



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BACHARELADO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA

SAULO DE TASSO VERAS FILHO

**CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E ESTUDO DAS ESTRATÉGIAS
ADAPTATIVAS NA CIDADE DE CAICÓ, RN**

CARAÚBAS - RN

2024

SAULO DE TASSO VERAS FILHO

**CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E ESTUDO DAS ESTRATÉGIAS
ADAPTATIVAS NA CIDADE DE CAICÓ, RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Gianna Monteiro Farias Simões

CARAÚBAS – RN

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

V
476 c Veras Filho, Saulo de Tasso.
 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E ESTUDO DAS
 ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS NA CIDADE DE CAICÓ, RN /
 Saulo de Tasso Veras Filho. - 2024.
 51 f. : il.

 Orientadora: Gianna Monteiro .
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
 Tecnologia, 2024.

 1. Semiárido. 2. Conforto térmico. 3.
 Estratégias adaptativas. I. Monteiro , Gianna ,
 orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

**CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E ESTUDO DAS ESTRATÉGIAS
ADAPTATIVAS NA CIDADE DE CAICÓ, RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em Ciência
e Tecnologia.

Defendida em: 23 / 10 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Gianna Monteiro Farias Simões, Prof. Dr^a. (UFERSA)

Presidente

Mayara Cynthia Brasileiro de Sousa, Prof. Dr^a. (UFCEG)

Membro Examinador Externo

Lilianne de Queiroz Leal, Prof. Dr^a. (UFCEG)

Membro Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que, em momentos de desespero, segurou minha mão e me guiou com sua luz. Sua presença é um farol em minha vida, trazendo conforto e força.

Agradeço ao meu pai, um guerreiro agricultor, que enfrenta os rigores do sol todos os dias para nos proporcionar o sustento. Seu exemplo de perseverança e trabalho árduo é uma inspiração constante.

À minha mãe, sou eternamente grato por sua mansidão e calma, que sempre trazem paz nos momentos de tumulto. Sua sabedoria e amor incondicional são fundamentais em minha jornada.

Um agradecimento especial à minha orientadora, Giana, pelo acolhimento caloroso, pela paciência e, acima de tudo, pelo interesse genuíno em meu trabalho. Seu apoio e orientação foram cruciais para o desenvolvimento deste projeto.

Aos colegas que tornaram a caminhada, apesar das dificuldades, mais leve, agradeço pela amizade e pelo suporte. Juntos, superamos obstáculos e celebramos conquistas, tornando esta jornada memorável.

Agradeço à UFERSA pela oportunidade de crescimento profissional, que possibilitou o desenvolvimento das habilidades necessárias para enfrentar os desafios da carreira.

Agradeço aos moradores de Caicó pelo acolhimento durante a pesquisa. Sua receptividade e disposição para compartilhar experiências e conhecimentos enriqueceram enormemente este estudo.

À banca examinadora, expresso minha gratidão por suas valiosas contribuições, críticas construtivas e incentivo. Seu comprometimento em analisar este trabalho foi fundamental para seu aprimoramento.

A cada um de vocês, meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

A cidade de Caicó, RN, situada no semiárido nordestino, apresenta temperaturas elevadas e baixa umidade do ar, situação que é agravada pela urbanização e pelo uso de materiais que retêm calor, como o asfalto. Por isso, o presente estudo tem como objetivo analisar o conforto térmico na cidade ao longo dos anos (2013 - 2023) e quais as estratégias adaptativas utilizadas pelos residentes para a amenização do desconforto térmico, tanto no nível da edificação como estratégias pessoais. A metodologia inclui a análise de dados meteorológicos obtidos do INMET, mapeamento dos tipos de pavimentação das vias e registros fotográficos das estratégias de adaptação ao clima. Os resultados mostram que as temperaturas frequentemente ultrapassam os 35,0 °C, ou seja, mais de 9,0 °C acima do recomendado pela ISB, caracterizando um elevado desconforto térmico vivenciado pela população. A umidade relativa do ar mantém uma média geral de acordo com a média regional, que é de aproximadamente 50,0%. Em relação à precipitação, os volumes são baixos e concentrados no início do ano, com médias anuais que raramente ultrapassam os 20,0 mm. A velocidade do vento se mantém em torno de 3,0 m/s, além disso, há uma diferença climática entre as estações, com o verão apresentando temperaturas mais elevadas e maior incidência de precipitação, enquanto o inverno tem ventos mais fortes e temperaturas ligeiramente mais amenas. Estratégias de mitigação adotadas incluem o uso de árvores, cores claras nas edificações, uso do ar-condicionado, além de práticas pessoais como o uso de vestimentas leves e a busca por áreas sombreadas nas ruas, entre outros. No entanto, foram identificadas práticas negativas, como a poda excessiva de árvores, o uso de cores escuras em algumas edificações, e um elevado percentual de recobrimento das ruas (36,45%) contribuindo para o aumento do calor nas áreas urbanas, agravando o desconforto térmico. O estudo caracteriza o clima local por meio de um recorte temporal de 10 anos e mostra que não houve diferenças significativas para as variáveis analisadas.

Palavras-chave: Semiárido, conforto térmico; estratégias adaptativas.

ABSTRACT

The city of Caicó, located in the semi-arid region of northeastern Brazil, experiences high temperatures and low air humidity, worsened by urbanization and using heat-retaining materials, such as asphalt. Therefore, this study aims to analyze thermal comfort in the city between 2013 and 2023 and the adaptive strategies used by residents to mitigate thermal discomfort, both at the building level and through personal strategy. The methodology includes the analysis of meteorological data obtained from INMET, mapping of road pavement types, and photographic documentation of climate adaptation strategies. The results show that maximum temperatures often exceed 35.0 °C, which is more than 9.0 °C above the maximum recommended by the ISB, indicating significant thermal discomfort experienced by the population. The relative humidity remains generally consistent with the regional average, around 50.0%. As for precipitation, the volumes are low and concentrated at the beginning of the year, with annual averages rarely exceeding 20.0 mm. Wind speeds hover around 3.0 m/s, and there is a climatic difference between seasons, with summer showing higher temperatures and more rainfall, while winter has stronger winds and slightly milder temperatures. Mitigation strategies adopted include the use of trees, light-colored buildings, air conditioning, and personal practices such as wearing light clothing and seeking shaded areas in the streets, among others. However, negative practices were also identified, such as excessive tree pruning, the use of dark colors in some buildings, and a high percentage of street coverage (36.45%), contributing to increased heat in urban areas, and exacerbating thermal discomfort. The study characterizes the local climate through a 10-year time frame and shows that there were no significant differences for the variables analyzed.

Keywords: Semi-arid, Thermal comfort; Adaptive strategies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do município de Caicó-RN.....	24
Figura 2: Média diária de temperatura do ar.....	27
Figura 3: Diferença verão e inverno para média da temperatura do ar.	28
Figura 4: Temperatura máxima do ar.	29
Figura 5: Diferença verão e inverno para temperatura máxima do ar.	29
Figura 6: Médias de precipitações.	31
Figura 7: Diferença verão e inverno para precipitação.....	32
Figura 8: Médias de umidade relativa do ar.	33
Figura 9: Diferença verão e inverno para umidade relativa do ar.....	33
Figura 10: Média de velocidade do vento.	34
Figura 11: Diferença verão e inverno para velocidade do vento.....	35
Figura 12: Mapa de pavimentação com os tipos de vias	37
Figura 13: Estratégias positivas utilizadas nas edificações.	39
Figura 14: Estratégias de climatização.....	40
Figura 15: Estratégias positivas usadas pelos indivíduos.	41
Figura 16: Estratégias negativas.	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CGESP	Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas de São Paulo
EHS	<i>Exertional Heat Stroke</i>
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NR	Norma Regulamentadora
RN	Rio Grande do Norte

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Grau Celsius
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1 Temperatura do Ar	14
3.2 Vento.....	15
3.3 Precipitação.....	15
3.4 Umidade do Ar.....	16
3.5 Conforto Térmico.....	17
3.6 Semiárido brasileiro	18
3.7 Microclima.....	19
3.8 Impactos da Urbanização no Clima.....	20
3.9 Estratégias de Mitigação para o Calor	21
3.9.1 Vegetação Urbana e Áreas Verdes.....	21
3.9.2 Vestimenta	22
3.9.3 Estratégias de conforto térmico em edificações.....	22
4 METODOLOGIA	24
4.1 Recorte de estudo	24
4.2 Levantamento de dados	25
4.3 Tabulação e Análise de dados.....	25
5 RESULTADOS	26
5.1.1 Temperatura do ar	26
5.1.2 Temperatura máxima do ar.....	28
5.1.3 Precipitação	30
5.1.4 Umidade relativa do ar	32
5.1.5 Vento.....	34
5.2 Mapa de pavimentação com os tipos de vias	36
5.3 Estratégias adaptativas	38
5.3.1 Estratégias positivas.....	38
5.3.2 Estratégias negativas	41
6 CONCLUSÃO.....	42
7 REFERÊNCIAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

A preocupação do ser humano com o conforto cresce à medida que a sociedade evolui, em outras palavras, quanto mais a humanidade progride, mais exigentes as pessoas se tornam em relação ao seu bem-estar (Lamberts; Ghisi; Papst, 2000). O conceito de conforto térmico se refere ao estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda, a não satisfação pode ser causada pela sensação de desconforto tanto pelo calor, como pelo frio, quando o balanço térmico não é estável no ambiente (*ibid*, 2000).

As principais variáveis climáticas que influenciam o conforto térmico são a temperatura, a umidade, a velocidade do ar e a radiação solar incidente, estas variáveis estão intimamente ligadas ao regime de chuvas, vegetação, permeabilidade do solo, águas superficiais e subterrâneas, topografia e outras características locais, todas passíveis de serem alteradas pela atividade humana (Frota; Schiffer, 2016).

O processo de urbanização altera o balanço de radiação da superfície ao substituir materiais naturais por materiais urbanos, como asfalto e concreto, que absorvem e retêm mais calor, a escolha inadequada desses materiais e a expansão das áreas pavimentadas intensificam o efeito das mudanças climáticas no ambiente urbano (Amorim, 2000). Quando essas modificações são combinadas com climas quentes, o resultado é um agravamento significativo do desconforto térmico, essa interação entre urbanização e condições climáticas elevadas contribui para a formação de ilhas de calor urbanas, onde as temperaturas são consideravelmente mais altas do que nas áreas rurais circundantes, afetando negativamente o clima local e a qualidade de vida dos residentes (*ibid*, 2000).

As condições climáticas naturais da região semiárida brasileira caracterizada por altas temperaturas são potencializadas pelos elementos constituintes das estruturas urbanas, piorando a qualidade de vida nas áreas centrais das cidades devido ao aumento do desconforto térmico, já que a disposição das edificações e os materiais utilizados no revestimento das superfícies, principalmente o asfalto, têm a propriedade de alterar o regime de circulação dos ventos e de armazenar calor (Bezerra; Ramos; Azevedo, 2013).

Cidades localizadas na região semiárida do nordeste brasileiro enfrentam elevadas temperaturas durante a maior parte do ano, resultando em um desconforto térmico significativo para seus habitantes, por se tratar de uma área com altas temperaturas, baixa umidade relativa, poucos índices de chuva e um crescente processo de urbanização (Morais, 2014). A cidade de

estudo, Caicó, RN, possui um clima semiárido que se divide, praticamente, entre duas estações ao longo do ano. A primeira metade do ano, de janeiro a junho, é marcada pela estação chuvosa, cujas precipitações, embora irregulares, são essenciais para a agricultura e o abastecimento hídrico da região (Lucena *et al.*, 2013). Na segunda metade do ano, de julho a dezembro, prevalece a estação seca, caracterizada por altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, essa variação climática impacta diretamente o conforto térmico da população, tomando-se crucial analisar os índices de conforto térmico em diferentes períodos do ano (*ibid*, 2013).

Dada essa situação, o conforto térmico pode ser alcançado por meio de diversos métodos, por exemplo, o uso de arborização adequado, que contribui para a redução dos índices de calor em áreas urbanas, fornecendo microclimas agradáveis (Pinheiro; Souza, 2017). Métodos construtivos que favorecem a ventilação natural e a utilização de revestimentos claros que refletem a luz solar (Coser; Moritz; Ferreira, 2013). As vestimentas também executam um papel crucial, possibilitando a regulação da temperatura corporal em ambientes fechados ou abertos (Amorim; Leder, 2021).

Diante desse cenário, a análise do conforto térmico na referida cidade torna-se essencial, permitindo uma compreensão aprofundada das condições ambientais na cidade e dos efeitos do calor sobre a população. Além disso, identificará as principais estratégias de mitigação do desconforto térmico adotadas pela comunidade local.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar o comportamento das variáveis climáticas da cidade de Caicó em recorte temporal (2013 - 2023) e descrever quais as estratégias adaptativas adotadas pela população para a amenização do desconforto térmico, tanto no nível da edificação como pessoal, utilizando dados meteorológicos, mapeamento urbano e pesquisa de campo.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as variáveis climáticas por meio dos dados meteorológicos do INMET;
- Elaborar um mapa com os tipos de cobertura das ruas (Recobrimento com asfalto, calçamento, terra – sem pavimentação);
- Analisar se há diferença nas condições ambientais nas principais estações (verão x inverno);

- Identificar e analisar as estratégias de mitigação do desconforto térmico usadas pela população.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Temperatura do Ar

A temperatura é uma grandeza física que mede a quantidade de energia cinética, ou seja, o grau de movimento dos átomos e moléculas que formam qualquer corpo, quanto maior a oscilação dessas partículas, maior será a temperatura do corpo, da mesma forma, quando a movimentação é reduzida, a temperatura também diminui, refletindo um menor nível de energia térmica (Melo, 2024).

