

PARQUES URBANOS E ILHAS DE FRESCOR: A importância do Parque do Cocó para o conforto térmico na cidade de Fortaleza/CE

URBAN PARKS AND COOL ISLANDS: The importance of Cocó Park for thermal comfort in the city of Fortaleza/CE

PARQUES URBANOS E ISLAS DE FRESCURA: La importancia del Parque do Cocó para el confort térmico en la ciudad de Fortaleza/CE

RESUMO

A implementação e manutenção de parques urbanos constituem-se como ferramentas de gestão pública, promovendo a mitigação de efeitos adversos da temperatura, através dessas estruturas verdes, considerados pela literatura como Ilhas de Frescor. O município de Fortaleza vem crescendo em um ritmo acelerado, tendo como principal consequência a modificação dos atributos de cobertura e uso do sítio urbano, promovendo o fenômeno da Ilha de Calor. Para analisar a influência do Parque do Cocó como Ilha de Frescor em Fortaleza, foi realizada coleta de dados em períodos representativos (seco e chuvoso), onde foram avaliadas as condições térmicas e higrométricas do parque em relação a outros pontos com diferentes tipologias de ocupação, fazendo a análise do campo térmico e do Índice de Desconforto Térmico (IDT). O Parque do Cocó desempenha um papel crucial para mitigar os efeitos térmicos de Fortaleza. A área verde destacou-se ao registrar as temperaturas mais baixas e os níveis mais elevados de umidade relativa do ar, especialmente durante as tardes, chegando a ser até 6,7°C mais fresca em comparação com outras áreas urbanas. O parque também alcançou os melhores indicadores de IDT, sendo a área de maior conforto na cidade.

Palavras-chave: Clima Urbano. Ilha de Frescor. Índice de Desconforto Térmico.

ABSTRACT

The implementation and maintenance of urban parks serve as tools for public management, promoting the mitigation of adverse temperature effects through these green structures, commonly referred to in the literature as Cool Islands. The municipality of Fortaleza is experiencing rapid growth, with the main consequence being the modification of urban site attributes and land use, leading to the phenomenon of the Heat Island. To analyze the influence of Cocó Park as a Cool Island in Fortaleza, a data collection campaign was conducted during representative periods (dry and rainy seasons). The thermal and hygrometric conditions of the park were evaluated in comparison to other points with different occupation typologies, conducting an analysis of the thermal field and the Thermal Discomfort Index (TDI). Cocó Park plays a crucial role in mitigating the thermal effects of Fortaleza. The green area stood out by recording lower temperatures and higher levels of relative air humidity, especially during the afternoons, reaching up to 6.7°C cooler compared to other urban areas. The park also achieved the best TDI indicators, making it the most comfortable area in the city.


Keywords: Urban Climate. Cool Island. Thermal Discomfort Index.

RESUMEN

La implementación y mantenimiento de parques urbanos se constituyen como herramientas de gestión pública, promoviendo la mitigación de los efectos adversos de la temperatura a través de estas estructuras verdes, comúnmente denominadas en la literatura como Islas de Frescura. El municipio de Fortaleza está experimentando un crecimiento rápido, siendo la principal consecuencia la

 Antonio Ferreira Lima Júnior ^a

 Isabel Ribeiro ^b

 Jorge Humberto Amorim ^c

^a Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil

^b Instituto Meteorológico e Hidrológico Sueco, Norrköping, Suécia

^c Instituto Meteorológico e Hidrológico Sueco, Norrköping, Suécia

DOI: 10.12957/geouerj.2024.80373

Correspondência:

juniorgeoufc@gmail.com

Recebido em: 27 nov. 2023

Revisado em: 30 abr. 2024

Aceito em: 19 jun. 2024



modificación de los atributos de cobertura y uso del sitio urbano, lo que lleva al fenómeno de la Isla de Calor. Para analizar la influencia del Parque do Cocó como Isla de Frescura en Fortaleza, se llevó a cabo una campaña de recopilación de datos durante períodos representativos (seco y lluvioso), donde se evaluaron las condiciones térmicas e higrométricas del parque en comparación con otros puntos con diferentes tipologías de ocupación, realizando un análisis del campo térmico y del Índice de Malestar Térmico (IDT). El Parque do Cocó desempeña un papel crucial en la mitigación de los efectos térmicos de Fortaleza. La zona verde se destacó al registrar temperaturas más bajas y niveles más altos de humedad relativa del aire, especialmente durante las tardes, llegando a ser hasta 6,7°C más fresca en comparación con otras áreas urbanas. El parque también logró los mejores indicadores de IDT, siendo el área más cómoda de la ciudad.

Palabras Clave: Clima Urbano. Isla de Frescura. Índice de Malestar Térmico.



INTRODUÇÃO

Atualmente, com o intenso processo de urbanização e a crescente demanda pela utilização dos espaços em ambientes citadinos, é possível verificar uma pressão substancial sobre as áreas livres de construção da cidade. Os parques urbanos funcionam primordialmente, como ambientes de exceção, destacando-se pelas suas funções e cobertura e uso do solo, que fogem dos padrões urbanos que se instituíram pelos processos de ocupação e expansão das cidades (OKE, 1973).

Do ponto de vista histórico, é possível caracterizar os parques como instalações públicas que se originaram a partir das influências das abordagens inglesas, francesas e norte-americanas. Eles emergiram como parte do desenvolvimento urbano, principalmente durante o século XIX, em contextos geográficos e históricos particulares. Os primeiros parques urbanos começaram a surgir simultaneamente com o crescimento das cidades no final do século XVIII, atingindo o seu auge nas décadas de 1850 e 1860, tanto na Europa quanto nos Estados Unidos (SCOCUGLIA, 2009).

Em um primeiro momento, os parques foram criados devido à necessidade de conservar as espécies de plantas e animais autóctones, como contramedida aos processos de degradação ambiental decorrentes da urbanização acelerada. McCormick (1992) relata que, ao longo do século XIX, foram estabelecidos inúmeros parques, como Yellowstone e Yosemite nos Estados Unidos, com a principal intenção de servirem como locais de entretenimento e recreação para as comunidades urbanas. Scalise (2002) reforça esse período como um importante marco na criação dos parques, com o surgimento dos grandes jardins contemplativos, os parques de paisagem, os *parkways*, os parques americanos e os parques franceses.

De acordo com Bovo e Conrado (2012), a história dos parques urbanos no Brasil teve início no Rio de Janeiro, especialmente com a fundação do Jardim Botânico em 1808, sob a liderança do então Príncipe Regente Dom João. O Jardim Botânico do Rio de Janeiro, que teve sua origem na família real portuguesa, evoluiu ao longo do século XIX para se tornar um espaço público, mantendo as características dos tradicionais jardins ingleses.

No Brasil, a implementação dos parques não foi motivada por um ideal ecologista de conservação dos recursos naturais, mas pela intenção das elites de replicarem os modelos internacionais, principalmente franceses e ingleses, onde as cidades brasileiras foram reestruturadas para desempenhar funções administrativas mais sofisticadas (MACEDO; SAKATA, 2003).

A implementação desses parques se consolida ao longo do tempo, se expandindo em meio a mudanças urbanas e à evolução das leis ambientais, os parques frequentemente surgem como ferramentas para proteger os recursos naturais já presentes, desempenhando o duplo papel de preservar esses recursos e



oferecer áreas para atividades de lazer e esporte, melhorando a qualidade de vida da população urbana, principalmente visando novos empreendimentos imobiliários, impulsionada pela evolução da legislação ambiental (SAKATA; GONÇALVES, 2019), estimulando a presença de áreas verdes em ambientes urbanos.

Um dos principais objetivos das políticas públicas de implementação de parques em ambientes citadinos, é mitigar os problemas ambientais causados pelos processos de urbanização. Diversos estudos apontam o desenvolvimento da cidade e sua responsabilidade sobre os impactos sentidos em diversos setores. Uttara, Bhuvandas e Aggarwal (2012) destacam que o processo de urbanização corrobora para impactos relevantes na litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera.

Autores clássicos da climatologia indicam que a substituição de materiais rurais, como campos, fazendas e grandes áreas arborizadas, por materiais urbanos, principalmente tendo em vista os materiais construtivos como concreto, tijolo, metal e vidro, geram modificações na paisagem, afetando a troca aerodinâmica, térmica e hidrológica local, alterando as propriedades da atmosfera urbana, modificando substancialmente o clima local, tendo em vista a comparação com condições climáticas dos espaços circunvizinhos (LANDSBERG, 1956; 1981; CHANDLER, 1965; LOWRY, 1977; OKE, 1987).

