, n. 47, 2011.

ARAÚJO, R.R. **O conforto térmico e as implicações na saúde: uma abordagem preliminar sobre os seus efeitos na população urbana de São Luís – Maranhão**. Cad. Pesq., São Luís, v.19, n 3, set./dez. 2012.

ASHRAE. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Standard 55-1992, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, USA, 1992.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro. Ed. Bertrand Brasil, 2007.

CARVALHO, E. K. M. A. de; DANTAS. R. T; CARVALHO, J. R. M. de. **Análise da influência entre as variáveis meteorológicas e as doenças respiratórias na cidade de Campina Grande, PB**. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 12 – vol 18, p. 63-79. jan/jun 2016.

CONCEIÇÃO, R. S da; SILVEIRA, G, S dos, P; VEIGA, A. J. P; MATTA, J. M. B da. A temperatura do ar e sua relação com algumas doenças respiratórias em Vitória da Conquista – BA. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**. Barra dos Garças – MT. V5, n.2, p.69 – 81 Julho/Dezembro. 2015.

CORRÊA, R. L. **O Espaço Urbano**. São Paulo. Editora Ática S.A. 1993. 94 p.

COSTA, A. A da. **A Cidades em fragmentos uma análise das metamorfoses espaciais em Campina Grande – PB no período de 1990 a 2010**. Recife: PPGG/UFPE, 356 p. 2010.

CZUY, D. C.; BALDO, M. C.; MARTINS, M. L. O. F. & NERY, J. T., 1999. A incidência do *Aedes Aegypti* no município de Maringá associados às condições climáticas. In: III Congresso Brasileiro de Biometeorologia, **Anais**, CD-ROM. Maringá-PR. 7 p.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatologia aplicada: clima, medio ambiente y planificación**. Madrid: Editorial síntesis, S.A., 1996. 285 p.

HINGUERAS, E. **Urbanismo Bioclimático**. Barcelona: Gustavo Gili, 2006. 241 p.

JUFUK, S. K.; WONG, N. H.; HAGEN, E.; ANGORRO, R.; HONG, Y. The influence of land use on the urban heat island in Singapore. **Habitat Internacional**, v.31, n.1, p. 232-242. 2007

LABAKI, L.C; SANTOS, R. F; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L; ABREU, L. V de. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum Patrimônio. Mudanças Climáticas e o impacto das cidades**, v.4, n.1, p 23-42. 2011.

LANDSBERG, H. E. O clima das cidades. **Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo**, Tradução de José Bueno Conti, São Paulo, n. 18, p. 95-111, 2006.

MARTELLI, A. Educação Ambiental como método de favorecimento da arborização urbana do Município de Itapira-SP. REGET - **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, mai - ago. p. 1195-1203, 2015.

MATZARAKIS, A; MAYER, H. 1991. The extreme heat wave in Athens in July 1987 from the point of view of human biometeorology. **Atmospheric environment**. v.25. p. 203-211. 1991.

MENDONÇA, F. O Estudo do Clima Urbano no Brasil: Evolução, tendências e desafios. In: MONTEIRO, C.A.F & MENDONÇA, F. (Org.) **Clima Urbano**. São Paulo: Editora Contexto, 2003. 192 p.

MONTEIRO, C.A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEO/USP, 1976. 181p.

MONTEIRO, C.A. F.; MENDONÇA, F. O Clima Urbano na Cidade do Rio de Janeiro. In: BRANDÃO, A. M. de P. **Clima Urbano**. São Paulo: Editora Contexto. Cap. 4, p. 94-121. 2003.

MOREIRA, E. B. M.; NÓBREGA, R. S, SILVA, B. B., RIBEIRO, E. P. O modelo sebal para estudos de clima intraurbano: aplicação em Recife, Pernambuco, Brasil. **Revista RA'EGA**, v.39, p. 247- 265, 2017.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. O clima urbano como risco climático: contribuição da geografia do clima aos estudos sobre os climas das cidades. **Geo UERJ**, n. 33, p. 1-34, 2018.

RIBEIRO, H., PESQUERO, C. R. , COELHO, M. S. Z. S. **Clima urbano e saúde: uma revisão sistematizada da literatura recente**. ESTUDOS AVANÇADOS 30 (86), p. 67- 82, 2016.

RIBEIRO SOBRAL, H. **Heat island in São Paulo, Brasil: Effects on health**, In: Critical Public Health, 15(2): p. 147-156. 2005

PITTON. S. E. C; DOMINGOS. A. E. Tempo e Doenças: Efeitos dos Parâmetros Climáticos nas Crises Hipertensivas nos moradores de Santa Gertrudes – SP. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, p. 76-86. 2004.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da Climatologia Geográfica à Geografia do Clima: Gênese, Paradigmas e Aplicações do Clima como Fenômeno Geográfico. **Revista da ANPEGE**, v, 4, p. 51-72. 2008.

SANTOS, J. S; SILVA, V de. P. R; SILVA, E. R da; ARAÚJO, L. E; COSTA, A. D. L. Campo Térmico Urbano e sua relação com o uso e cobertura do solo em cidade tropical úmida. **Revista Brasileira de Geografia Física** 03. p. 540-557. 2012.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção/ Milton Santos.** Editora da Universidade de São Paulo, 2006. 392 p.

SETTE, D. M; RIBEIRO, H. Interações entre o Clima e a Saúde Humana. **Revista Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade (INTERFACES)**. volume 6, nº 2, artigo, p. 37-51. agosto 2011.

SILVA, V. P. R; AZEVEDO, P. V; BRITO, R. S.; CAMPOS, J. H. B. C. **Evaluating the urban climate of a typically tropical city of northeastern Brazil.** *Environ Monit Assess.* v. 161. p. 45-59. 2010.

SOUSA, F. G. R. B. Campina Grande: cartografias de uma reforma urbana no Nordeste do Brasil (1930 – 1945). **Revista Brasileira de História**, v. 23. n. 46. São Paulo, 2003.

SOUZA, D. M de; NERY, J. T. **O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica.** *Geografia (Londrina)*, v. 21, n.2. p.65-83, maio/ago.2012.

SPIRN, A. W. **Cidade e natureza. O jardim de granito: a natureza no desenho da cidade.** São Paulo: EDUSP, 1995.

TALAIA, M.; SILVA, M. O Vapor de Água como Condicionante do Bem-estar Humano. In: **Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española**, XXX, 2008, Zaragoza.

TERJUNG. W. H. **Physiologic climates of the conterminous United States: a bioclimatic classification based on man.** p. 141-179. 1966.

XAVIER, A. A. P. **Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. 209 p.

ZAVATTINI, J. A. A produção brasileira em climatologia: o tempo e o espaço nos estudos do ritmo climático. **Terra livre.** São Paulo. Ano 19 – vol. 1 – n. 20. p. 65-100. Jan/jul. 2003.