A temperatura na Terra está diretamente ligada à energia que recebemos do Sol, a luz solar aquece a superfície do planeta, e esse calor é absorvido e transmitido para o ar e outros elementos ao redor, em condições normais, a radiação solar atinge seu pico ao meio-dia, mas a Terra continua aquecendo até o pôr do sol, as temperaturas mais baixas ocorrem geralmente ao amanhecer, enquanto as mais altas costumam ser registradas entre 14h e 15h, quando a radiação emitida pela Terra supera a radiação solar absorvida (Roriz, 2006).

Chapman *et al.* (2017) em seus estudos sobre temperatura mostram que as cidades têm temperaturas mais altas em comparação com áreas rurais, um fenômeno conhecido como "ilha de calor urbana", o que aumenta o risco de mortalidade relacionada ao calor. Anikeeva *et al.* (2024) complementa que períodos de alta temperatura estão se tornando mais intensos, frequentes e longos.

Frota e Schiffer (2003) encontraram uma relação entre a temperatura e o desempenho de operários na Inglaterra em condições meteorológicas desfavoráveis, com o aumento da temperatura de 20,0 °C para 24,0 °C, o rendimento reduzia em 15,0%; quando a temperatura atingia de 30,0 °C e a umidade relativa 80,0%, o rendimento do trabalho reduzia em até 28,0%.

A ISB (International Society of Biometeorology) desenvolveu faixas de UTCI (Universal Thermal Climate Index) com o intuito de avaliar as condições térmicas de ambientes externos por meio da resposta fisiológica do corpo humano, sendo definido como termo fisiologicamente válido, aplicável a todos os tipos de clima, e estima a faixa climática referente ao conforto térmico as temperaturas entre 18,0 °C e 26,0 °C (Isb, 2023).

3.2 Vento

O vento é o movimento do ar causado por diferenças de pressão na atmosfera. Essas diferenças surgem quando o sol aquece a superfície da Terra de maneira desigual, fazendo com que o ar quente, menos denso, suba, enquanto o ar frio, mais denso, desce, esse movimento do ar das áreas de alta pressão (com ar mais frio) para as áreas de baixa pressão (com ar mais quente) cria o que chamamos de vento (Matias, 2024). A velocidade e a direção do vento variam com a localização geográfica, a topografia e as condições atmosféricas, o vento é uma força importante que influencia o clima e afeta o conforto térmico humano, já que ele pode ajudar a dissipar o calor corporal, melhorando a sensação de frescor em ambientes quentes (*ibid*, 2024).

Em ambientes com ventilação natural, as pessoas tendem a tolerar temperaturas mais elevadas devido à sensação de resfriamento proporcionada pela circulação de ar, quando a velocidade do vento alcançava até 2,5 m/s (Vecchi, 2011). O Rio Grande do Norte é diretamente influenciado pelos ventos alísios, que, juntamente com a ação sinótica do centro de alta pressão do Atlântico (anticiclone), favorecem um forte regime de ventos na região, geralmente, os ventos mais intensos ocorrem entre o final do inverno e a primavera, no Hemisfério Sul, o inverno inicia-se em 21 de junho, no solstício, e termina em 23 de setembro, no equinócio (Ebbesen, 2024).

3.3 Precipitação

A precipitação é a forma pela qual a água é transferida da atmosfera para a superfície terrestre, ela ocorre quando o vapor d'água presente no ar se condensa em gotículas ou cristais, formando nuvens. Quando essas partículas se tornam suficientemente grandes, elas caem em forma de chuva, neve, granizo ou orvalho (Carvalho; Silva, 2006).

A precipitação é quantificada em milímetros (mm) através de pluviômetros, que coletam e medem a água da chuva em um determinado período, existem diversos instrumentos para medir a precipitação, sendo eles os pluviômetros de tubo e eletrônicos, e técnicas de radar meteorológico para monitorar e prever a precipitação, permitindo uma melhor compreensão dos padrões climáticos (Rigonatto, 2024).

As altas temperaturas, combinadas com a diminuição das precipitações, podem criar um ambiente propício para o aumento da poluição do ar, isso ocorre porque o calor intensifica a evaporação de poluentes, a falta de chuva reduz a limpeza natural do ar, que normalmente é feita pela precipitação, que remove partículas e poluentes da atmosfera (Moraes *et al.*, 2019).

Um estudo realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) analisou dados de 1,252 estações meteorológicas no Brasil entre 1961 e 2020, foi observada uma relação significativa entre precipitação e temperatura. Os pesquisadores observaram um aumento no número de dias consecutivos sem chuvas, que passou de uma média de 80-85 dias para cerca de 100 dias na década mais recente (Inpe, 2024). Essa tendência de secas prolongadas resulta em temperaturas mais elevadas, especialmente em regiões onde a falta de chuva implica em menor resfriamento da atmosfera (*ibid*, 2024).

3.4 Umidade do Ar

A umidade do ar é um elemento climático que representa a quantidade de vapor de água presente na atmosfera, é o resultado da evaporação das águas e a transpiração vegetal, tanto a vegetação, porções de água e até mesmo objetos antrópicos influenciam na caracterização da umidade local, considerando que esses elementos têm o potencial de impactar na presença de água na atmosfera (Güths, 2012).

O ar atmosférico é composto por diversos gases e de uma quantidade pequena de vapor de água, resultando em dois tipos de umidade, sendo elas a absoluta e a relativa (Frota; Schiffer, 2016). A umidade absoluta é a quantidade real de vapor de água que está presente em um determinado volume de ar e não leva em consideração a temperatura do ar (*ibid*, 2016). Já a umidade relativa é a relação da umidade absoluta com a quantidade máxima do ar de reter vapor d'água, àquela temperatura. Isto equivale a dizer que a umidade relativa é uma porcentagem da umidade absoluta de saturação, se a umidade relativa for 100,0%, significa que o ar está completamente saturado e não pode mais absorver vapor (Güths, 2012).

Em zonas mais áridas, como o nordeste brasileiro, onde predomina um clima tropical semiárido, marcado por longos períodos de estiagem, a umidade relativa anual é de, em média, 50,0% (Guitarrara, 2024). Mas valores extremamente baixos são registrados. Por exemplo, segundo a ASA Brasil (2020), na cidade de Gilbués-PI em 2020 registrou uma umidade relativa de apenas 17,0%, um número extremamente baixo comparado a média regional.

Hipólito (2024), afirma que a baixa umidade do ar provoca diversos problemas de saúde, entre eles destacam-se: aumento de alergias devido ao ressecamento de mucosas, ressecamento da pele, irritabilidade dos olhos e o aumento da incidência de incêndios. Em contrapartida, a alta umidade relativa do ar como valores acima de 70,0%, também apresenta malefícios, nesses casos, a sensação de calor é aumentada, pela dificuldade do corpo em evaporar o suor causando desconforto térmico (*ibid*, 2024).

Logo, uma umidade adequada no ambiente é de total importância para o equilíbrio da temperatura corporal e a sensação de conforto térmico; segundo a OMS, a umidade relativa do ar ideal para saúde é entre 50,0% e 70,0%. Por isso, quando o percentual da umidade do ar fica entre 20,0% e 30,0% as regiões entram em estado de atenção, a umidade do ar a 10,0%, por exemplo, é um nível compatível com o do Deserto do Saara (Cgesp, 2024).

3.5 Conforto Térmico

Conforto e equilíbrio térmico do corpo humano estão relacionados, na medida em que a sensação de bem estar térmico depende do grau de atuação do sistema termorregulador para a manutenção do equilíbrio térmico (Ruas, 1999). Dessa forma, a primeira condição para se obter conforto térmico é que o corpo esteja em equilíbrio térmico, ou seja, a quantidade de calor ganho (metabolismo + calor recebido do ambiente) deve ser igual a quantidade de calor cedido para o ambiente, assim, quanto mais o sistema precisa trabalhar para manter a temperatura interna do corpo, maior será o desconforto, que é uma sensação subjetiva e, portanto, varia de pessoa para pessoa. Em outras palavras, um ambiente termicamente confortável para alguém pode ser desconfortável para outra pessoa (*ibid*, 1999). O conforto tem relação com regimes de chuvas, vegetação, permeabilidade do solo, topografia, entre outras características locais que podem ser alteradas pela presença humana (Frota; Schiffer, 2016).

Queiroga (2019) afirma que a compreensão do conforto térmico pode contribuir com a qualidade da saúde da população, influenciando no comportamento das pessoas e o planejamento de espaços urbanos. Os primeiros estudos relacionados ao conforto térmico são datados do início do século XIX na Europa, com os movimentos que buscavam por melhorias das condições de trabalho nas indústrias de metalúrgica e têxtil, tendo em vista os frequentes acidentes e enfermidades devido a influência do calor nessas atividades (Silva Júnior, 2012).

Algumas análises de estudos sobre as influências do conforto térmico afirmam que o rendimento no trabalho pode ser afetado. De acordo com Gambrell (2002), pessoas que trabalham em ambientes muito quentes encaram desafios fisiológicos que podem afetar o desenvolvimento de suas atividades e, adicionalmente, podem também ser incididos por perdas térmicas sérias e até risco de morte. A elevação da temperatura corporal a níveis críticos acarreta a incidência de doenças térmicas, em particular, a exaustão térmica e o EHS (Exertional Heat Stroke ou insolação por esforço), que são duas formas de insolação que atingem trabalhadores expostos a situações de estresse térmico (Rosa, 2019).

A fisiologia térmica do corpo humano é complexa, funcionando como um sistema termodinâmico que se regula para manter a temperatura interna corporal próxima de 37,0 °C (Lim *et al.*, 2008). Este balanço térmico se dá numa relação entre o calor produzido pelo corpo (taxa de metabolismo no trabalho realizado), o calor cedido ao ambiente pela pele (calor latente e calor sensível) e pela respiração, essa capacidade de manter a temperatura corporal relativamente constante independente das condições ambientais é vital para saúde humana, por essa capacidade de regular a produção, a absorção e a perda de calor, os seres humanos são homeotermos (*ibid*, 2008).

No entanto, pequenas oscilações na temperatura corporal fora da faixa ótima (36,5° - 37,0 °C) afetam a condição física e mental, podendo levar a comprometimentos fisiológicos e patológicos, o desconforto térmico ocorre quando esses mecanismos de regulação natural da temperatura corporal falham, algumas combinações de esforço físico e de exposição ao calor podem levar esse desconforto ao estresse térmico dos indivíduos (Veiga; Almeida; Duarte, 2016).

3.6 Semiárido brasileiro

O semiárido é umas das regiões mais seca do ponto de vista climático no Brasil, com uma extensão de 1,56 milhão de km² (18,2% do território nacional) abrange grande parte do nordeste brasileiro, essa região é reconhecida por suas condições ambientais extremas, que combinam altas temperaturas, baixa humidade relativa do ar e precipitações irregulares (Da Silva *et al.*, 2010). Segundo Zanella (2014), esse cenário resulta em uma vulnerabilidade climática acentuada, gerando impactos diretos sobre a população e as atividades econômicas locais, como da pecuária e agricultura, as quais dependem diretamente da disponibilidade hídrica.

Umas das principais características do clima semiárido é a sua irregularidade pluviométrica, apresentando médias anuais de precipitação variando entre 200,0 mm e 800,0 mm, onde essas precipitações são concentradas em pouco meses do ano, geralmente entre 4 e 5 meses, com as chuvas começando em fevereiro e se estendendo até maio, sendo maio, o mês com mais volume de precipitações (Lemos; Ferreira; Botelho, 2016).

Esse regime hídrico, associado as elevadas taxas de evaporação, colabora a formação de um ambiente seco e bastante árido durante a maior parte do ano, afetando diretamente o conforto térmico e a qualidade de vida das populações que habitam no semiárido (De Moura; Sobrinho; Da Silva, 2019). A evapotranspiração intensa e a radiação solar constante tornam o

fenômeno do calor excessivo um dos principais fatores para o agravamento do desconforto nas áreas urbanas e rurais (De Souza; Nery, 2012).

Em relação as temperaturas, o semiárido é caracterizado por uma significativa amplitude térmica segundo o Inmet (2024), as temperaturas máximas diárias frequentemente ultrapassam os 35,0 °C nos meses mais quentes do ano, enquanto as mínimas podem cair para valores mais amenos durante a noite ficando em torno de 20,0 °C a 25,0 °C na maior parte do ano.

Adicionalmente, a região é influenciada por fenômenos atmosféricos globais, como o El Niño e o La Niña, ambos, afetam diretamente os padrões de precipitações e prolongam os casos de seca e, em situações menos frequentes, intensificam as chuvas em um curto período de tempo, esses eventos acentuam a variabilidade climática tornando o ambiente ainda mais instável no que se diz respeito ao conforto térmico (Costa, 2012).

Monteiro e Mendonça (2015) em seu estudo no semiárido brasileiro, observaram que em condições desconfortáveis, os indivíduos experimentam desconforto térmico significativo, principalmente em períodos de maior insolação, onde as temperaturas superam os 35,0 °C.

3.7 Microclima

O microclima é um conjunto de condições climáticas em escalas pequenas, resultado da interação entre o ambiente local e os padrões climáticos regionais, logo, fatores como a vegetação, topografia, a arquitetura urbana incluindo o uso do solo influenciam o microclima de uma determinada área (Nóbrega; Lemos, 2011).

A análise do microclima é fundamental para compreender as condições climáticas específicas em diferentes contextos. No âmbito urbano, entender o microclima é essencial para um planejamento sustentável, permitindo identificar áreas com condições térmicas desfavoráveis, a partir desse conhecimento, é possível elaborar propostas, como a implementação de áreas verdes e a aplicação de técnicas de resfriamento urbano, visando reduzir os impactos causados pelo clima local (Duarte, 2015).