De acordo com Larsen (2015), o clima urbano é resultado de quatro fatores: o uso de materiais de pavimentação e construção escuros e densos; a forma tridimensional dos edifícios, que absorvem radiação solar e restringem a circulação do ar; uma menor abundância de vegetação, que reduz a sombra e a evapotranspiração; e a adição de calor residual de fontes antropogênicas. É notório que a composição estrutural da cidade contribui diretamente para a formação de ilhas de calor.

Gartland (2008) lista as alternativas para mitigar as ilhas de calor urbanas, que incluem: o uso de pavimentos frescos, constituídos por superfícies de cor clara ou pavimentos permeáveis; a utilização de telhados frescos, categorizados como estratégias de telhados "brancos", "azuis" ou "verdes"; o aumento da abundância de vegetação; e a redução do calor residual.

Entre as alternativas citadas, pode-se destacar a implementação de parques e estruturas verdes para mitigar os impactos das ilhas de calor urbanas. Boone et al. (2009) indica os impactos comprovados da vegetação na mitigação do efeito da Ilha de Calor Urbana, onde os espaços verdes oferecem diversos serviços ecossistêmicos, como a redução de contaminantes do ar, a absorção de chuvas, a proteção contra enchentes e habitats para a vida selvagem.

As infraestruturas verdes utilizam áreas vegetadas e corpos d'água para o bem-estar público, formam as denominadas ilhas de frescor (*cool islands*), ajudando a regular o microclima urbano (KANTZIOURA,



KOSMOPOULOS, ZORAS, 2012). Os parques urbanos, geralmente contêm tanto vegetação quanto corpos d'água, costumando ser mais frescos do que as áreas urbanizadas no seu entorno, criando um efeito de ilha de frescor no parque (CHEUNG, JIM, 2019), tornando essas estruturas importantes para mitigação dos efeitos adversos do clima nas cidades.

Partindo desse pressuposto, se faz necessário compreender a termodinâmica que envolve o estabelecimento de uma ilha de frescor em decorrência de um parque urbano, sendo necessário avaliar o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar, quantificando o comportamento térmico e higrométrico dessa área em comparação com outros padrões de uso e ocupação do solo urbano verificados na cidade. Sendo necessários estudos específicos que comprovem a influência dessa infraestrutura em diferentes contextos climáticos.

Portanto, este estudo objetivou analisar o comportamento do campo térmico, higrométrico e o conforto térmico de um parque urbano (Parque do Cocó) em comparação com outros pontos da cidade de Fortaleza, tendo em vista os diversos padrões de ocupação do espaço urbano, partindo da hipótese do parque configurar uma ilha de frescor em meio ao estresse térmico no município de Fortaleza.

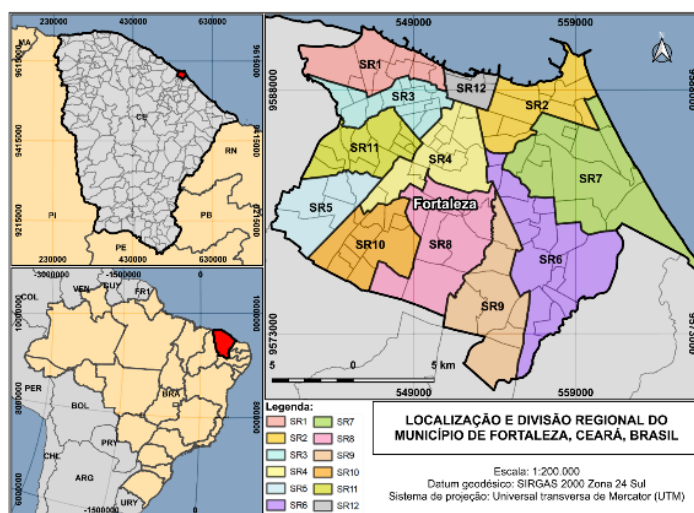
ÁREA DE ESTUDO

Para analisar a relação entre parques urbanos e o fenômeno das ilhas de frescor, foi utilizado o município de Fortaleza como *lócus* da pesquisa. A escolha se deu devido as características particulares da cidade em relação à estrutura urbana e localização geográfica, inserida em um contexto de clima tropical costeiro.

A cidade de Fortaleza, que é a capital do estado do Ceará, está localizada na costa da Região Nordeste do Brasil, com coordenadas geográficas de 3º 43' 02" de latitude sul do Equador e 38º 32' 35" de longitude oeste de Greenwich. Ela faz fronteira ao Norte com o Oceano Atlântico e Caucaia, ao Sul com Maracanaú, Pacatuba, Itaitinga e Eusébio, a Leste com Eusébio, Aquiraz e o Oceano Atlântico, e a Oeste com Caucaia e Maracanaú. Fortaleza faz parte da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), composta por outros 18 municípios. A divisão regional do município foi estabelecida pelo Decreto nº 14.899 em 31 de dezembro de 2020, onde os 121 bairros de Fortaleza foram divididos em 12 regionais administrativas, a partir de critérios que consideraram, por exemplo, a densidade populacional, a extensão territorial de cada bairro, a proximidade cultural entre eles e o uso dos equipamentos públicos pelos moradores. A Figura 1 ilustra a localização e divisão administrativa da cidade de Fortaleza.

De acordo com a prévia do censo demográfico do ano de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população do município de Fortaleza é de 2.428.678 (dois milhões e quatrocentos e vinte e oito mil e setecentos e setenta e oito habitantes), sendo o município mais populoso da região nordeste e o 4º mais populoso do país. A área total da cidade de Fortaleza é de 312,353 km², onde foi calculado para o ano de 2022 uma densidade demográfica de 7 775,43 habitantes por km². Fortaleza é a capital com a maior densidade demográfica do país, de acordo com o IBGE.

Figura 1 - Localização do município de Fortaleza/CE



Fontes: IBGE, 2021; IPECE, 2019; FORTALEZA, 2021. Elaboração: os autores, 2023.

Esse grande número de habitantes se dá pelos processos migratórios históricos que ocorreram no estado do Ceará, onde em meados dos anos 1980, houve uma intensificação da migração do campo para a cidade de Fortaleza, mantendo-se na década seguinte (COSTA, 2007). Vale ressaltar que, Fortaleza atualmente conta com 100% de seu território classificado como urbano, ocupado por edificações e lotes em praticamente toda a área da cidade, com exceções em áreas de proteção ambiental e vazios urbanos.

Fortaleza vem crescendo em um ritmo acelerado, sendo que, este crescimento não tem sido acompanhado por políticas ou programas habitacionais que deem respostas eficazes à procura por habitação e utilização de aparelhos urbanos. A consequência deste fenômeno consiste no crescimento de bairros onde as construções ocorrem de modo desordenado, sem obedecer a qualquer tipo de planejamento e sem dotação de infraestrutura básica. Essas características urbanísticas são importantes para entender como está organizado o território da cidade, em suas diferentes condições de uso e ocupação do solo. Entende-se que, essa disposição urbana tem o potencial de interferir no ganho de calor e arrefecimento da atmosfera urbana, podendo agravar as condições naturalmente desfavorecidas da cidade em relação ao campo térmico.



A cidade está situada em uma latitude média cerca de 3 graus abaixo da linha do Equador, o que resulta em um clima predominantemente tropical. A proximidade com o equador significa que as temperaturas médias mensais na cidade variam muito pouco ao longo do ano e não apresentam uma diferença significativa entre os períodos de equinócio e solstício. Nesse sentido, a principal variável que influencia o clima na região é a quantidade de chuva, desempenhando um papel fundamental na definição do tipo de clima. De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007), Fortaleza é classificada como tendo um Clima Tropical Equatorial. A cidade, localizada na costa nordeste do Brasil e banhada pelo Oceano Atlântico, experimenta níveis elevados de umidade relativa do ar e é influenciada por ventos tanto em escala regional quanto local.

Sobre a dinâmica atmosférica regional, é importante ressaltar a influência do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul (ASAS), formador da Massa Equatorial Atlântica (mEa), que atua na maior parte do ano sobre a região, causando estabilidade para o tempo. Essa estabilidade é rompida pelos sistemas atmosféricos causadores de chuva, que ocorrem com maior frequência no primeiro semestre do ano. O período chuvoso se concentra no primeiro semestre do ano, sendo que os meses mais chuvosos são fevereiro, março, abril e maio (quadra chuvosa), nesse período, o sistema atmosférico atuante é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que se encontra mais intensa sobre a região nordeste, atingindo o ápice de sua posição latitudinal mais ao sul durante o mês de abril.