As cidades do semiárido, possuem temperaturas elevadas, baixa amplitude térmica anual, baixo índice de precipitação e grandes períodos de seca, possuindo vegetação adaptada (De Moura; Sobrinho; Da Silva, 2019). Suas construções e emissões de poluentes atmosféricos contribuem para o aumento da temperatura, provocando diferenças de umidade e precipitação, provocando casos de microclimas urbanos (Mme, 2024). As variações climáticas em escalas

menores, especialmente em contextos urbanos e semiáridos como o de Caicó, contribuem para um agravamento térmico, afetando diretamente o conforto dos indivíduos, podendo gerar problemas referentes a saúde como insolação (Nóbrega; Lemos, 2011).

3.8 Impactos da Urbanização no Clima

Kruger *et al.* (2023) afirmam que as áreas urbanas desempenham um papel significativo na modificação do clima, o crescimento urbano desordenado é apontado como um dos responsáveis pelas mudanças climáticas, contribuindo para o aumento da vulnerabilidade e intensificando os efeitos das ondas de calor.

O uso excessivo de asfalto ou outros tipos de pavimentação como o paralelepípedo intensificam esse efeito, esses materiais impermeáveis e com tonalidades escuras, contribuem para absorção de energia solar, e possuem grande capacidade de armazenamento de calor, quanto maior o índice de superfícies pavimentadas, maiores serão os ganhos de calor e, maior é a emissão deste para o espaço urbano e suas repercussões no clima (Celis *et al.*, 2021).

Villar (2014) observou que há diferenças entre os ganhos de calor nos diferentes tipos de pavimentação das ruas, a temperatura é mais elevada no asfalto, em seguida no paralelepípedo e baixa no solo natural, demonstrando que o tipo de superfície influencia na temperatura superficial no estudo, Villar (2014) constatou que as superfícies asfaltadas nos horários de maiores temperaturas do ar podem apresentar temperaturas superficiais até 5,0 °C mais elevadas em comparação a outros tipos.

Lombardo (1985), em sua pesquisa sobre a relação entre uso do solo e a variação da temperatura do ar na cidade de São Paulo, observou que as altas temperaturas ocorrem principalmente em áreas mais industrializadas e em regiões residenciais que possuem uma acentuada expansão vertical de suas edificações.

As vias formadas pelos espaços geométricos entre as edificações são chamadas de cânions urbanos, esses espaços densamente construídos são capazes de modificar as trocas de calor numa determinada região, impactando diretamente no conforto térmico das áreas urbanas (Muniz-Gäal *et al.*, 2018). O conforto térmico em um cânion urbano pode sofrer variações dependendo de sua orientação axial, uma vez que a sua localização em relação ao percurso do sol impacta diretamente a absorção e a emissão de radiação solar, além de afetar a ventilação na cidade, pois as edificações restringem a circulação dos ventos, principalmente quando esses

locais estão em ângulos opostos a direção predominante do vento na região, os quais contribuirão para retirada do calor (Lemos, 2022).

A pesquisa de Aguiar *et al.* (2017), sobre cânions urbanos e seus feitos climáticos na cidade de Fortaleza corrobora com as afirmações anteriores. Os resultados indicaram que em um ponto extremamente construído e com a presença densa de cânions as temperaturas atingiram valores de 35,0 °C, em comparação a outras áreas que possuíam moderada presença dos cânions com valores de 32,0 °C.

3.9 Estratégias de Mitigação para o Calor

As variações de temperatura produzem desconforto, logo, os indivíduos reagem de maneira a tentar restaurar seu conforto, utilizando-se de mecanismos termorreguladores, sendo eles o instintivo, onde utilizamos de respostas naturais para regular a temperatura corporal, tal como em um dia quente nadar em um lago, beber água gelada ou sentar-se à sombra de uma árvore; e o mecanismo cultural que é as práticas tecnológicas e os costumes desenvolvidos ao longo de tempo para enfrentar o calor (Lamberts; Ghisi; Papst, 2000).

3.9.1 Vegetação Urbana e Áreas Verdes

Em relação ao conforto térmico em espaços abertos, as atividades ativas ou passivas dos indivíduos, necessitam de ambientes que estejam confortáveis termicamente, sendo assim, pode-se considerar a utilização da arborização nesses espaços, a qual desempenham papéis essenciais (Shams; Giacomeli; Sucomine, 2009).

Dentre os benefícios que a arborização proporciona, destaca-se a diminuição dos níveis de CO², diminuição dos níveis das ondas curtas solares, produção de sombras, processos de evapotranspiração e a estabilização dos valores de umidade do ar e conforto térmico (Silva *et al.*, 2020). Em um clima seco como o semiárido, onde a temperatura é mais elevada, a vegetação contribui positivamente para o conforto térmico, pois promovem a elevação da umidade através da transpiração de suas folhas (Da Cruz; Freitas; Cantuária, 2017).

As folhas da vegetação evaporam 97,0% de água através da transpiração, diminuindo a carga de calor da planta, consequentemente reduzindo a temperatura do ambiente, as pequenas áreas verdes inseridas no cenário urbano das cidades possuem o efeito de amenizar o microclima que pode ser sentido em um raio de até 100 metros de distância das áreas (Pinheiro; De Souza, 2017).

Da Cruz, Freitas e Cantuária (2017) analisaram impactos das ilhas de calor na cidade de Brasília e constataram que em espaços onde existe a presença de arborização, houve uma diferença grande na umidade e no CO₂, e enquanto a temperatura em locais sem presença arbórea estava a 27,0 °C, os locais de sombreamento variavam entre 22,0 °C a 25,0 °C.

3.9.2 Vestimenta

Quando os indivíduos sentem desconforto térmico, eles recorrem as mais diversas alternativas adaptativas para alcançar o conforto, com ajustes no ambiente, como o uso de ventiladores, abertura de portas e janelas, ou recorrendo aos ajustes pessoais como a alteração da vestimenta, consumo de bebidas geladas, entre outros (Simões, 2022).

Em ambientes abertos com a influência de um clima quente, a vestimenta torna-se crucial, ela funciona como um isolante térmico mantendo junto ao corpo humano uma pequena camada de ar, sendo ele mais ou menos isolante a depender do ajuste e porção do corpo ao qual cobre, essa camada de ar funciona como uma barreira, dificultando a troca de calor por convecção ou radiação (Lamberts, Ghisi; Papst, 2000). Em climas considerados seco, as vestimentas adequadas mantêm a umidade advinda do organismo através da transpiração, reduzindo os efeitos do aumento de calor relacionado a radiação solar direta, sua resistência térmica está diretamente ligada ao tipo e cores das fibras que a formam (Frota; Schiffer, 2016).

Segundo a ISO 7730 (2005) as vestimentas possuem uma unidade representativa que indica o seu índice de resistência térmica, chamada de CLO, essa medida indica o quanto uma roupa isola o calor em relação ao corpo, 1 clo equivale a $= 0,155 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ ou seja, um terno completo; roupas do tipo bermudas e camisas de manga curtas possuem 0,06 e 0,15 clo respectivamente. É fundamental a estimativa correta do isolamento térmico das vestimentas no que se diz respeito ao conforto térmico, pois um aumento de 0,1 clo corresponde a uma diminuição de até 0,6 °C em atividades consideradas sedentárias e uma diminuição de 1,5 °C em atividades pesadas na temperatura do conforto (Anger, 1970).

3.9.3 Estratégias de conforto térmico em edificações

Nas edificações, é crucial que o espaço possua uma adequada temperatura ambiente, pois esse fato tende a impactar diretamente na sensação de conforto térmico dos indivíduos, estima-se que o ser humano viva de 70,0% a 80,0% de sua vida confinados em ambientes fechados, logo os projetos arquitetônicos devem levar em consideração estratégias que priorizem o conforto térmico (Projetou, 2023).

De acordo com a Anvisa (2003), a recomendação de faixa de temperatura em ambientes fechados, onde a temperatura é controlada artificialmente para condições internas em épocas de verão é entre 23,0 °C a 26,0 °C, enquanto que para o inverno varia de 20,0 °C a 22,0 °C. Já a NR 17 diz que a temperatura deve ficar em torno de 20,0 °C a 22,0 °C onde são executadas atividades intelectuais tais como laboratórios, escritórios etc.

A NBR 15520 (2003) no que se diz respeito ao desempenho térmico de Edificações, que trata as recomendações de métodos construtivos, visando melhorar o desempenho térmico das edificações, dispõe de várias estratégias de condicionamento térmico para mitigar o desconforto, dentre as principais destacam-se: a forma, a orientação e a implantação da edificação; o uso de resfriamento artificial; ventilação cruzada e parede leves e refletoras de calor.

A orientação da fachada da edificação no terreno é de extrema importância para obter conforto térmico, em países do hemisfério sul como é o caso do Brasil a posição do sol em relação a edificação tem influência direta, fachadas voltadas para o sul tendem a ser menos ensolaradas que as voltadas para o oeste, as quais absorvem mais calor solar (Portillo, 2024).

Os materiais que compõem o envoltório das edificações interferem diretamente nas suas trocas de calor, a cor e a textura das superfícies externas de uma edificação são um exemplo dos elementos que afetam o desempenho térmico do envoltório e são um dos responsáveis pelos ganhos ou perdas de calor por radiação das edificações (Pereira, 2014). Esses elementos são classificados em opacos e transparentes; materiais com características transparentes são definidos por aqueles que permitem a transferência de uma boa quantidade de radiação solar como o vidro, por outro lado, os opacos como paredes e telhas possuem a capacidade de absorver e refletir essa radiação, essa sua capacidade está fortemente associada a cor e a textura do revestimento (Castro *et al.*, 2003).

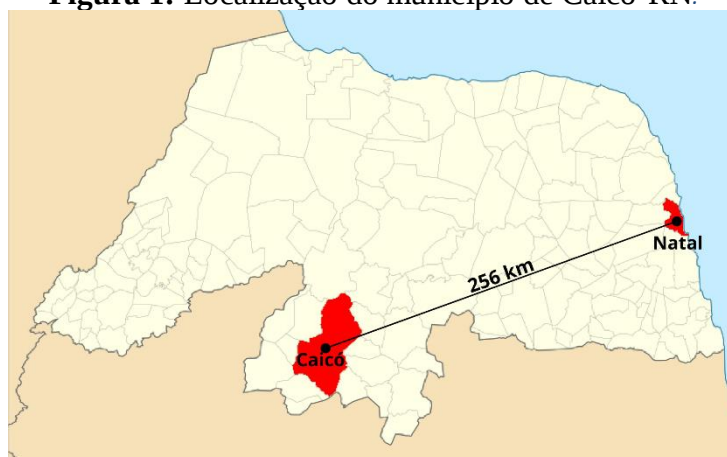
Cores mais claras conseguem minimizar o fluxo de radiação solar absorvida, pois refletem mais luz e mais radiação, uma refletância de 70,0%, significa uma absortância de 30,0%, já cores mais escuras conseguem absorver mais a radiação dissipando-a no interior das residências contribuindo para o desconforto térmico (Ca2, 2024). Castro *et al.* (2003) medindo a refletâncias das cores de tinta através da análise espectral comprovou que a cor branca apresenta um nível de refletância de 88,0% em comparação a cor preta que apresentou 4,0%.

4 METODOLOGIA

4.1 Recorte de estudo

A área selecionada para o estudo foi a cidade de Caicó, o município está localizado na região seridó do Rio Grande do Norte, distante 256 km da capital estadual, Natal (Figura 1). Com uma altitude de 161 m em relação ao nível do mar, possui as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 6°27'29" Sul, Longitude: 37°05'52" Oeste. Limita-se a Oeste com o estado da Paraíba e a cidade de Jardim de Piranhas, e a Leste com São Fernandes. Seu território ocupa uma área de 1.228,574 km², o equivalente a 2,33% da superfície estadual, posicionando-o como o quinto município com maior extensão do Rio Grande do Norte; Caicó é a sétima cidade mais populosa do estado com 61,146 pessoas (IBGE, 2022).

Figura 1: Localização do município de Caicó-RN.



Fonte: adaptado do Google Imagens (2024).

Caicó foi selecionada para a realização do estudo, pois localiza-se em uma região com registro de altas temperaturas ao longo do ano, também possui uma umidade relativa do ar moderada, e apresenta baixos índices de precipitações (Lucena *et al.*, 2013).

Segundo informações disponíveis no site oficial da Prefeitura Municipal de Caicó (2023), a cidade destaca-se como um polo regional, com grande relevância econômica, cultural e educacional. A cidade é conhecida por suas festividades tradicionais, como a Festa de Santana, que atraem turistas e movimentam o comércio local. Suas instituições educacionais, incluindo universidades e escolas técnicas, desempenham um papel crucial na formação profissional e no desenvolvimento socioeconômico da região.

4.2 Coleta de dados

O desenvolvimento da pesquisa envolveu duas etapas de coleta de dados: Dados climáticos e pesquisa de campo. Na primeira parte, realizou-se a obtenção dos dados climáticos da cidade de estudo, obtidos a partir do banco de dados da estação do INMET para o período de 2013 a 2023. Sendo as seguintes variáveis coletadas: Médias diárias de temperatura do ar, temperatura máxima do ar, umidade relativa do ar, precipitação e, vento. Essas informações permitiram uma análise detalhada das condições climáticas da região para o período estudado.

No segundo momento, a coleta de dados em campo, ocorreu no dia 29 de agosto de 2024 com percurso de carro e o auxílio de dois colegas, também estudantes do curso. Foram levantados os principais tipos de pavimentação predominantes nas ruas da cidade, categorizando em ruas pavimentadas com asfalto, calçamento – uso de paralelepípedos, sem pavimentação/recobrimento - de terra. Não foi possível verificar a totalidade das vias, uma vez que, algumas áreas foram consideradas de riscos e por questões de segurança não puderam ser mapeadas. Essas vias que não puderam ser inspecionadas através do percurso foram verificadas através do *Google Earth*.

Além do mapeamento das ruas, na coleta em campo também foram realizados registros fotográficos das diversas estratégias utilizadas para amenizar o desconforto térmico, nas edificações da cidade e pelos indivíduos. Essa etapa também envolveu o uso de conversas informais com os moradores sem a aplicação de um questionário, apenas conversas para buscar entender melhor como eles percebem o clima e quais as principais estratégias utilizadas no decorrer do dia para amenizar o calor. Essas conversas foram uma forma de complementar o estudo, fornecendo uma experiência direta da população no enfrentamento do clima hostil.

4.3 Tabulação e Análise de dados

Os dados meteorológicos foram tabulados utilizando o software *Excel*, o mesmo permitiu que os dados fossem devidamente processados e separados sendo as médias diárias das variáveis climáticas em estudo. Os dados foram tabulados por ano, como também havendo a distinção entre verão e inverno, assumindo os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março como verão e, os meses de junho, julho, agosto e setembro como inverno. Foi observado que muitos dados fornecidos pelo INMET apresentavam erros destacados como “*null*”, por isso, esses registros foram excluídos das análises, resultando somente na análise de dados válidos.

Após a tabulação dos dados, gráficos foram elaborados com as variações climáticas através do *software RStudio* o qual foi utilizado apenas para análise descritiva e não estatística. Os gráficos do tipo caixa ou "box plot" representam a distribuição dos dados ao longo dos anos e a comparação entre verão x inverno, destacando as medianas, o intervalo interquartil (onde está concentrada a maior parte dos dados) e os valores extremos (outliers). Além dos gráficos gerados no *RStudio* outros gráficos foram gerados pelo *Excel*. Esses gráficos passaram por tratamento de design por meio do *Powerpoint*.

Para a elaboração do mapa de estudo sobre a pavimentação das ruas, foi empregado o uso do *Google Earth*, que permitiu quantificar cada tipo de pavimentação após os desenhos das vias em diferentes categorias.

As fotografias sobre as diversas estratégias de mitigação do calor registradas no levantamento de campo foram catalogadas e separadas em grupo, posteriormente, recortadas utilizando o *software Adobe Photoshop*, com o objetivo de criar colagens no *Powerpoint* que reunissem o que há de mais recorrente.

5 RESULTADOS

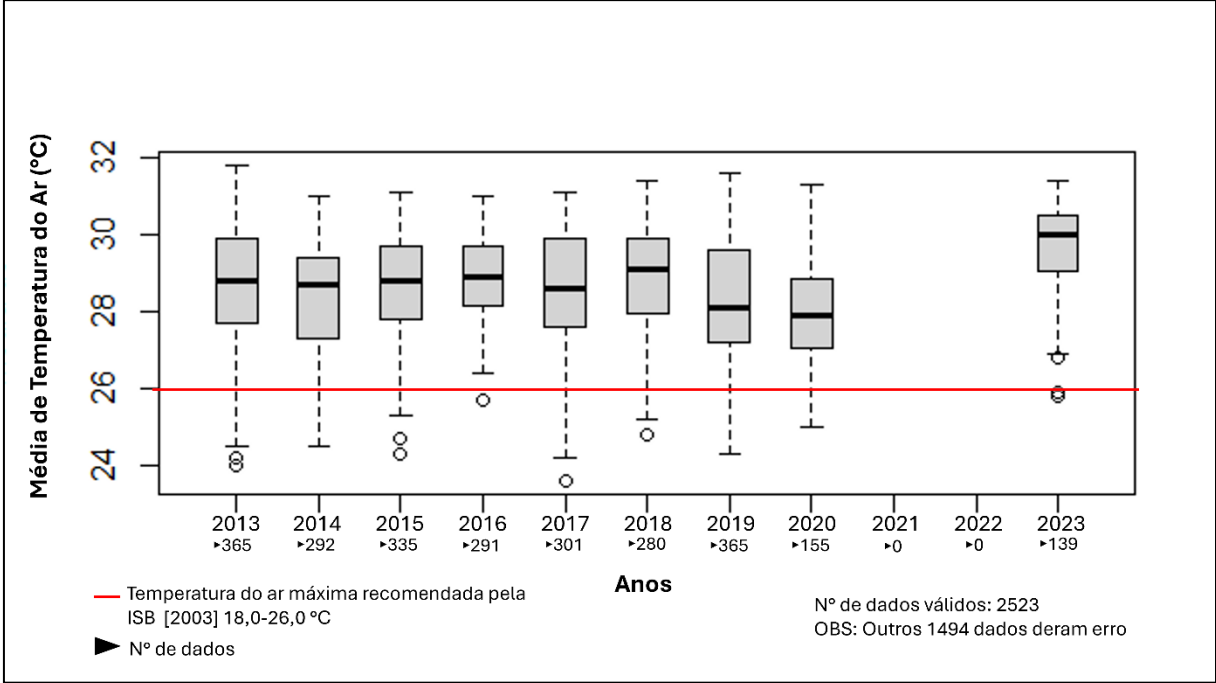
Os resultados estão divididos em duas partes, a primeira aborda a análise dos gráficos sobre os elementos climáticos, fornecendo um panorama detalhado das condições climáticas da região. A segunda explora as estratégias de mitigação do calor, divididas entre soluções utilizadas em edificações e estratégias individuais adotadas pelos moradores em ambientes abertos.

5.1.1 Temperatura do ar

A média de temperatura do ar diária na cidade no período compreendido entre 2013 e 2023 é ilustrada na figura 2. É possível perceber que todos os anos analisados apresentam mediana de temperatura do ar acima da faixa de recomendação da International Society of Biometeorology - ISB (18,0° - 26,0 °C), compreendida entre 28,0 °C a 30,0 °C, com 4,0 °C acima do recomendado (26,0 °C), limiar destacado com a linha vermelha (Figura 2). Apesar da mediana de temperatura do ar ser elevada, o que é característica do clima da região, a amplitude térmica diária é alta, com manhãs e noites mais “frias” com temperaturas entre 20,0 °C e 25,0 °C, oferecendo melhores condições de conforto nesses horários. Infelizmente, os anos mais recentes apresentaram a menor quantidade de dados válidos, por exemplo, em 2023, apenas 139

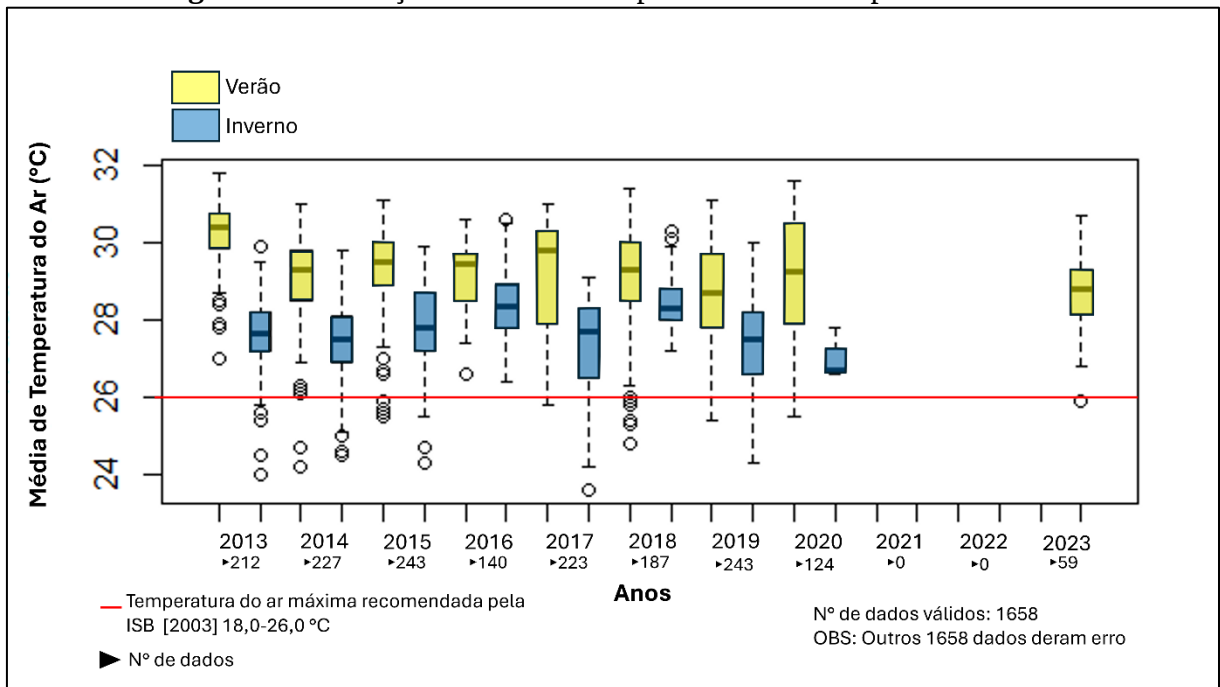
dados, o que não é suficiente para afirmar que este ano obteve a maior mediana de média de temperatura do ar dentro do período analisado (Figura 2).

Figura 2: Média diária de temperatura do ar.



Fonte: Autor (2024).

A figura 3 mostra a distribuição das temperaturas do ar durante verão e inverno. A análise dos dados evidencia que as medianas da temperatura do ar no verão (amarelo) são mais elevadas em comparação ao inverno (azul) (Figura 3). No verão, as medianas de temperatura variam entre 29,0 °C e 31,0 °C, enquanto no inverno as medianas são um pouco mais baixas, oscilam entre 27,0 °C e 29,0 °C, concluindo que os meses iniciais o ano são geralmente mais quentes que os demais no decorrer do ano (Figura 3).

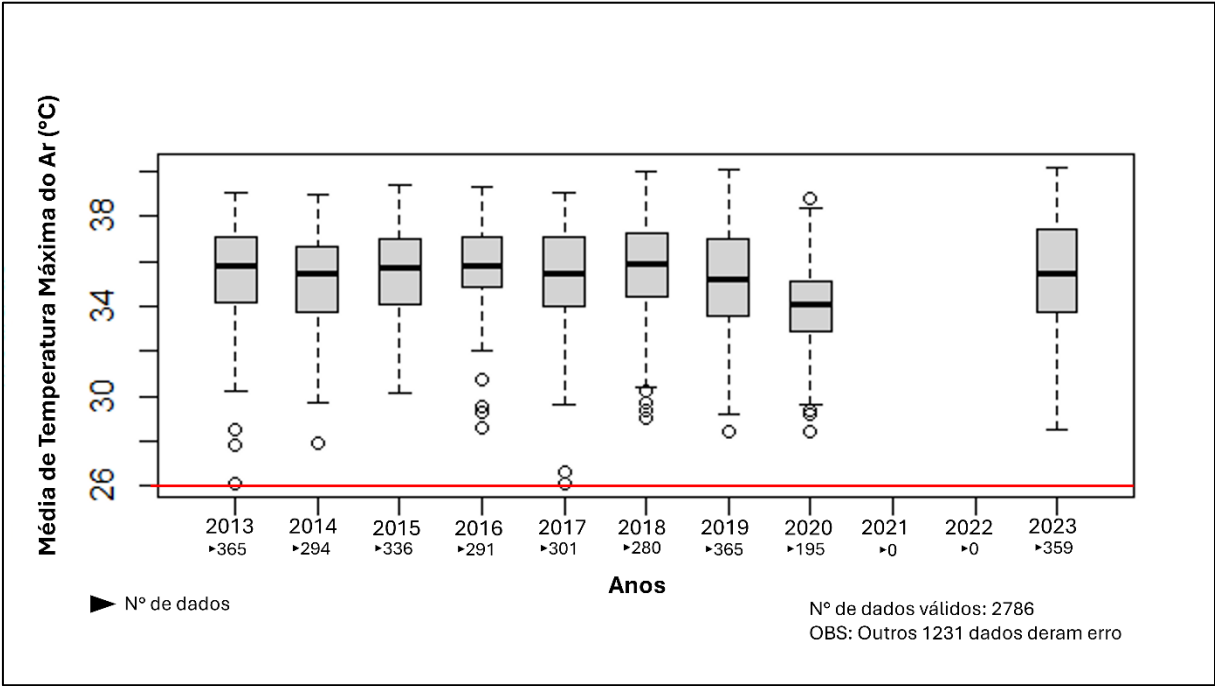
Figura 3: Diferença verão e inverno para média da temperatura do ar.**Fonte:** Autor (2024).

Esse comportamento está alinhado com a expectativa para regiões semiáridas, onde a amplitude térmica sazonal ao longo do ano é relativamente baixa diferente da amplitude ao longo do dia que é alta, por isso, é possível notar no gráfico pouca diferença entre as estações, por volta de 2,0 °C, com invernos apresentando medianas de temperatura do ar muito acima do recomendado para o conforto térmico. Os anos de 2021 e 2022 não apresentaram dados suficientes em ambas as figuras, logo foram excluídos da análise (Figuras 2, 3).

5.1.2 Temperatura máxima do ar

A figura 4 mostra a variação da temperatura máxima do ar. Em comparação com o gráfico anterior, que analisava a temperatura média, este oferece uma visão das condições de calor extremo enfrentadas pela população, ao considerar apenas as temperaturas máximas registradas em horários de picos. Os anos de 2021 e 2022 não apresentaram dados e foram descartados. As temperaturas máximas apresentaram medianas entre 35,0 e 36,0 °C, ou seja, 9,0 °C e 10,0 °C, respectivamente, acima da faixa ótima proposta pela ISB; além de valores máximos registrados de 40,0 °C nos anos mais recentes, exceto em 2020 que apresenta um menor número de dados (Figura 4). A constância dessas altas temperaturas ao longo dos anos é um indicativo claro do desconforto térmico prolongado na região. A figura 4 também destaca a presença de *outliers*, que representam dias com temperaturas extremas atípicas, abaixo dos 30,0 °C.