No município atuam também outros sistemas atmosféricos causadores de chuva, como Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) na pré-estação chuvosa e os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) nos meses após a quadra chuvosa. Outros sistemas como Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM) e Linhas de Instabilidade (LI) atuam em menor escala. Vale salientar a importância que os fenômenos oceânicos, tanto no Atlântico (Dipolo) como no Pacífico (EÑOS), tem sobre a variabilidade pluviométrica da cidade, podendo interferir de maneira positiva e negativa no volume de chuvas dessa região (BARBIERI, 2014).

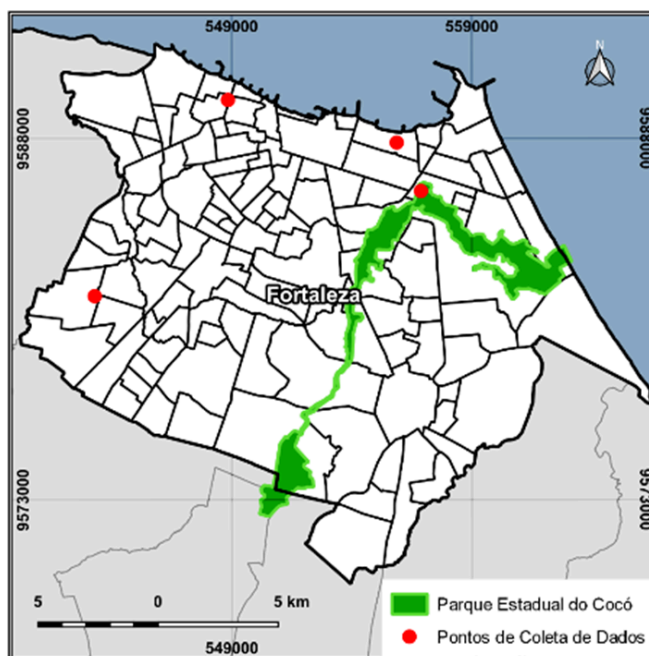
Numerosos estudos foram conduzidos em Fortaleza, com um foco na análise do clima. A partir dos anos 2000, é relevante mencionar as pesquisas realizadas por Zanella e Claudino-Sales (2002), Malveira (2003), Moura (2006), Moura (2007), Moura, Sales e Zanella (2008), Moura, Zanella e Sales (2010). Esses estudos se concentraram nas condições de temperatura e/ou no conforto humano na cidade, comprovando que o município apresenta condições microclimáticas diversas, de acordo com os padrões de uso e ocupação provocados pelos diferentes processos de urbanização da cidade, promovendo o fenômeno das ilhas de calor urbanas.

Um dos principais aspectos que contribuiu para o desenvolvimento de um clima urbano e ilhas de calor de Fortaleza, foi a modificação da cobertura superficial do sítio urbano do município, relacionado à

descaracterização da paisagem e retirada da vegetação nativa, substituindo por materiais que contribuem para o aquecimento da atmosfera local. Essa situação é relevante nos dias de hoje, visto que apenas um quarto do território da cidade é coberto por vegetação, e essa vegetação está distribuída de maneira desigual, principalmente na parte leste da cidade. Grande parte dela não está adequadamente protegida e corre o risco de ser perdida nas próximas décadas devido à expansão urbana. Portanto, as políticas públicas ambientais devem se concentrar na preservação e gestão da vegetação que ainda resta, com o objetivo de aumentar a criação de unidades de conservação e áreas verdes na cidade (PAIVA et al., 2022).

Dentre as áreas institucionais e protegidas, o Parque do Cocó representa uma importante estrutura verde dentro da cidade de Fortaleza. Sob a administração do Governo Estadual, o Parque Estadual do Cocó é considerado um dos ambientes naturais mais significativos do estado, e sua área foi ampliada a partir do já existente Parque Adahil Barreto (Figura 2). Além disso, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE) o reconhece como um dos maiores parques urbanos do Brasil, com diversos ecossistemas naturais. (LIMA; GARCEZ, 2017).

Figura 2 - Localização geográfica do Parque Estadual do Cocó



Fontes: IPECE, 2019; FORTALEZA, 2021; SEMA, 2023. Elaboração: os autores, 2023.

O Parque do Cocó foi estabelecido em outubro de 1989 por meio do Decreto estadual nº 20.253, ocupando uma extensão de 1.046 hectares. De acordo com Lima e Garcez (2017), dentro do parque podem ser encontradas diversas unidades geoambientais, incluindo planície litorânea, planície flúvio-marinha e



superfície de tabuleiros litorâneos, que abrigam uma ampla variedade de espécies animais e vegetais. Além disso, o Parque do Cocó oferece áreas dedicadas a atividades de lazer, esportes e cultura, com recursos como um anfiteatro, quadras esportivas, trilhas para caminhadas e corridas, campos de futebol e outros equipamentos.

O parque é caracterizado também pelas trilhas abertas ao público, anfiteatro para eventos culturais, aparelhos para fins de lazer entre outros, sendo alvo de visitas dos habitantes de Fortaleza. Destaca-se que, o entorno da área do parque, é caracterizada pela urbanização consolidada, onde verificam-se edificações verticalizadas com prédios acima de 10 pavimentos, que estão muito próximos à área do parque.

METODOLOGIA

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), apenas 47 municípios do Nordeste possuem estações meteorológicas automáticas em funcionamento, o que representa uma cobertura de apenas 8,5% da região. Essa falta de estações meteorológicas no Nordeste do Brasil é um problema antigo, sendo necessário estabelecer uma rede de estações meteorológicas mais densa e bem distribuída na região, a fim de melhorar a qualidade das informações meteorológicas e climáticas.

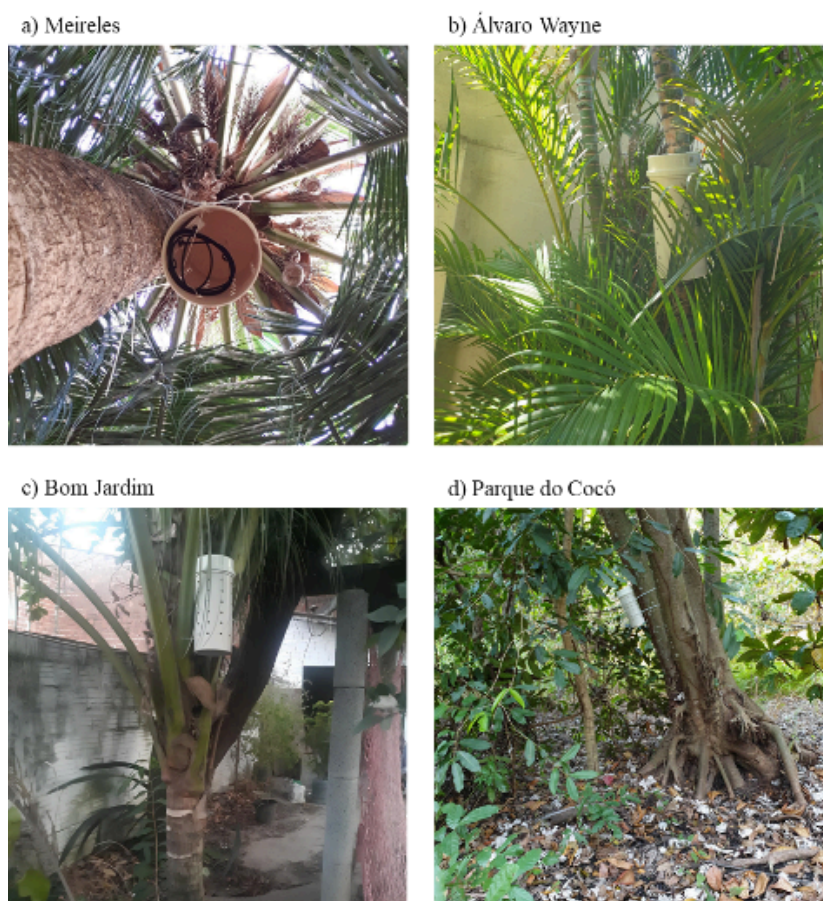
Para a análise da relação do Parque do Cocó com a formação de ilha de frescor no município de Fortaleza foi realizada coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar, através de sensores termohigrômetros digitais, devido à ausência de estações meteorológicas que cubram uma área considerável da cidade. Para a coleta de dados foram utilizados quatro termohigrômetros HOBO MX2301A. Esses dispositivos possuem um sensor de temperatura e um sensor de umidade integrados, além de uma memória interna para armazenar dados de medição. De acordo com a Onset, fabricante dos equipamentos, o HOBO MX2301A os termohigrômetros possuem precisão de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ para medições de temperatura.