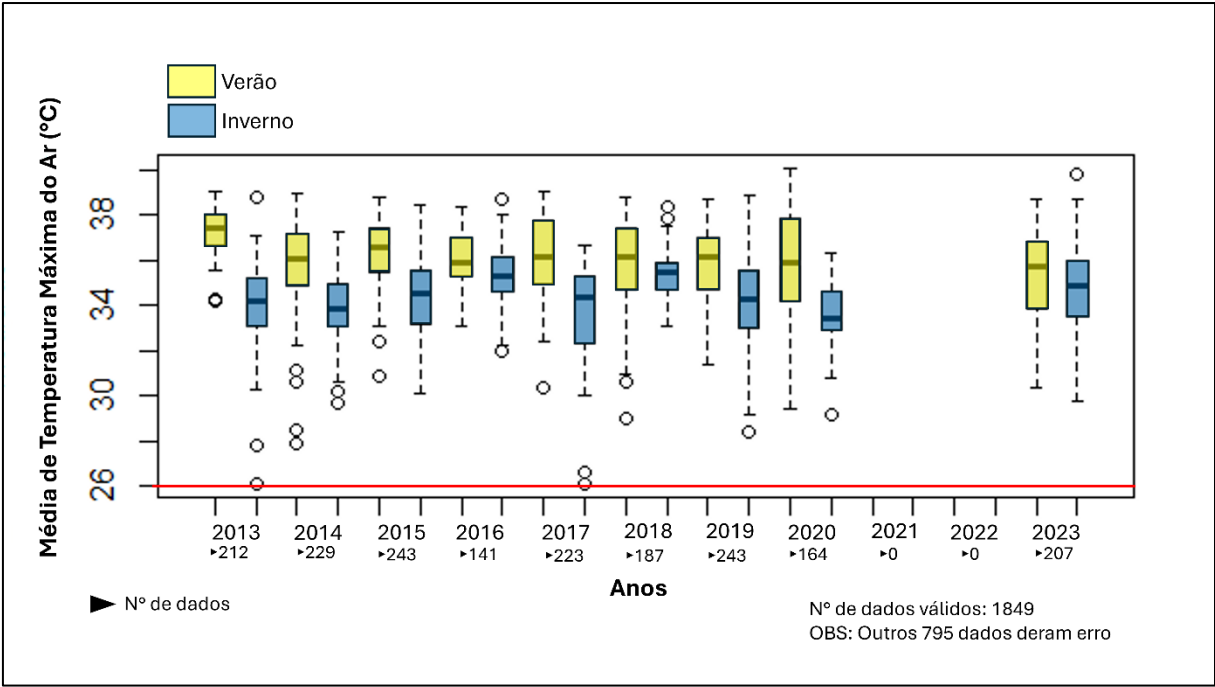
Figura 4: Temperatura máxima do ar.



Fonte: Autor (2024).

Na análise seguinte é possível perceber que há diferença entre as máximas de temperatura no verão e inverno, medianas mais elevadas e, tendo alguns anos registrado uma diferença de, aproximadamente, 3,0 °C entre as estações (Figura 5). O verão apresenta medianas de temperaturas máximas acima de 36,0 °C, já no inverno as medianas oscilam entre 34,0 e 35,0 C° (Figura 5).

Figura 5: Diferença verão e inverno para temperatura máxima do ar.



Fonte: Autor (2024).

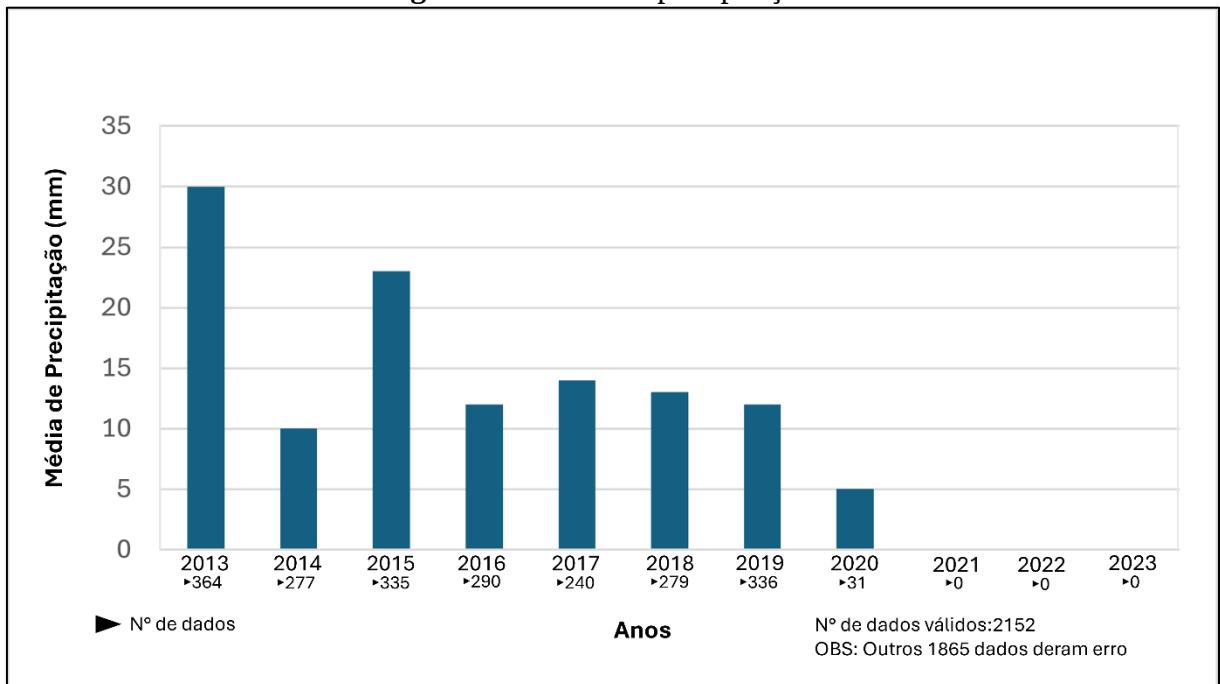
Embora os meses de inverno propicie temperaturas máximas um pouco inferiores, é possível identificar outliers de altos registros, exemplo disso temos 2016 e 2018 com registros de temperaturas que ultrapassam os 38,0 °C. Essas temperaturas corroboram com as afirmações de Monteiro e Mendonça (2015), que destacam que, tanto nas estações secas quanto nas úmidas, cidades do semiárido, apresentam condições de desconforto térmico. Com o inverno também registrando temperaturas acima do recomendado.

5.1.3 Precipitação

A Figura 6 apresenta a distribuição média de precipitação, mostrando que, como não há ocorrência de chuvas todos os dias, os valores de precipitação mais recorrentes ficam entre 10,0 mm e 15,0 mm, com exceção para 2013 e 2015 onde as médias superaram os 30,0 mm. Os anos de 2020, 2021, 2022 e 2023 foram excluídos da análise por falta de dados suficientes.

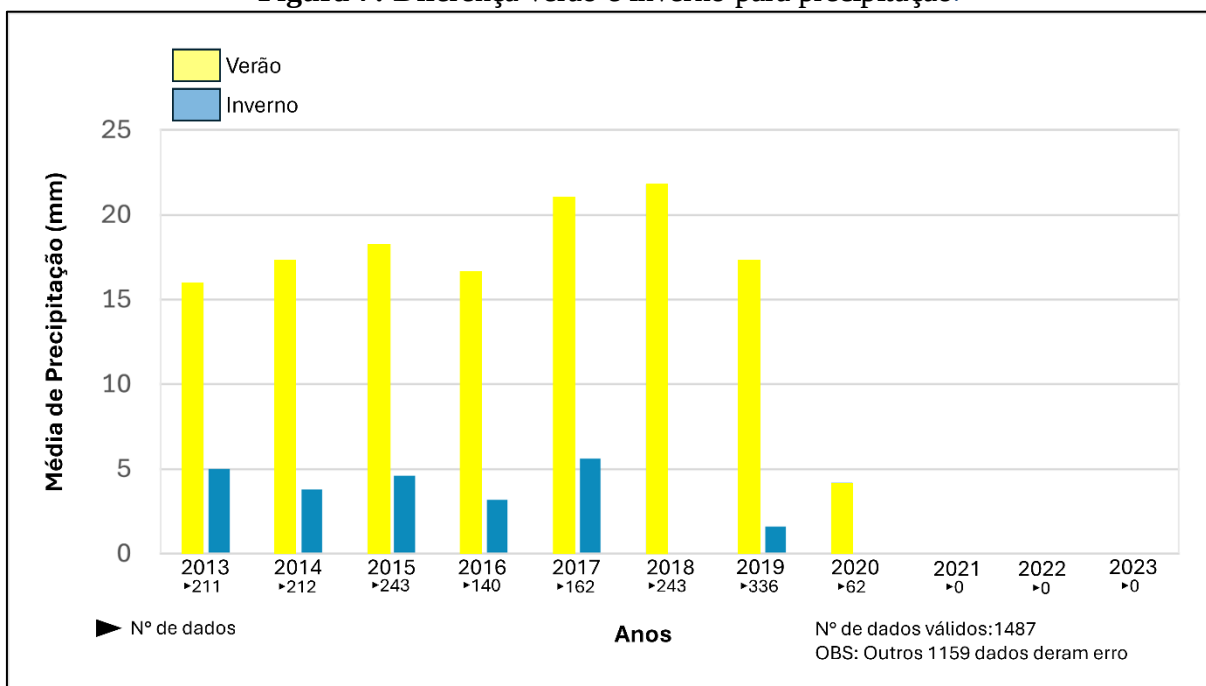
Essas chuvas, embora esporádicas, podem apresentar volumes significativos de precipitação, com registros que chegam a superar os 30,0 mm. Isso evidencia a irregularidade do regime de chuvas na área, onde longos períodos de estiagem são interrompidos por precipitações intensas e isoladas, típicas do clima semiárido.

É possível notar uma tendência de diminuição nas médias de precipitação no decorrer do período. O volume anual total de precipitação ao longo dos anos analisados, somam valores que variam entre 100,0 mm e 350,0 mm, destacando as características do clima semiárido, onde as precipitações anuais geralmente oscilam entre 250,0 mm e 750,0 mm.

Figura 6: Médias de precipitações.**Fonte:** Autor (2024).

Ao comparar se há diferença entre as estações verão e inverno, nota-se que há um maior volume de precipitação nos meses de verão, isso ocorre porque, no semiárido, os meses de verão coincidem com a estação chuvosa (Figura 8). No entanto, em alguns anos, de 2017 até 2018, também ocorreram chuvas pontuais que ultrapassam os 20,0 mm durante os meses de inverno (Figura 7).

Os resultados mostram um clima bem definido entre as duas estações ao longo do ano, corroborando com a afirmação de Lucena *et al.* (2013) que afirma que Caicó apresenta um clima que se divide entre duas estações ao longo do ano, a chuvosa e a estação seca. Embora os meses considerados como verão sejam os meses com maior incidência de precipitação (Figura 7), a figura 5 mostra que é nessa estação onde as temperaturas permanecem elevadas chegando a registrar 40,0 °C.

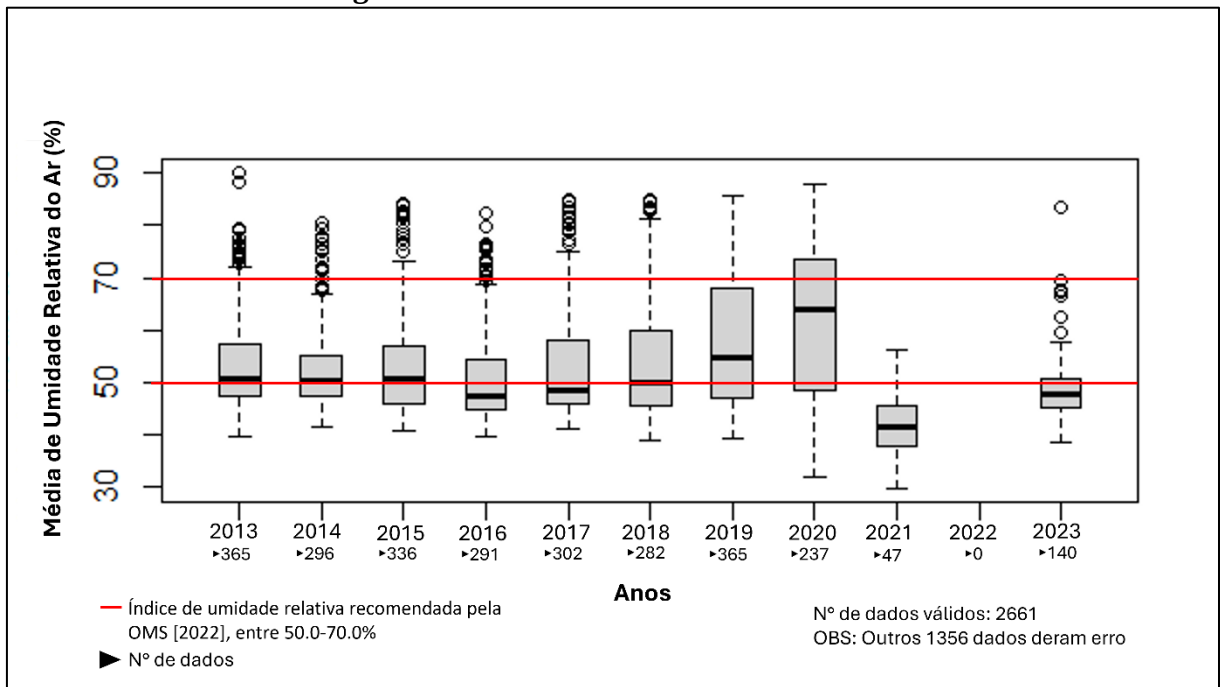
Figura 7: Diferença verão e inverno para precipitação.**Fonte:** Autor (2024).