Para a utilização do equipamento em ambientes externos, é necessário a utilização de um abrigo. Os abrigos para termohigrômetros são equipamentos que protegem os instrumentos de medição da radiação solar direta e do vento, permitindo que as leituras sejam mais precisas e representativas das condições ambientais. Existem diversas formas de abrigar termômetros para medições climáticas, sendo que uma das opções são os abrigos de Policloreto de vinila (PVC) perfurados, esses escolhidos para utilização nesta pesquisa. Esses abrigos são feitos de um tubo de PVC branco com furos em sua parte superior e inferior para permitir a passagem do ar e reduzir o efeito do aquecimento solar direto no sensor, além de protegê-lo contra a chuva e ventos fortes.

Os abrigos foram considerados eficientes para proteger os sensores das variações climáticas, possibilitando a coleta de dados precisos para análises de longo prazo. Dessa forma, a utilização de abrigos de PVC furados para a medição de variáveis climáticas é uma prática comum e recomendada para garantir a qualidade e confiabilidade dos dados coletados (FIALHO; CELESTINO, 2017).

Os abrigos com os sensores foram instalados a 1 metro e 80 centímetros da superfície. Para padronizar o ambiente de locação dos sensores foram escolhidos locais abertos, dentro de lotes particulares (questão de segurança) e abaixo de copas de árvores, para aumentar a proteção contra a insolação e precipitação. Nas imagens abaixo, é possível visualizar os pontos onde foram locados os sensores.

Figura 3. Sensores alocados nos pontos de coleta.

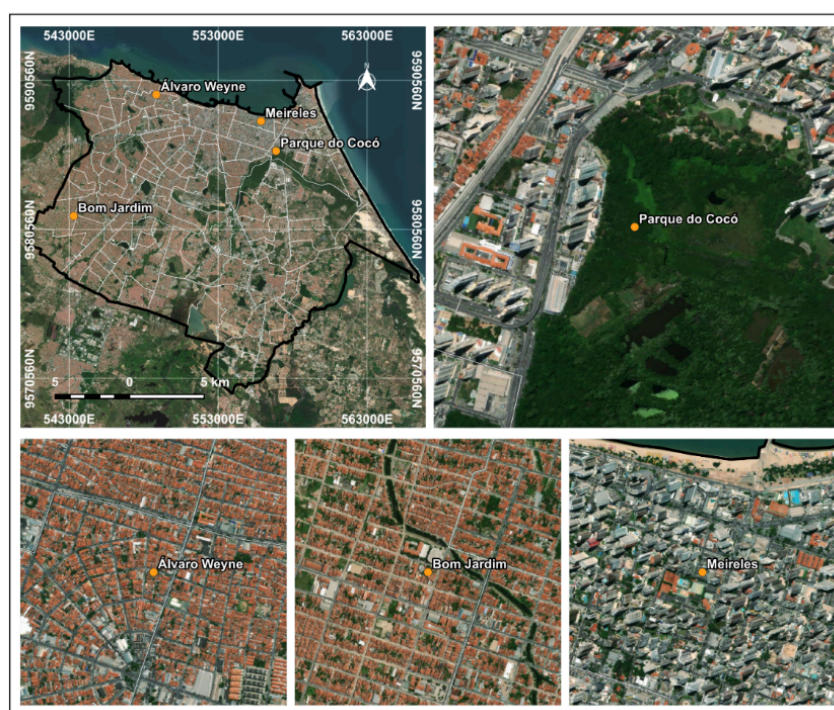


Fonte; os autores, 2023.

Os dados foram coletados do dia 1 de novembro de 2021 até o dia 31 de março de 2022, obtendo observações correspondentes ao período seco e chuvoso do município, com o objetivo de identificar o comportamento térmico dos pontos referente aos diferentes padrões de circulação atmosférica.

Para a análise foram escolhidos quatro pontos de coleta de dados (PCD), levando em consideração as características de uso e ocupação do solo urbano (Figura 3). O primeiro PCD refere-se ao Parque do Cocó, tendo em vista sua configuração como uma importante infraestrutura verde dentro da cidade de Fortaleza. O segundo PCD está localizado no bairro Álvaro Weyne, situado na porção noroeste do município. O terceiro PCD foi instalado no bairro Bom Jardim, na periferia sudoeste da cidade. E o último PCD foi alocado no bairro Meireles, que possui os maiores índices de verticalização de Fortaleza.

Figura 3. Localização dos Pontos de Coleta de Dados (PCD).



Fontes: FORTALEZA, 2021. Google Earth Pro, 2023. Elaboração: os autores, 2023.

Os sensores foram programados para gravar os dados de temperatura e umidade relativa do ar a cada 10 minutos, com o objetivo de extrapolar as médias horárias, considerando todas as medições naquele intervalo.

Os dados foram tratados através de tabelas dinâmicas, no Excel, onde foram geradas tabelas e gráficos, para a análise dos resultados obtidos para cada mês. Também foram submetidos a testes estatísticos através do *software* BioEstat, um programa estatístico livre desenvolvido especialmente aos estudantes de graduação e pós-graduação, onde seu pacote estatístico tem como principal objetivo proporcionar praticidade e fácil manuseio na avaliação de informações originadas através de pesquisa (SILVA et al., 2014).



Foram realizadas análises de todos os horários de coleta. Para o mês de novembro de 2021 foram obtidos 4.320 registros de temperatura e umidade relativa do ar, enquanto para o mês de março de 2022 foram 4.465 dados registrados.

Para esta pesquisa, optou-se por utilizar o Índice de Desconforto Térmico (IDT) de Thom (1959), adaptado por Santos (2011) para cidades de clima tropical úmido, com o propósito de auxiliar na análise do conforto térmico nos PCD alocados para a pesquisa. Esse índice foi desenvolvido para avaliar o conforto térmico em ambientes ao ar livre e é calculado com base na seguinte equação:

$$IDT = T - (0,55 - 0,0055 * UR) * (T - 14,5)$$

Na equação mencionada, "T" representa a temperatura do ar em graus Celsius (°C) e "UR" é a umidade relativa do ar em porcentagem (%), os outros valores são variantes fixas. Essa fórmula foi aplicada considerando medições feitas a cada 10 minutos nos pontos mencionados e durante os diferentes períodos de observação. Santos (2011; 2012) indica as faixas de classificação do índice de desconforto de Thom (IDT) ajustado para uma cidade de clima tropical úmido no Nordeste brasileiro (Tabela 1).

Tabela 1 - Faixa de classificação do índice de desconforto de Thom (IDT) ajustado

Faixas	IDT (°C)	Nível de desconforto térmico
1	IDT < 24,0	Confortável
2	24 ≤ IDT ≤ 26,0	Parcialmente confortável
3	26 < IDT < 28,0	Desconfortável
4	IDT ≥ 28,0	Muito desconfortável

Fonte: SANTOS, 2011, 2012. Adaptação: os autores, 2023.

Monteiro et al. (2023) indica que há maior complexidade da caracterização climática de espaços abertos, pois apresentam maior conjunto de parâmetros, tais como: temperatura, umidade, velocidade e direção dos ventos, nebulosidade, condição de tempo, pressão atmosférica, entre outros, sendo necessários estudos do conforto térmico que perpassem por análises dos dados levantados em campo, que impliquem no uso de modelos matemáticos para quantificar e qualificar a sensação térmica desses ambientes externos.

DESENVOLVIMENTO

Os PCD analisados representam diferentes padrões de uso e ocupação do solo, e foram escolhidos com o objetivo de comparar os resultados obtidos na área do parque em relação aos usos múltiplos em ambientes



pouco arborizados. A partir de dados disponibilizados pela Prefeitura de Fortaleza, foi possível criar modelos 3D da ocupação do solo pelas edificações, caracterizando o entorno (raio de 500 metros) dos PCD de acordo com os atributos apresentados na Figura 4.

O trecho específico do Parque do Cocó escolhido para a coleta de dados, localiza-se nas proximidades da entrada da Av. Padre Antônio Tomás, em meio a um ambiente altamente urbanizado, onde há um prédio administrativo com estrutura direcionada para a gerência da unidade. Esse trecho é caracterizado pela intensa utilização por parte da população, pois oferece serviços de ecoturismo, calçadão destinado a caminhadas, espaços para piquenique, parques infantis, complexo esportivo, equipamentos de ecoaventura, auditório, anfiteatro, trilhas ecológicas e passeios de barco pelo rio Cocó. O termohigrômetro foi alocado no interior do parque, nas proximidades da chamada “trilha da lagoa”, área com bastante arborização e próxima a espelhos d’água.

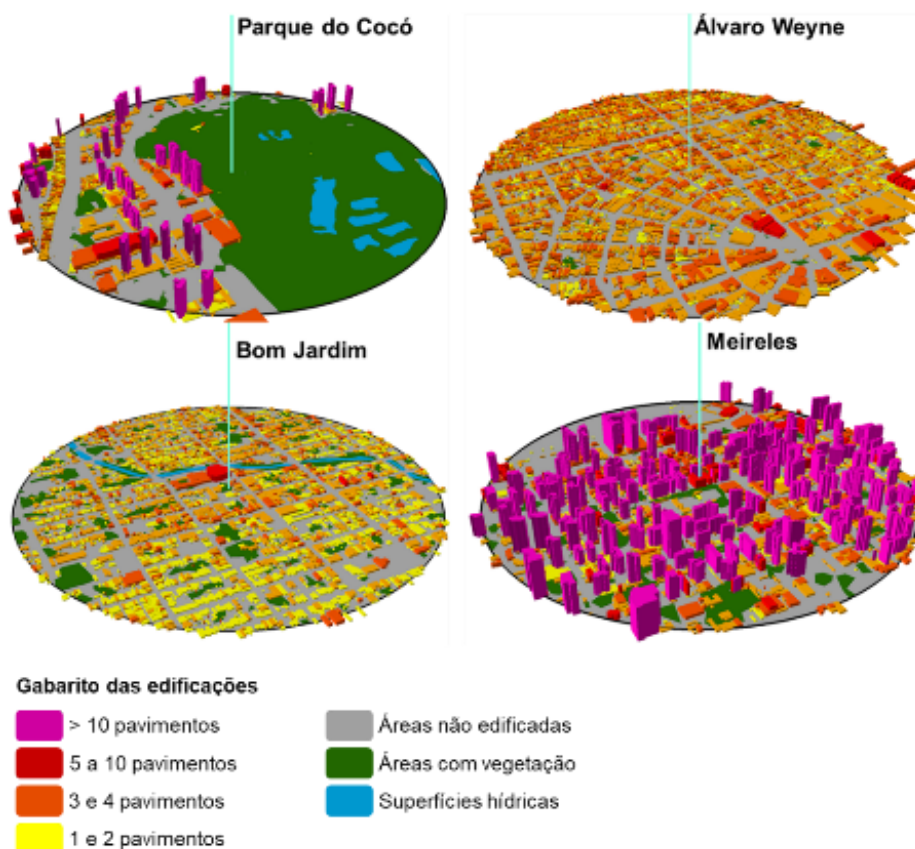
O PCD do Álvaro Wayne foi situado em uma área de altíssima densidade demográfica, cercado pelos bairros que apresentam os maiores números deste indicador, alcançando quase 35 mil hab/km². A alta densidade demográfica faz com que haja um volume elevado de edificações nessa área, sendo observada a escassez de elementos naturais preservados e espaços livres, o que contribui para o aquecimento da atmosfera urbana. O padrão de edificações verificado no entorno do ponto de coleta de dados é de residências geminadas (conhecidas como parede com parede), onde quase que 100% dos lotes são construídos, não sendo verificados recuos frontais, laterais ou traseiros em grande parte das residências, o que gera um volume horizontal edificado bastante elevado, contribuindo para o sobreaquecimento da atmosfera local. O gabarito das edificações é predominantemente de baixo porte, com no máximo 4 pavimentos, sendo verificadas edificações pontuais nas outras classes.

O equipamento de medição foi instalado na Granja Lisboa, no ponto mais próximo entre o limite do bairro com os bairros Bom Jardim e Granja Portugal, ao lado do Centro Cultural do Bom Jardim. No que se refere às características de uso e ocupação do solo, a área em questão possui elementos residenciais, com alta porcentagem de cobertura por edificações e presença de espaços abertos relacionados principalmente à drenagem fluvial e a vazios urbanos. A área em questão possui um adensamento horizontal de edificações bastante elevado, onde as vias de acesso são bastante estreitas e as quadras uma dimensão espacial reduzida. Os lotes são quase que 100% edificados, não havendo recuo e espaçamento entre as residências. As construções nessa área são compostas, em sua maioria, por edificações baixas, de 1 a 4 pavimentos, de uso residencial ou de comércio familiar de pequeno porte. O material construtivo mais utilizado na área é composto por alvenaria e telhas de cerâmica, na maior parte dos prédios, enquanto as vias de acesso têm

pavimentação asfáltica, e em muitos casos, “chão batido”, nas áreas mais isoladas. É considerada uma localidade de alta vulnerabilidade socioeconômica do município (ARAÚJO; COSTA, 2016).

Representando a área de intensa verticalização, foi escolhido o bairro Meireles para situar o terceiro PCD, localizado na Regional Administrativa 2, por ser o bairro com a verticalização mais consolidada. O bairro desfruta de uma infraestrutura privilegiada, com uma variedade de comércio e serviços disponíveis. A pavimentação das ruas e avenidas é predominantemente (quase que 100%) composta por material asfáltico, enquanto o material de construção mais utilizado nas edificações é o concreto, com estruturas de aço e revestimentos cerâmicos. No que se refere ao padrão do gabarito das edificações, percebe-se a predominância de prédios elevados, acima de 10 andares, entre edificações mais baixas, entre 1 e 10 pavimentos. Em comparação aos bairros localizados na periferia, as vias são mais largas e padronizadas, beneficiando a circulação do vento. É possível notar que, as áreas arborizadas, limitam-se aos espaços abertos e comuns dos condomínios residenciais e à arborização urbana. Um ponto importante a se destacar, é a proximidade dessa área com o mar, elemento mais importante para o arrefecimento da atmosfera urbana nessa região.

Figura 4 - Caracterização do entorno dos Pontos de Coleta de Dados (PCD)



Fonte: os autores, 2023.



Tendo em vista a representatividade em relação à variabilidade climática causada pela precipitação pluviométrica, foram considerados dois meses para o prosseguimento das análises termo higrométricas. O mês de novembro do ano de 2021 foi considerado representativo do período seco, enquanto o mês de março de 2022 traduz o período chuvoso.

No ano de 2021 não houve registro de chuva significativa para o mês de novembro. Nesse período, a cidade de Fortaleza está sob o domínio da mEa, originada pelo ASAS, causador de estabilidade para o tempo, principalmente no norte do nordeste brasileiro.

Para a análise do período chuvoso foi considerado o mês de março de 2022. Março é caracterizado como um dos meses mais chuvosos no município de Fortaleza. Em 2022, março apresentou um comportamento atípico em relação ao volume pluviométrico registrado, onde foi verificado acumulado 77% acima da média, precipitando neste mês 594,8 milímetros. Dos 31 dias do mês, apenas dois não registraram precipitação. O volume de chuva verificado no mês de março foi resultado da proximidade da ZCIT, principal sistema indutor de chuvas para esse período.

Variados estudos apontam a necessidade de contextualizar as condições de estabilidade atmosférica na compreensão e análise do clima urbano. Corroborando com Lowry (1977) e Landsberg (1981), diversos autores comprovaram a influência direta das condições sinóticas para o desenvolvimento do clima urbano, constatando que, em condições atmosféricas estáveis, ocorre a predominância das características urbanas de uso e ocupação influenciando o campo térmico, enquanto em condições instáveis, essas características são suprimidas (ALONSO; LABAJO; FIDALGO, 2003; CHAPMAN; BELL; BELL, 2016; DRACH; KRUGER; EMMANUEL, 2018; WANG et al., 2021).

Esse padrão pôde ser verificado durante a análise realizada entre os pontos de coleta de dados, onde, durante o período seco, os valores médios entre o ponto com as temperaturas mais elevadas (Álvaro Wayne) e o Parque do Cocó, ponto mais ameno, apresentaram uma diferença de 1,58 °C, enquanto no período chuvoso essa média foi de 1,08 °C.

Durante o período seco (novembro de 2021), a maior intensidade em relação aos valores de temperatura média foi de 1,58 °C, entre os pontos do Álvaro Wayne (mais quente) e Parque do Cocó (mais fresco). Quando analisadas as comparações entre todos os pontos, o Parque do Cocó apresenta as menores médias mensais para o período. O PCD Bom Jardim registrou média de 1,43 °C acima do valor registrado no PCD Parque do Cocó, enquanto Meireles foi 1,03 °C mais quente que o ponto do parque.