5.1.4 Umidade relativa do ar

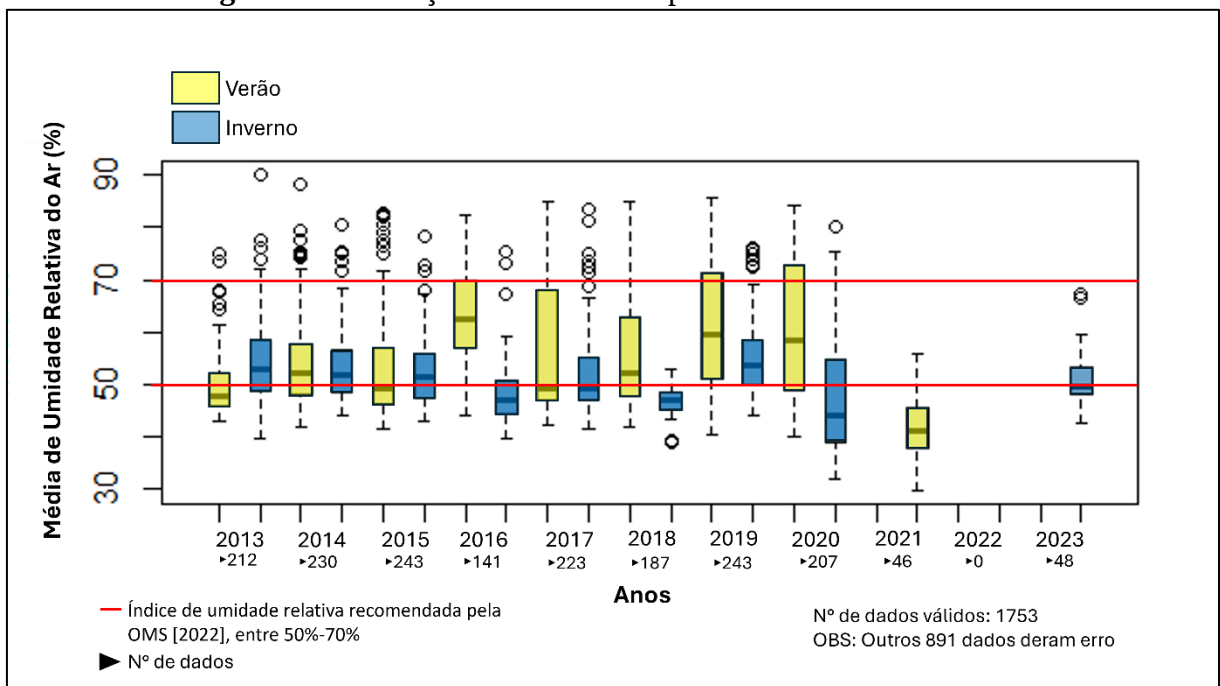
A figura 8 apresenta a variação da umidade relativa do ar. A linha vermelha representa o intervalo de umidade relativa recomendado pela organização mundial da saúde (OMS), que varia entre 50,0% e 70,0% (Figura 8). A mediana se manteve dentro do recomendado em diversos anos, com exceção nos anos de 2016 e 2017, onde a umidade relativa esteve um pouco abaixo desse intervalo, o que pode afetar o conforto térmico da população (Figura 8). Os anos de 2021, 2022 e 2023 não participaram da análise por apresentarem poucos dados (Figura 8).

As medianas de umidade relativa do ar sofreram pequenas variações entre os anos até 2018, sem uma tendência clara de aumento ou diminuição, se mantendo na faixa dos 50,0% (Figura 8). No entanto, nos anos seguintes, em 2019 e 2020, houve um aumento nas medianas, ultrapassando os 60,0% em 2020, o que pode estar relacionada com a precipitação no período (Figura 8).

Apesar de apresentar algumas medianas de umidade relativa do ar inferiores a 50,0% em alguns períodos, Caicó está de acordo com a média regional, que é de aproximadamente 50,0% (GUITARRARA, 2024). Isso sugere que, mesmo com variações pontuais, o comportamento da umidade na cidade segue o padrão climático da região, porém os valores não chegam a níveis críticos abaixo dos 30,0% estabelecidos pela CGESP (2024) (Figura 8).

Figura 8: Médias de umidade relativa do ar.**Fonte:** Autor (2024).

Durante o verão, a umidade relativa é consistentemente mais alta com medianas que variam entre 50,0% a 60,0% em comparação com o inverno, o que pode estar relacionado com a precipitação, mais elevada no verão, onde a umidade possui profunda relação com a quantidade das precipitações (Figura 9).

Figura 9: Diferença verão e inverno para umidade relativa do ar.**Fonte:** Autor (2024).

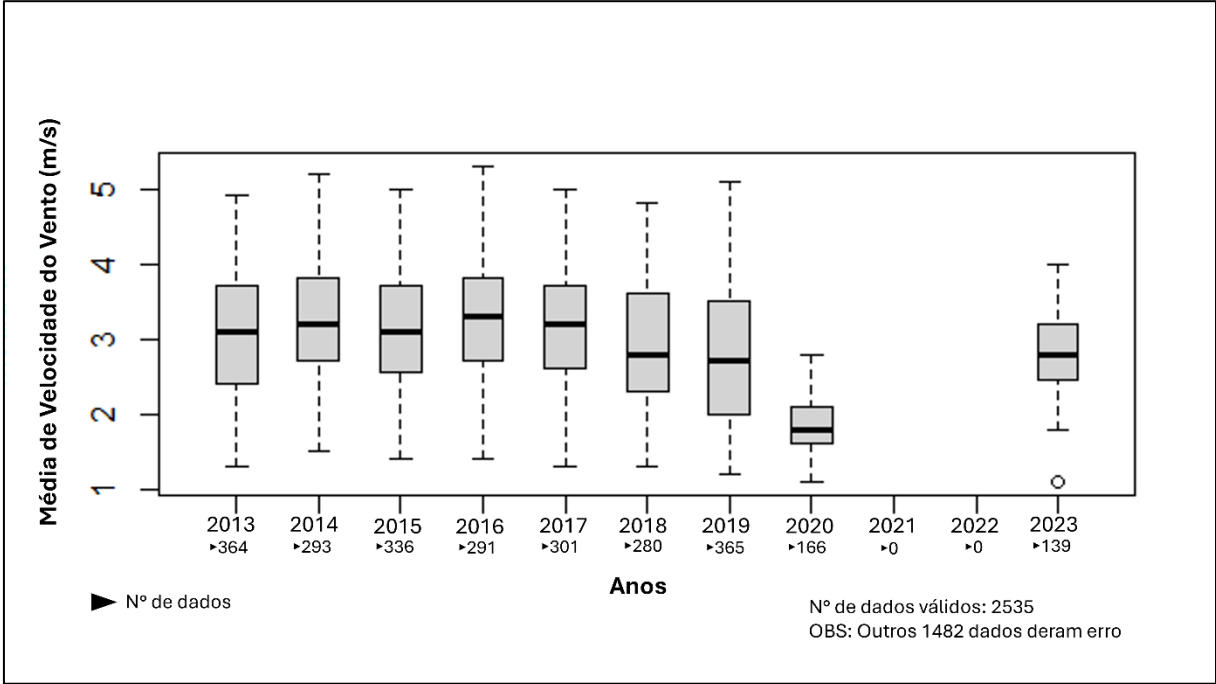
Quando existe uma alta média de precipitação como por exemplo nos meses de verão em Caicó onde ocorre as chuvas, a umidade relativa do torna-se alta, pois existe uma alta taxa de vapor d'água por unidade área segundo Güths (2012). No inverno em Caicó onde ocorre os períodos secos, com pouca ou nenhuma precipitação, a figura mostra que a umidade relativa tende a cair, uma vez que há menos vapor d'água disponível no ar com medianas que giram os 50,0%, essa umidade somada ao período quente aumenta a sensação de desconforto térmico. Mas os anos de 2013, 2014 e 2015 apresentaram pouca variação da umidade do ar entre as duas estações (Figura 9).

Outliers são observados praticamente em quase todos os anos, mostrando valores superiores a 70,0% em ambas as estações (Figura 9), nesses casos a sensação de calor é aumentada pela dificuldade do corpo em evaporar o suor causando desconforto térmico (Hipólito, 2024).

5.1.5 Vento

A figura 10 mostra a distribuição das médias de velocidade do vento para o período analisado, o intervalo de mínimas e máximas apresentam velocidades entre 1,0 m/s a 5,0 m/s, com medianas registradas por volta de 3,0 m/s. Anos como 2021 e 2022 foram excluídos da análise por não possuírem dados válidos (Figura 10).

Figura 10: Média de velocidade do vento.

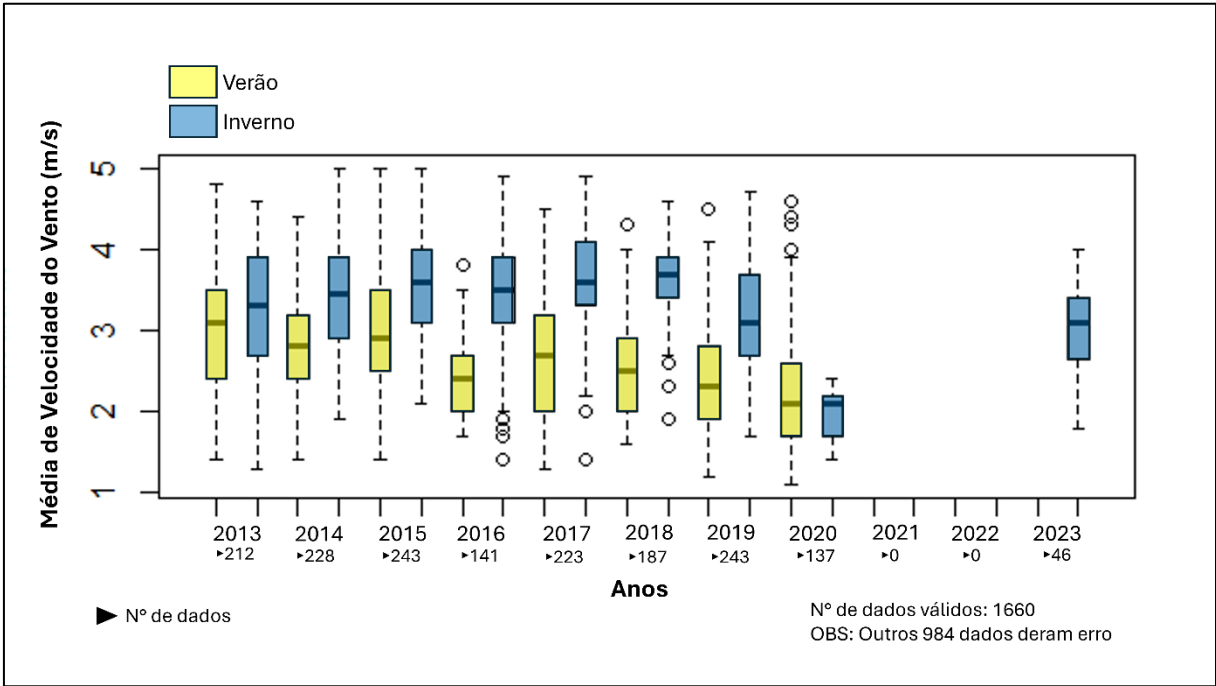


Fonte: Autor (2024).

Segundo De Vecchi (2011) a velocidade do ar ajuda a dissipar o calor do corpo humano, aumentando a sensação de frescor em um ambiente ventilado naturalmente, a velocidade de até 2,5 m/s pode ser considerada aceitável porque as correntes de ar ajudam a reduzir a sensação térmica de calor. O que está de acordo com o registrado na cidade estudada, as medianas de velocidade do ar permanecem em torno de 3,0 m/s, um valor ligeiramente superior ao limite recomendado, apesar de ser um vento quente e seco. No entanto, é importante destacar que o primeiro quartil dos dados de praticamente todos os anos com dados equivalentes, apresenta valores dentro da faixa aceitável, demonstrando que, embora haja picos, a maioria das medições se mantém em conformidade com as diretrizes de conforto (Figura 10).

A figura 11 ilustra as diferenças nas velocidades dos ventos entre as estações de verão e inverno, a mesma evidencia uma grande diferença nas velocidades para as duas estações, durante o inverno (estação seca) as velocidades são geralmente mais altas cerca de 2,0 m/s em comparação com o verão. Essa variação é atribuída à influência dos ventos alísios, que, juntamente com o centro de alta pressão do Atlântico (anticiclone), geram um forte regime eólico na região (Ebbesen, 2024). Em geral, os ventos tendem a ser mais intensos em todo o estado no período do inverno, que no Hemisfério Sul, começa em 21 de junho, no solstício, e tem fim no dia 23 de setembro, no equinócio (*ibid*, 2024).

Figura 11: Diferença verão e inverno para velocidade do vento.



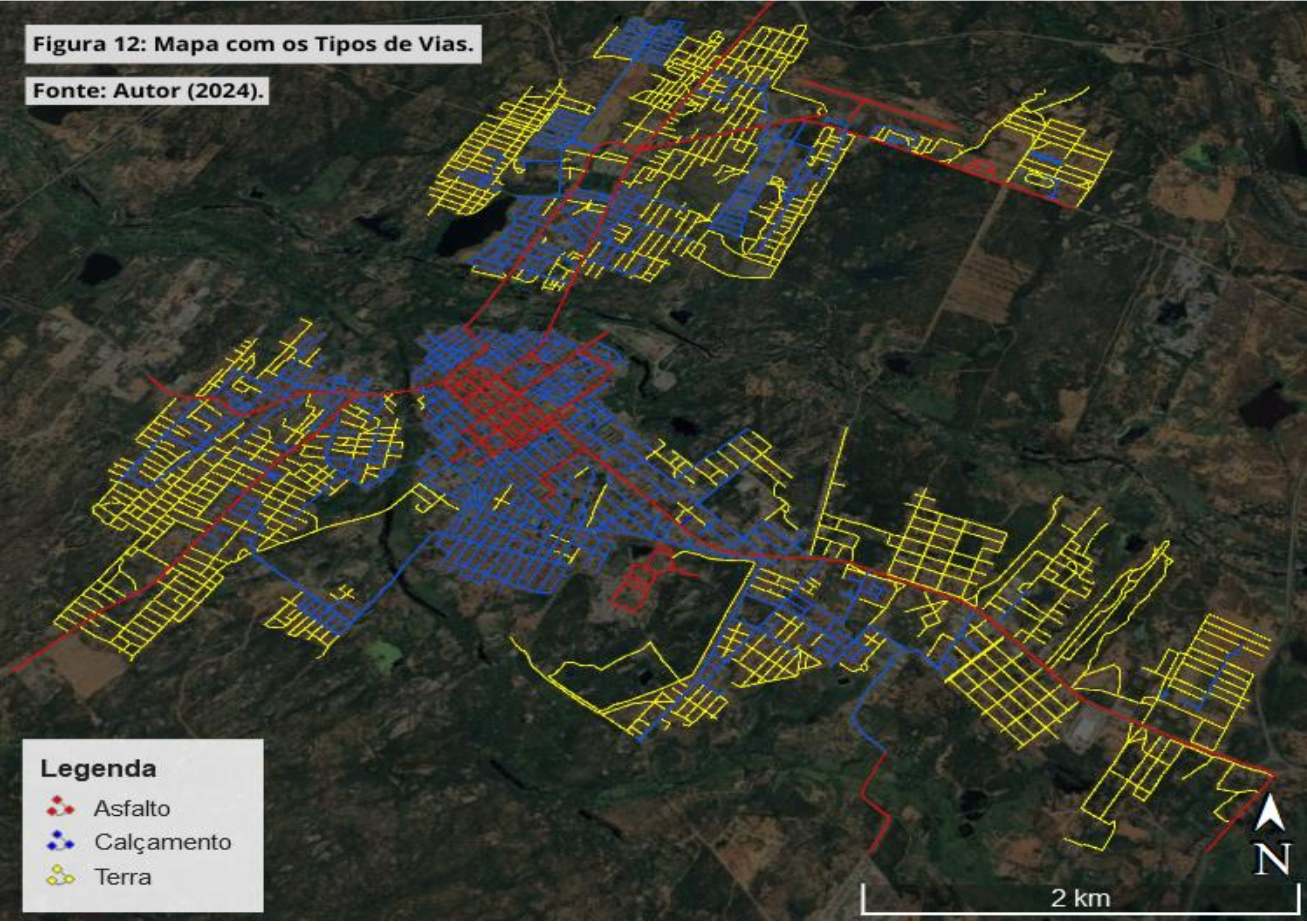
Fonte: Autor (2024).

5.2 Mapa de pavimentação com os tipos de vias

O mapa com a classificação dos tipos de ruas da cidade de Caicó encontra-se na página seguinte, destacando as vias asfaltadas, pavimentadas e de terra, conforme o levantamento realizado em campo.

Figura 12: Mapa com os Tipos de Vias.

Fonte: Autor (2024).



O mapa evidencia que as áreas centrais de Caicó apresentam uma concentração significativa de ruas asfaltadas (vermelho) e calçadas (azul) (Figura 12). O asfalto corresponde a 9,91% do total das vias da cidade, enquanto o calçamento representa 26,54% e, as áreas com ruas de terra (amarelo), apresentam o maior percentual com 63,55% do total das vias, mas que tende a diminuir ao longo dos anos.

Ruas asfaltadas e com calçamentos somam um total de 36,45% da totalidade das ruas, essas superfícies, especialmente o asfalto, têm um papel significativo na elevação das temperaturas nas regiões onde predominam. De acordo com o estudo de Villar (2014), as superfícies asfaltadas podem alcançar temperaturas de até 5,0 °C mais elevadas do que outras superfícies, como as não pavimentadas.

Em Caicó, as temperaturas máximas frequentemente ultrapassam 36,0 °C (Figura 4), essas temperaturas somadas ao efeito do asfalto, podem tornar a área central da cidade, onde o número de ruas asfaltadas e calçadas é maior, mais quentes e desconfortáveis do ponto de vista térmico, especialmente nos horários de pico de calor durante o dia. Essas áreas são mais propensas a gerar microclimas mais quentes, o que agrava ainda mais o desconforto térmico para os moradores e transeuntes. No entanto, a presença de uma grande quantidade de árvores nas ruas do centro pode ajudar a amenizar o calor, proporcionando sombra e reduzindo a temperatura local em alguns pontos, contribuindo para um ambiente um pouco mais confortável.

5.3 Estratégias adaptativas

5.3.1 Estratégias positivas

As estratégias de mitigação do calor observadas nas edificações da cidade apresentam soluções que, em sua maioria, são simples, mas eficazes no contexto do semiárido, como mostra a figura 13. Entre essas soluções, destacam-se as fachadas dos edifícios com proteções solares, toldos, beirais ou varandas que ajudam a evitar a entrada direta do sol no ambiente interno, tornando-o mais fresco.

Figura 13: Estratégias positivas utilizadas nas edificações.



Fonte: Autor (2024).

Outra estratégia observada é a escolha de cores das edificações. A maioria das edificações possuem paredes pintadas de branco ou tons claros. Isso é uma escolha inteligente, já que cores claras refletem mais a radiação solar, sendo uma forma de diminuir o calor no ambiente interno, enquanto cores escuras tendem a absorver mais calor.

Muitas ruas e quintais das edificações possuem árvores que criam uma sombra natural e ajudam a resfriar o local. Além de deixar as áreas externas mais agradáveis, essas árvores funcionam como uma barreira contra o sol, oferecendo sombra tanto para as pessoas quanto para as fachadas das casas.

Além disso, na figura 14 nota-se também a presença significativa de condensadores de ar, indicando o uso frequente de aparelhos de ar-condicionado. Esse recurso complementa as demais estratégias, sendo uma solução comum para quem busca amenizar o calor nos ambientes internos de forma mais direta e controlada. No entanto, ele pode ser considerado uma estratégia negativa quando pensamos em sustentabilidade. O uso de ar-condicionado aumenta o consumo de energia elétrica e, dependendo da fonte de energia, pode contribuir para emissões de gases de efeito estufa. Além disso, muitos aparelhos utilizam fluidos refrigerantes que podem ser prejudiciais ao meio ambiente se não forem adequadamente controlados (Fialho *et al.*, 2018)

Figura 14: Estratégias de climatização.



Fonte: Autor (2024).

Sob uma perspectiva direta de conforto térmico, o ar-condicionado é eficaz em melhorar as condições internas, proporcionando alívio em ambientes quentes, especialmente em áreas com altas temperaturas como Caicó. Também se verifica uma grande quantidade de placas solares instaladas nas edificações, o que pode estar associado ao crescente uso de ar condicionado na região.

Para suprir essa demanda energética crescente, muitos moradores e empresas têm recorrido à energia solar como uma alternativa viável. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), o número de instalações de sistemas fotovoltaicos cresceu 95,0% em 2022 no Nordeste. Além disso, a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar) projeta um aumento de 42,0% na capacidade de produção de energia solar nos próximos anos (CASARIN, 2023).

Ao que discerne os meios de proteções individuais para ambientes abertos, a figura 15 mostra uma diversidade delas, as principais são: procura por lugares sombreados, lonas improvisadas de proteção em algumas atividades de trabalho, a escolha de vestimentas adequadas (camisa com proteção solar, casacos, chapéus, entre outros). As pessoas geralmente optam por roupas leves que cobrem todo o corpo, o que ajuda a proteger a pele do sol intenso e proporciona uma sensação de frescor.

Sobre a busca por sombras, muitos cidadãos aproveitam as sombras das paredes das edificações e das árvores, criando um ambiente mais ameno para se refugiar do calor, além disso, o uso de sombrinhas é bastante frequente. Os vendedores ambulantes também se destacam nessa questão. Para garantir sombra e proteger seus produtos do calor excessivo, muitos deles constroem estruturas improvisadas com lonas ou guarda-sóis. A procura por sombra também ocorre na hora de estacionar as motos, muitas vezes, invadindo calçadas e bloqueando passagens.

Figura 15: Estratégias positivas usadas pelos indivíduos.



Fonte: Autor (2024).

5.3.2 Estratégias negativas

Embora a maioria das estratégias encontradas sejam positivas, também foram identificadas diversas práticas que precisam ser melhoradas em relação à incidência dos raios solares. A figura 16 mostra os principais aspectos identificados, sendo eles: grandes janelas de vidro voltadas diretamente para o sol, sem qualquer tipo de proteção, fachadas com proteções solares mal projetadas ou ineficientes. Essas características aumentam significativamente a

penetração da radiação solar nos ambientes internos, elevando a temperatura e, consequentemente, a necessidade de resfriamento artificial.

Figura 16: Estratégias negativas.



Fonte: Autor (2024).

Embora minoritário, foi observada a presença de casas e lojas pintadas em cores escuras, especialmente preto. A cor preta, conhecida por absorver grande quantidade de calor, contribui para o aumento da temperatura interna dos edifícios sendo necessário também o uso de refrigeração mecânica, como é o caso da loja na figura que possuem condensadores (Figura 16). A figura também mostra que as árvores estão passando por podas extremas, algo que foi destacado em conversas informais com os moradores. Eles expressaram preocupação, pois as árvores são essenciais para criar sombra e amenizar o calor intenso da cidade.

6 CONCLUSÃO

A pesquisa atingiu todos os objetivos propostos, entre os quais se destacam a análise do comportamento das variáveis climáticas da cidade de Caicó e a descrição das estratégias adaptativas adotadas pela população para amenizar o desconforto térmico.

Os resultados evidenciam elevadas temperaturas, com máximas que frequentemente ultrapassam os 36,0 °C, excedendo cerca de 9,0 °C acima do máximo proposto para conforto térmico segundo a ISB (26,0 °C), essas temperaturas são mais intensas durante os meses de

verão mesmo quando coincidem com o período de chuvas. Embora a precipitação ocorra, seus volumes são reduzidos com valores recorrentes abaixo dos 20,0 mm.

A umidade relativa do ar, por sua vez, mantém-se dentro da média regional de 50,0%, com poucos anos apresentando medianas ligeiramente abaixo desse valor contribuindo para condições de conforto aceitáveis, sem atingir níveis críticos. Já os ventos com medianas que cercam os 3,0 m/s são considerados suficientes para auxiliar na dissipação do calor, no entanto é geralmente um vento quente e seco ao longo do dia.

A cidade possui um centro urbano densamente construído, com grande concentração de ruas asfaltadas e calçadas, ambas somam 36,45%, o restante de suas ruas são de terra e somam 63,55%. Onde a tendencia é que esse percentual aumente com o tempo, o que contribui para um aumento significativo das temperaturas nessas áreas densamente construídas, tornando-as as mais desconfortáveis do ponto de vista térmico.

Foram identificadas diversas estratégias adaptativas adotadas pela população, como o uso de cores claras nas edificações, arborização para criação de sombras, e as vestimentas, mas, ainda há aspectos a serem melhorados. Práticas como a poda excessiva de árvores, o uso inadequado de materiais que absorvem calor e as edificações com fachadas utilizando proteções solares mal projetadas ou ineficientes.

A pesquisa enfrentou diversas limitações que influenciaram a abrangência dos dados coletados. A ausência de entrevistas com moradores por meio de questionários dificultou uma compreensão mais completa das percepções locais. Além disso, muitos dados não puderam ser observados devido a erros de registro, e o levantamento da pavimentação das ruas não abrangeu todas as vias, exigindo a utilização do Google Earth para algumas conferências. A negativa de alguns moradores em participar das fotografias e a distância da cidade também foram desafios logísticos.

Sugere-se que futuras pesquisas explorem uma abordagem mais abrangente sobre o conforto térmico na cidade, incluindo entrevistas e questionários com os moradores para captar suas percepções e experiências. Além disso a medição com sensores de temperatura e umidade relativa do ar no centro da cidade e em bairros mais afastados para compara-las. Por fim, estudos comparativos entre diferentes regiões do semiárido podem oferecer uma visão mais ampla sobre as estratégias de adaptação ao calor.

7 REFERÊNCIAS

ADOBE INC. **Adobe Photoshop**. Versão 25.0. San Jose, CA: Adobe, 2024.

AGUIAR, L. F. M. C.; SILVA, M. V. C.; GANDU, A. W.; ROCHA, C. A.; CAVALCANTE, R. M. **Caracterização de cânions urbanos e seus efeitos climáticos em área com intenso processo de verticalização na cidade de Fortaleza, Ceará**. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 10, n. 4, p. 1046-1058, 2017.

AMORIM, R. P. L.; LEDER, S. M. **A influência da vestimenta nos modelos de conforto térmico em habitações no clima tropical**. Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, v. 16, p. 421-429, 2021.

ANGER, F. **Thermal Comfort: Analysis and Application in Environmental Engineering**. Copenhagen, 244 p, 1970.