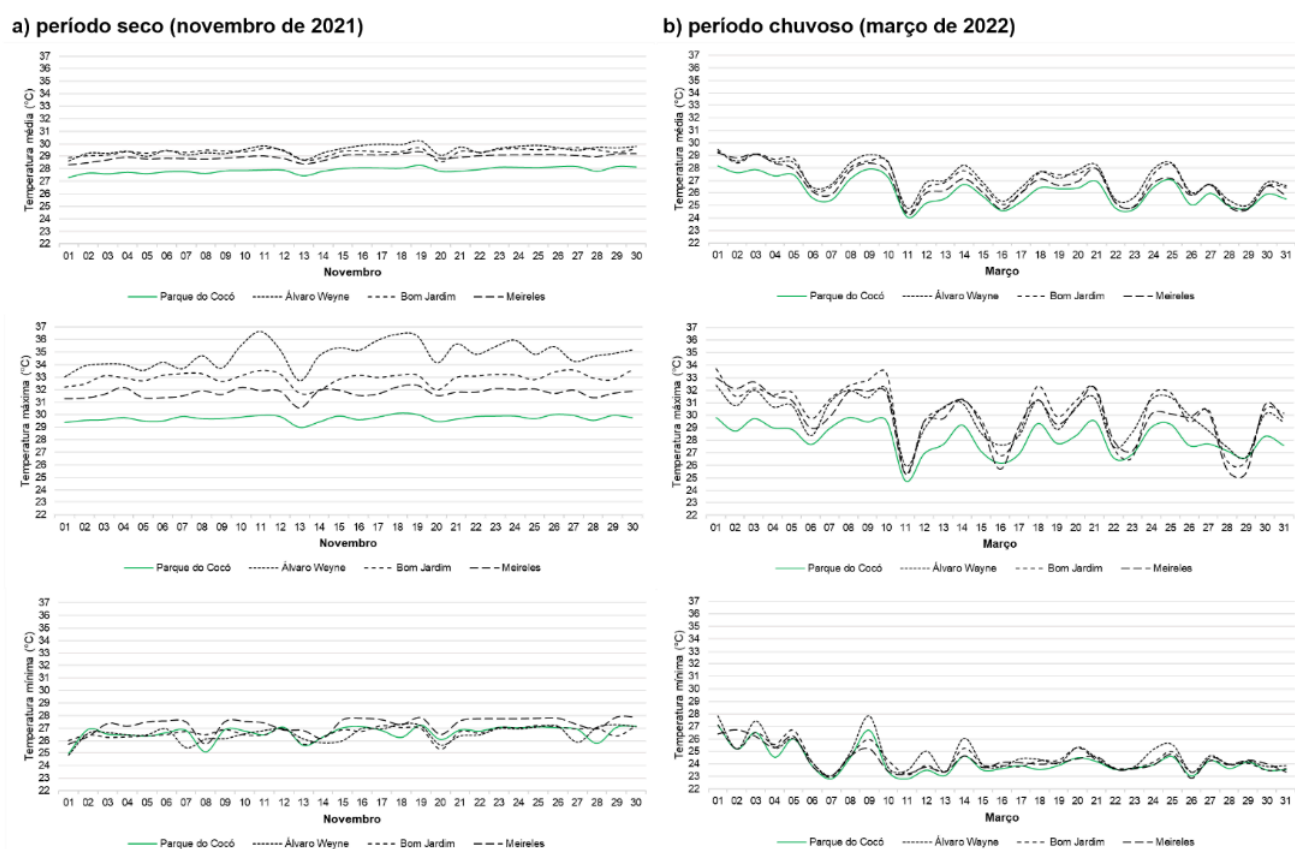


Em relação aos valores de temperatura máxima, os números de intensidade são mais expressivos, que os valores médios mensais, mais uma vez, o PCD Parque do Cocó registrou os menores valores máximos durante a campanha do mês de novembro de 2021. A maior intensidade verificada foi entre o ponto do Álvaro Wayne e o Parque do Cocó, onde o valor obtido foi de 6,52°C. O ponto Bom Jardim apresentou temperatura máxima 3,5°C superior ao parque urbano do Cocó, enquanto o PCD Meireles registrou 2,23°C a mais que a área verde.

Já a temperatura mínima apresenta pouca variação de intensidade entre os pontos de coleta de dados, sendo o maior valor registrado entre os PCD Meireles e Parque do Cocó, onde o bairro com verticalização consolidada registrou as temperaturas mínimas mais elevadas que o parque urbano (cerca de 0,77°C) durante o período seco.

Os gráficos da Figura 5 ilustram a distribuição das médias diárias de temperatura média, máxima e mínima para o período seco e chuvoso.

Figura 5 - Temperaturas médias, máximas e mínimas diárias para o período seco e chuvoso (novembro de 2021 e março de 2022)



Fonte: os autores, 2023.

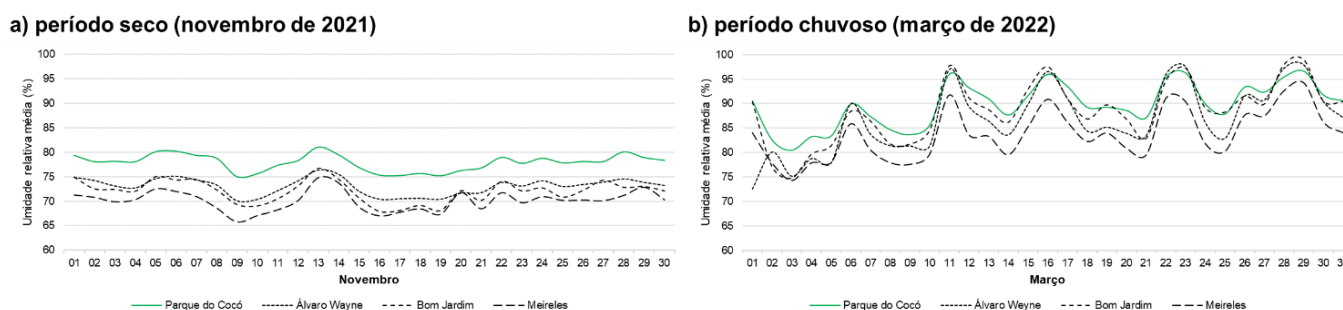


Durante o período chuvoso (Figura 5 b), percebe-se que os valores diminuem consideravelmente e alinham-se de acordo com a situação sinótica. Durante o mês de março de 2022, o período chuvoso foi intenso com chuvas acima da média, o que interferiu diretamente para os padrões verificados. A maior amplitude térmica registrada foi de 1,08°C, entre o PCD Meireles e Parque do Cocó, onde o ambiente mais arborizado obteve as menores médias mensais entre os pontos analisados. A intensidade entre o Parque e o Álvaro Wayne e Bom Jardim, foram de 0,86°C e 0,57°C, respectivamente.

A temperatura máxima também registrou valores de intensidade inferiores, quando comparados aos aferidos no período seco. O PCD do parque continuou sendo o com os menores registros máximos, obtendo maior intensidade entre ele e o ponto do Álvaro Wayne (3,90°C), enquanto a amplitude comparando o Bom Jardim e Meireles, foram de 3,17°C e 2,57°C respectivamente. A temperatura mínima apresentou o mesmo padrão, onde a intensidade, comparando os PCD Álvaro Wayne, Bom Jardim e Meireles foram, respectivamente, 0,26°C, 0,05°C e 0,13°C.

Em relação à umidade relativa do ar (Figura 6), nota-se que durante o período seco, a curva das médias diárias do PCD Parque do Cocó se manteve acima dos outros pontos durante todos os dias do mês de novembro, revelando a importância da vegetação para essa variável. A maior diferença média verificada para a umidade relativa do ar durante o período seco foi de 7,8%, entre o ponto Bom Jardim e Parque do Cocó. Com a estabilidade para o tempo atmosférico, a proximidade com o mar e a presença de vegetação são os fatores que interferem diretamente no comportamento da umidade relativa do ar. O ponto Bom Jardim é o que está localizado a uma maior distância do litoral da cidade, o que fez os dados de umidade relativa alcançarem valores inferiores aos outros pontos.

Figura 6 - Média diária da umidade relativa do ar para o período seco e chuvoso (novembro de 2021 e março de 2022).



Fonte: os autores, 2023.

No período chuvoso, a umidade relativa do ar esteve diretamente relacionada às condições sinóticas causadoras de precipitação (ZCIT), quando as porcentagens cresceram nos momentos de chuva. Também é



possível notar uma aproximação das curvas desse elemento entre os pontos de coleta de dados, indicando a homogeneização dos dados, suprimindo as condições locais em decorrência de um fenômeno de escala superior.

As Figuras 7 e 8 retratam a variabilidade das diferenças térmicas entre os pontos mais quentes de cidade e o Parque Estadual do Cocó, durante os períodos seco e chuvoso, respectivamente. Nas figuras também é possível visualizar o acumulado de precipitação em 24 horas, contando que essa variável interfere diretamente nas intensidades verificadas.

Como relatado anteriormente, no período seco foram registradas as maiores diferenças térmicas entre os pontos, devido à ausência de precipitação pluviométrica. Nesse mês foi possível identificar grandes magnitudes, atingindo valores horários acima de 6°C, principalmente entre 11h e 14h.

Durante a madrugada e início da manhã (entre 0h e 7h), percebe-se que as diferenças térmicas permanecem, em sua maioria, com valores baixos, até 1°C. Durante esse período, 87,5% das temperaturas mais elevadas foram registradas no PCD Meireles. O ponto mais verticalizado analisado, também foi responsável por cerca de 80% dos mais registros de temperatura durante o período noturno, que apresenta comportamento semelhante à madrugada e início da manhã, com amplitudes abaixo de 1°C, em sua maioria. Esse fenômeno é conhecido e retratado na literatura científica, onde a característica do desenho urbano dessas áreas faz com que a radiação solar fique presa na cavidade pelas múltiplas reflexões, causando assim a restrição do resfriamento radiante durante a noite em áreas de intensa verticalização (ASHIE; CA; ASAEDA, 1999).

Verifica-se que, é no período do final da manhã e início da tarde que se concentram as maiores intensidades de temperatura registradas, onde o Parque do Cocó registra temperaturas até 6°C mais amenas que outros pontos da cidade. Dentre os outros pontos da cidade, o Álvaro Wayne registrou os maiores valores de temperatura do ar, sendo o ponto mais quente em 59% dos horários aferidos para esse período, enquanto o PCD Bom Jardim registrou 41% dos maiores valores nesses horários. O PCD Meireles se beneficia da verticalização, que gera sombreamento durante o dia.

Percebe-se que, no período seco, com a estabilidade atmosférica causada pela mEa, a evolução das diferenças térmicas entre as áreas urbanas e o parque, acompanha os horários do dia e incidência de radiação solar direta.



Figura 7 - Intensidade das diferenças térmicas entre os pontos urbanos e o Parque do Cocó durante o período seco (novembro de 2021)

Dia	Hora																							Média	Chuva (mm)	
	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h			23h
1	1,2	0,6	1,0	1,4	1,0	0,8	0,6	0,9	3,9	2,6	2,3	2,7	2,8	3,2	3,5	3,1	2,8	2,4	1,5	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	1,8	0,0
2	0,7	0,4	-0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,8	2,1	2,1	3,4	4,4	3,8	4,0	4,1	3,4	3,2	2,6	1,7	1,2	1,1	0,8	0,7	0,8	1,8	0,0
3	0,8	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	1,3	3,5	2,0	3,1	3,5	3,9	3,9	4,0	3,8	3,5	3,1	1,8	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8	2,0	0,0
4	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	0,7	1,3	3,6	2,9	3,3	3,9	3,2	4,0	4,0	3,7	3,3	3,0	2,0	1,4	1,1	1,0	0,8	0,7	2,1	0,0
5	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	2,3	2,8	2,9	3,8	3,2	3,2	3,1	3,5	3,1	2,5	1,5	1,1	1,1	0,9	0,9	0,8	1,9	0,0
6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,5	2,9	3,3	4,0	4,0	3,6	4,5	4,0	3,8	3,3	2,6	1,7	1,1	0,8	0,8	0,8	0,9	2,1	0,0
7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	2,4	1,7	2,7	3,0	3,3	3,8	3,9	3,5	3,2	2,4	1,8	1,3	1,1	1,0	0,8	0,8	1,8	0,0
8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1	1,5	5,4	3,3	5,0	4,2	4,2	3,9	3,9	3,7	3,0	2,7	2,2	1,4	0,9	0,7	0,7	0,7	2,2	0,0
9	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	3,5	3,0	2,9	3,1	3,9	3,3	3,3	3,4	3,1	2,6	1,7	1,2	0,8	0,8	0,9	0,9	1,8	0,0
10	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	2,5	2,4	5,4	5,8	5,0	3,9	3,7	3,7	3,2	2,4	1,8	1,3	1,0	0,8	0,7	0,6	2,1	0,0
11	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	1,0	1,7	2,9	2,9	4,6	5,6	6,2	4,6	3,9	3,9	3,6	2,9	2,0	1,3	0,9	0,9	0,7	0,7	2,3	0,0
12	0,7	0,6	0,7	0,7	0,2	0,1	0,3	1,1	1,3	1,7	2,7	4,8	5,1	4,1	3,8	4,0	3,3	2,8	2,3	1,7	1,4	1,1	0,8	0,7	1,9	0,0
13	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6	0,8	0,9	1,3	1,2	2,3	3,1	3,9	3,0	3,5	3,1	2,9	2,4	1,6	1,1	0,8	0,6	0,6	0,6	1,6	0,0
14	0,8	1,0	0,9	0,6	0,4	0,0	0,0	1,8	3,0	2,9	4,6	3,6	3,4	3,7	2,9	3,5	2,6	2,2	1,5	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	1,8	0,0
15	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	1,2	3,6	2,9	4,9	4,0	3,8	3,9	3,4	3,4	3,0	2,6	1,8	1,1	0,8	0,8	0,8	0,8	2,0	0,0
16	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,5	1,6	2,2	3,8	4,4	4,6	5,3	5,1	4,2	3,4	2,7	1,9	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	2,1	0,0
17	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,1	3,7	2,2	4,8	5,1	5,6	5,9	5,3	3,5	3,2	2,5	1,5	1,1	0,9	0,7	1,0	1,0	2,2	0,0
18	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	1,3	2,8	4,8	6,6	6,2	6,0	4,8	3,4	3,0	2,4	1,3	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	2,2	0,0
19	0,8	0,9	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	2,7	2,1	6,0	6,3	6,0	6,2	5,1	3,8	2,9	2,3	1,6	1,0	0,8	0,7	0,7	0,8	2,3	0,0
20	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	2,0	4,4	3,5	3,5	4,1	3,1	2,8	1,9	1,6	1,2	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	1,6	0,0
21	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6	1,6	4,4	2,7	6,0	4,4	4,5	4,6	4,1	4,0	3,6	3,1	2,2	1,5	1,1	1,0	1,0	1,1	2,3	0,0
22	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,7	1,8	3,2	4,8	3,1	3,7	3,8	3,6	2,8	2,0	1,6	1,2	0,9	0,8	0,8	0,7	1,8	0,0
23	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	2,2	2,6	4,6	3,7	3,2	3,8	3,7	3,6	3,2	2,5	1,8	1,2	0,9	0,7	0,7	0,7	1,9	0,0
24	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,1	3,3	3,4	5,5	3,8	4,6	4,2	3,6	3,4	2,9	2,4	1,7	1,1	0,8	0,8	0,7	0,6	2,0	0,0
25	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,1	2,6	3,2	3,5	3,8	4,4	4,0	4,6	4,4	3,3	2,8	1,9	1,4	1,0	0,8	0,7	0,6	2,0	0,0
26	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,9	2,5	2,6	3,4	4,4	3,5	3,7	3,6	3,3	3,0	2,5	1,8	1,1	0,9	0,6	0,6	0,6	1,8	0,0
27	0,7	0,6	0,6	0,7	0,4	0,5	0,5	0,6	4,4	2,4	2,3	3,2	4,2	3,8	3,9	3,8	3,2	2,6	1,8	1,3	1,2	1,0	0,8	0,6	1,9	4,8
28	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	2,2	6,7	3,7	4,0	4,3	4,3	4,1	3,7	3,6	3,3	2,5	1,6	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	2,3	0,0
29	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	3,6	2,4	4,4	4,2	3,1	2,8	3,0	3,0	2,9	2,3	1,5	1,0	0,8	0,7	0,8	0,7	1,8	0,0
30	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	2,6	2,8	3,6	4,8	4,2	4,4	3,9	3,7	3,5	2,9	1,9	1,1	1,0	0,9	0,8	0,9	2,0	0,0
Média horária	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	1,1	2,9	2,6	4,0	4,2	4,1	4,1	3,9	3,6	3,1	2,5	1,7	1,2	1,0	0,8	0,8	0,8	2,0	4,8

ΔT (°C) (u-pu) >0 0-1 1,1-2 2,1-3 3,1-4 4,1-5 <=5

Fonte: os autores, 2023.

Durante o período chuvoso (Figura 8), é perceptível a diminuição da diferença térmica entre os pontos de coleta de dados e o Parque do Cocó, não ultrapassando os 3,5 °C. O Parque do Cocó continua sendo o ponto de menor temperatura entre as áreas analisadas, no entanto as diferenças diminuiriam em decorrência do período do ano, de forte instabilidade atmosférica.