ANIKEEVA, O.; HANSEN, A.; VARGHESE, B.; BORG, M.; ZHANG, Y.; XIANG, J.; BI, P. **The impact of increasing temperatures due to climate change on infectious diseases**. *BMJ*, v. 387, 2024. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj-2024-079343>.

ASA BRASIL. **Mostra de Cinema Planeta Água apresenta debate sobre água e sustentabilidade**. Asa Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/26-noticias/ultimas-noticias/2020-mostra-de-cinema-planeta-agua-apresenta-debate-sobre-agua-e-sustentabilidade>. Acesso em: 11 set. 2024.

ASA BRASIL. **Mostra de Cinema Planeta Água apresenta debate sobre água e sustentabilidade**. Asa Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/26-noticias/ultimas-noticias/2020-mostra-de-cinema-planeta-agua-apresenta-debate-sobre-agua-e-sustentabilidade>. Acesso em: 11 set. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15520: **Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003. Dispõe sobre a qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 jan. 2003. Seção 1, p. 18.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n.º 17 – Ergonomia**. Brasília: MTE, 1978. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/normas-regulamentadoras/nr-17>. Acesso em: 13 de setembro de 2024.

CA2. **As cores e o conforto térmico dos edifícios**. Disponível em: <https://ca-2.com/as-cores-e-o-conforto-termico-dos-edificios/>. Acesso em: 3 out. 2024.

CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. Hidrologia. Capítulo 4: **Precipitação**. Apostila. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.

CASARIN, R.; **Instalações de energia solar crescem 95% no Nordeste em 2022**. Portal Solar. Disponível em: Portal Solar. Acesso em: 18 de setembro de 2024.

CASTRO, A. P. de A. S.; LABAKI, L. C.; CARAM, R.; BASSO, A.; FERNANDES, M. R. **Medidas de refletância de cores de tintas através de análise espectral**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 69-76, 2008.

CELIS, A. M. C.; SOTIL, J. W. C.; NASCIMENTO, A. K.; GOMES, M. F. **Análise da influência da temperatura superficial da pavimentação em clima equatorial úmido. Estudo de caso**. Encontro nacional de conforto no ambiente construído, v. 16, p. 509-518, 2021.

CGESP. **Umidade relativa do ar**. Cgesp. Disponível em: <https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>. Acesso em: 11 set. 2024.

CGESP. **Umidade relativa do ar**. Disponível em: <https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>. Acesso em: 11 set. 2024.

CHAPMAN, S., WATSON, J.E.M., SALAZAR, A. **O impacto da urbanização e das mudanças climáticas nas temperaturas urbanas: uma revisão sistemática**. *Paisagem Ecol* 32, 1921–1935 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10980-017-0561-4>

COELHO, J. **Conforto térmico na arquitetura: principais estratégias**. *Projetou*, 2024. Disponível em: <https://www.projetou.com.br/posts/conforto-termico/>. Acesso em: 3 out. 2024.

COSER, E.; MORITZ, V. F.; FERREIRA, C. A. **Revestimentos Poliméricos Coloridos Refletores Da Radiação Infravermelha**. In: 12º Congresso Brasileiro de Polímeros, Florianópolis, 2013.

COSTA J. A. D.; **O fenômeno El Niño e as secas no Nordeste do Brasil**. EDUCTE: Revista Científica do Instituto Federal de Alagoas, v. 3, n. 1, 2012.

DA COSTA BEZERRA, P. T.; RAMOS, M. D. M. V. B.; DE AZEVEDO, P. V. **Ilhas de calor e desconforto térmico no semiárido brasileiro: estudo de caso na cidade de Petrolina-PE**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 6, n. 3, p. 427-441, 2013.

DA CRUZ, D. C. B.; FREITAS, I. A.; CANTUÁRIA, G. **O Impacto das Ilhas de Calor na Escala Gregária de Brasília com Ênfase na Vegetação Urbana**. Programa de Iniciação Científica-PIC/UniCEUB-Relatórios de Pesquisa, v. 3, n. 1, 2017.

DA SILVA, P. C. G.; DE MOURA, M. S. B.; KIILL, L. H. P.; BRITO, L. D. L.; PEREIRA, L. A.; Sá, I. B.; GUIMARÃES FILHO, C. **Caracterização do semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos**. 2010.

DE MATOS NÓBREGA, T. S. A. **Alterações climáticas e saúde: Estudo ecológico sobre ondas de calor e utilização de cuidados de saúde na região do Alentejo em 2018**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2019.

DE MOURA, M. S. B.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; SILVA, T. G. F. da. **Aspectos meteorológicos do semiárido brasileiro**. Tecnologias para a convivência com o semiárido. Brasília: Embrapa, p. 15-30, 2014.

DE MOURA, M. S. B.; SOBRINHO, J. E.; DA SILVA, T. G. F. **Aspectos meteorológicos do semiárido brasileiro**. 2019.

DE SOUZA, D. M.; NERY, J. T. **O conforto térmico na perspectiva da climatologia geográfica**. Geografia (Londrina), v. 21, n. 2, p. 65-83, 2012.

DE VECCHI, R. **Condições de conforto térmico e aceitabilidade da velocidade do ar em salas de aula com ventiladores de teto para o clima de Florianópolis/SC**. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

DIAS, Diogo Lopes. **"Escalas termométricas"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/as-escalas-termometricas.htm>. Acesso em 11 de outubro de 2024.

DUARTE, D. H. S. **O impacto da vegetação no microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de aquecimento urbano. Contribuições a uma abordagem interdisciplinar.** Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2015.

EBBESEN, L. "**Clima do Rio Grande do Norte.**" InfoEscola. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/geografia/clima-do-rio-grande-do-norte>>. Acesso em: 09 out. 2024.

EBBESEN, L. "**Inverno**". InfoEscola. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/clima/inverno/>>. Acesso em: 09 set. 2024.

FIALHO, M. L.; ADORNO, P. A.; CARVALHO, E. H. D.; SANTIAGO, V. **Poluição causada pelo ar condicionado e as suas consequências na saúde humana – Um estudo de caso.** Intraciencia, 2018.

FROTA A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo.** 7. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2016.

GAMBRELL, R. C. **Doenças térmicas e exercício.** In: LILLEGARD, W. A.; BUTCHER, J. D.; RUCKER, K. S. (Orgs.). **Manual de Medicina Desportiva: Uma Abordagem Orientada aos Sistemas.** São Paulo: Manole, p. 457-464, 2002.

GOOGLE. **Google Earth.** Versão 7.3. Mountain View, CA: Google, 2024.

GUITARRARA, P. **Umidade do ar.** Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/umidade-ar.htm>. Acesso em: 11 set. 2024.

GUITARRARA, P. **Umidade do ar.** Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/umidade-ar.htm>. Acesso em: 11 set. 2024.

GÜTHS, S. **Temperatura, umidade e a cápsula do tempo.** In: SILVA, R. R. G., org. **Preservação documental: uma mensagem para o futuro.** Salvador: EDUFBA, 2012.

HIPÓLITO, G. **Umidade do ar ideal.** Grupo Hídrica. Disponível em: <https://bit.ly/3PvWgK6>. Acesso em: 11 set. 2024.

INTERNATIONAL SOCIETY OF BIOMETEOROLOGY. Commission 6 for the Development of a Universal Thermal Climate Index (UTCI). Report for 2003. Geneva: ISB Commission 6, 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Brasília: INMET, 2023. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 12 de julho de 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Estudo sobre aumento de dias secos no Brasil. 2024. Disponível em: <https://www.ecoamazonia.org.br/2024/10/estudo-inpe-aumento-de-dias-secos/>. Acesso em: 01 de outubro de 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7730: Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. 3. ed. Geneva, 2005.

KRUGER, E. L.; GOBO, J. P. A.; DE JESUS LASMAR, C. I.; TEJAS, G. T.; DE SOUZA, R. M. D. S. **O impacto da urbanização no clima local da cidade de Palmas-TO**. Encontro nacional de conforto no ambiente construído, v. 17, p. 1-10, 2023.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PAPST, A. L. **Desempenho térmico de edificações: apostila LabEEE**. 3. ed. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PAPST, A. L. **Desempenho térmico de edificações**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

LE MOS, D. **A influência de cânions urbanos no conforto térmico: uma abordagem cronomorfológica**. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) — Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), 2022.

LE MOS, J. J. S.; FERREIRA, U. C. Q.; BOTELHO, D. C. **Irregularidade pluviométrica impactando a agricultura familiar no semiárido do Nordeste: estudos de caso para o Ceará**. Congresso Internacional de Diversidade do Semiárido. Vol. 1. 2016.

LIM, C. L.; BYRNE, C.; LEE, J. K. W. **Human thermoregulation and measurement of body temperature in exercise and clinical settings**. Annals Academy of Medicine Singapore, v. 37, n. 4, p. 347, 2008.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrópoles – O Exemplo de São Paulo**. São Paulo: Editora Hucitec, 1985.

LUCENA, R. L.; FERREIRA, A. M.; DE ARAÚJO FERREIRA, H. F. P.; STEINKE, E. T. **Variabilidade climática no município de Caicó/RN: secas e chuvas num arquétipo do clima semiárido do Nordeste brasileiro**. CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem, v. 8, n. 2, 2013.

MELO, P. R.; "O que é temperatura?"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-temperatura.htm>. Acesso em 11 de junho de 2024.

MICROSOFT CORPORATION. **Microsoft Excel**. Versão 365. Redmond, WA: Microsoft, 2024.

MICROSOFT CORPORATION. **Microsoft PowerPoint**. Versão 365. Redmond, WA: Microsoft, 2024.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Microclima**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee/glossario/microclima/>. Acesso em: 9 set. 2024.

MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA, M. "Characterization of Human Thermal Comfort in Urban Areas of Brazilian Semiarid." *Revista Brasileira de Meteorologia*, Mossoró, v. 39, n. 2, p. 123-135, 2015.

MORAES, S. L. D.; ALMENDRA, R.; SANTANA, P.; GALVANI, E. **Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil**. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 35, n. 7, p. e00101418, 2019.

MORAIS, C. S. **Análise de variáveis climáticas em uma cidade de clima quente e seco no nordeste brasileiro: estudo sobre conforto térmico durante os principais eventos festivos em Caicó/RN**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

MUNIZ-GÄAL, L. P.; PEZZUTO, C. C.; CARVALHO, M. F. H.; MOTA, L. T. M. **Parâmetros urbanísticos e o conforto térmico de cânions urbanos: o exemplo de Campinas, SP**. *Ambiente Construído*, v. 18, p. 177-196, 2018.

NÓBREGA, R. S.; LEMOS, T. V. DA S. **O Microclima e o (Des) Conforto Térmico Em Ambientes Abertos Na Cidade Do Recife.** n. 1, p. 93–109, 2011.

PEREIRA, C. D. **Influência da refletância e da emitância de superfícies externas no desempenho térmico de edificações.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 2014.

PINHEIRO, C. R.; DE SOUZA, D. D. **A importância da arborização nas cidades e sua influência no microclima.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 6, n. 1, p. 67-82, 2017.

PORTILLO, G.; **A importância da orientação solar nas edificações.** Disponível em: <https://www.renovaveisverdes.com/orientacao-solar>. Acesso em: 21 de julho de 2024.

QUEIROGA, D. **Índice de Calor e Desconforto Térmico Humano nas Condições de Ambiente Natural em Patos - PB, brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019.

RIGONATTO, Marcelo. **"Cálculo do volume de chuvas";** Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilestela.uol.com.br/matematica/calculo-volume-chuvas.htm>. Acesso em 11 de setembro de 2024.

RORIZ, M. **Um Algoritmo Para Determinar Os Valores Horários Das Temperaturas Do Ar, Em Função Das Normais Climatológicas.** Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 10. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). 2006.

ROSA, Victor Cupertino; LIMA, Luiz Eduardo Melo. **O estresse térmico visto como um risco ocupacional.** Revista Gestão Industrial, v. 15, n. 2, 2019.

RSTUDIO TEAM. **RStudio: Integrated Development Environment for R.** Boston, MA: RStudio, PBC, 2024.

RUAS, A. C. **Avaliação de conforto térmico: contribuição à aplicação prática das normas internacionais.** 78 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, SP, 1999.

SHAMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M. **Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 4, n. 4, p. 1-16, 2009.

SILVA JÚNIOR, J. A. **Avaliação de parâmetros micrometeorológicos do conforto e da percepção térmica na área urbana da cidade de Belém-PA**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

SILVA, K. B.; COSTAS, P. A. D.; SANTOS, G. P.; GÓES, K. O. **Identificação de ilhas de calor: proposta de criação de áreas verdes em média cidade do Sudeste da Bahia**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 10, p. 83169-83186, 2020.

SIMÕES, G. M. F. **Dinâmica da habitação social: estudo sobre o impacto do uso e da adaptação na habitabilidade da edificação**. Tese de Doutorado - Universidade Federal da Paraíba, 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. **Projeto pedagógico do curso de graduação em Meteorologia**. Pelotas: UFPel, 2021.

VEIGA, M. M.; ALMEIDA, R.; DUARTE, F. **O desconforto térmico provocado pelos equipamentos de proteção individual (EPI) utilizados na aplicação de agrotóxicos**. Laboreal, v. 12, n. 2, 2016.

VILLAR FILHO, O. **Estudos microclimáticos de revestimentos das estruturas viárias em uma fração urbana de João Pessoa/PB**. Paranoá, v. 7, n. 11, p. 35-44, 2014.

World Health Organization (OMS). **Who housing e health guidelines**. Environment, Climate Change e Health, Guidelines Review Committee, 2018, ISBN 978-92-4-155037-6. 172 p.

ZANELLA, M. E. **Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino**. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, v. 1, n. 36, p. 126-142, 2014.