Nesse mês, é possível visualizar que houve uma maior irregularidade na distribuição horária das intensidades, tendo em vista o elemento precipitação, que não estava presente no mês anteriormente analisado. A partir da Figura 8, nota-se que os dias com elevado volume de precipitação acumulado em 24 horas, ocorre maior homogeneização da série de dados, diminuindo assim as diferenças térmicas.



Figura 8 - Intensidade das diferenças térmicas entre os pontos urbanos e o Parque do Cocó durante o período chuvoso (março de 2022)

Dia	Hora																							Média	Chuva (mm)	
	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h			23h
1	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,5	1,0	1,8	1,9	2,1	3,3	3,5	3,4	3,7	3,0	2,5	1,7	1,3	1,0	0,9	0,8	0,6	1,6	1,0
2	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	3,2	3,0	3,4	3,5	3,2	2,5	2,5	2,3	1,7	1,3	1,1	1,1	0,9	0,7	1,5	0,0	
3	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	2,0	2,0	2,0	1,9	2,1	2,9	3,1	3,3	3,2	2,7	1,9	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	1,6	0,0	
4	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,9	1,9	1,7	1,5	2,1	1,9	2,5	2,5	2,6	2,7	2,2	1,5	1,1	1,0	0,9	1,0	0,9	1,4	8,2
5	0,9	0,9	0,8	0,8	1,0	1,2	1,1	0,9	0,8	1,1	1,7	2,0	2,8	2,4	2,6	2,3	2,3	2,1	1,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	1,4	0,2
6	0,8	0,9	0,5	-0,3	-0,1	0,2	0,3	0,5	0,4	0,5	0,8	1,8	2,2	2,9	2,8	2,7	2,0	1,6	1,5	1,4	1,0	1,0	0,6	0,4	1,1	32,0
7	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,8	1,6	2,3	2,1	2,1	2,4	2,2	2,3	2,7	1,8	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	1,8	1,4	52,4
8	1,5	1,7	1,2	0,8	1,0	0,8	0,9	0,6	0,7	2,2	2,0	1,9	2,2	2,4	2,2	2,6	2,4	2,0	1,3	1,4	1,3	1,0	0,9	0,9	1,5	2,8
9	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	1,1	0,8	1,1	1,1	1,0	1,8	2,5	2,9	2,6	2,7	2,8	2,2	1,6	1,2	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	1,4	2,6
10	0,8	0,7	0,7	0,8	1,9	1,8	0,7	1,0	0,9	1,6	2,1	2,4	2,9	3,5	3,5	2,8	2,4	1,8	1,3	1,1	1,0	0,9	0,7	0,8	1,6	1,4
11	0,5	0,9	0,5	0,6	0,9	0,7	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,1	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,6	0,7	77,4
12	1,8	1,8	1,6	1,4	1,4	1,5	1,5	1,4	1,8	1,4	1,5	2,0	2,0	2,4	2,6	2,5	2,0	1,6	1,4	1,8	2,0	2,1	2,0	2,1	1,8	23,8
13	2,0	1,2	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,8	0,5	1,2	2,2	2,2	2,9	2,6	2,8	2,5	2,3	1,7	1,5	1,5	1,6	2,0	2,5	1,6	4,6
14	2,6	2,6	2,5	2,3	2,2	2,3	2,1	1,9	1,4	1,0	0,9	1,0	1,6	2,0	2,3	1,6	1,9	1,4	1,1	1,2	1,0	1,1	0,9	1,0	1,7	0,6
15	1,2	1,3	1,1	0,6	1,3	1,5	0,9	0,5	0,7	0,7	1,0	1,5	2,5	2,3	1,7	1,7	1,3	1,0	1,0	1,1	1,3	1,4	1,3	1,6	1,3	10,8
16	1,5	1,4	1,5	1,5	0,7	0,3	0,4	0,7	0,5	0,3	0,5	1,1	0,9	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,7	1,0	1,2	1,3	1,4	1,0	0,9	28,4
17	0,8	0,7	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,4	2,0	2,2	1,7	2,1	1,8	1,6	1,4	1,0	1,2	1,1	1,2	1,5	1,6	1,2	8,2
18	1,5	1,7	1,8	1,7	1,4	1,8	1,0	0,9	1,0	1,1	1,5	1,9	1,9	2,7	2,8	2,8	2,1	1,8	1,2	0,9	0,8	0,7	0,8	0,8	1,5	2,8
19	0,8	0,4	0,5	0,7	0,6	0,9	0,3	0,5	0,7	1,6	2,1	2,6	2,4	1,9	1,7	2,4	1,8	1,7	1,5	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,3	19,2
20	1,2	1,2	1,6	1,7	1,9	1,6	1,2	1,2	1,1	2,3	2,5	2,4	3,0	2,2	2,4	2,1	1,7	1,3	1,3	1,3	1,1	1,2	1,1	1,2	1,7	0,2
21	1,3	1,6	1,7	1,3	1,5	1,2	0,7	0,9	1,3	2,1	1,8	1,7	2,3	2,4	2,7	2,7	2,4	1,5	1,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,4	1,6	0,6
22	0,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,2	0,3	0,4	0,4	0,3	0,6	1,1	1,4	1,9	1,5	1,5	1,4	0,9	0,8	1,1	1,5	1,6	1,7	0,8	37,0
23	1,4	1,4	1,5	1,4	0,4	0,1	0,0	0,1	0,3	0,6	1,1	1,8	0,9	1,3	0,5	0,5	0,6	1,2	1,2	1,4	1,6	1,6	1,5	1,6	1,0	41,0
24	1,4	1,3	1,3	1,3	1,1	1,1	1,2	1,3	1,8	1,4	1,9	2,3	2,2	2,1	2,0	1,7	2,2	1,8	1,3	1,5	1,3	1,4	1,4	1,4	1,6	1,8
25	1,3	1,5	1,7	1,1	0,5	0,9	1,1	1,1	1,8	2,2	2,4	2,3	2,1	2,3	2,1	2,4	2,0	1,7	1,2	1,3	1,3	1,1	1,0	0,9	1,5	0,6
26	0,7	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,6	0,8	0,9	1,5	2,4	2,4	3,2	2,3	1,9	1,8	2,2	1,8	1,3	1,2	1,2	0,4	0,2	0,1	1,2	70,6
27	-0,1	0,6	0,9	0,8	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	1,6	1,6	2,1	1,8	2,1	2,5	2,6	2,4	1,8	1,3	1,0	0,8	0,5	0,9	0,5	1,2	9,2
28	0,3	0,3	0,3	0,5	0,0	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,5	57,6
29	0,9	0,9	0,8	0,3	0,4	0,4	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,5	0,6	0,4	0,2	0,4	0,5	0,6	0,5	0,2	0,1	0,0	0,4	0,4	36,2
30	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,7	0,6	1,7	2,1	1,8	2,4	2,0	2,4	1,9	1,3	0,8	0,7	0,8	1,0	0,8	0,9	1,1	36,8
31	0,6	0,7	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,5	0,7	1,4	1,1	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7	2,0	1,4	1,2	1,2	1,3	1,3	1,7	2,1	1,2	26,8
Média horária	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,0	2,1	2,1	2,0	1,9	1,6	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,3	593,8

Fonte: os autores, 2023.

Quando não há presença de precipitação (ou volume mais baixo), é notório o padrão estabelecido durante o período seco, onde a madrugada/começo e noite apresentam as menores intensidades, enquanto no final da manhã/começo da tarde, esses valores são mais elevados, de acordo com a incidência de radiação solar e os padrões de uso e ocupação do solo.

O Parque do Cocó apresenta-se como o ponto de coleta de dados com o maior percentual de temperaturas mais amenas. Em 71% das médias horárias, o Parque do Cocó apresentou as menores temperaturas, enquanto em apenas 4 médias horárias foi o ponto com maior registro, sendo esses ocorridos durante a madrugada e com diferenças mínimas (em torno de 1°C).

De modo geral, durante o período chuvoso as intensidades das diferenças térmicas diminuíram consideravelmente.

A partir da associação dos dados de temperatura e umidade relativa do ar, foi possível aplicar o IDT, com o objetivo de identificar a importância do Parque do Cocó para o conforto térmico no município de Fortaleza.



Assim como a intensidade das diferenças térmicas, o IDT foi diretamente influenciado pelas condições sinóticas dominantes, sendo necessária a análise dos dois universos (período seco e período chuvoso). O gráfico da Figura 9 ilustra a porcentagem da quantidade de registros obtidos em cada uma das classes do índice.

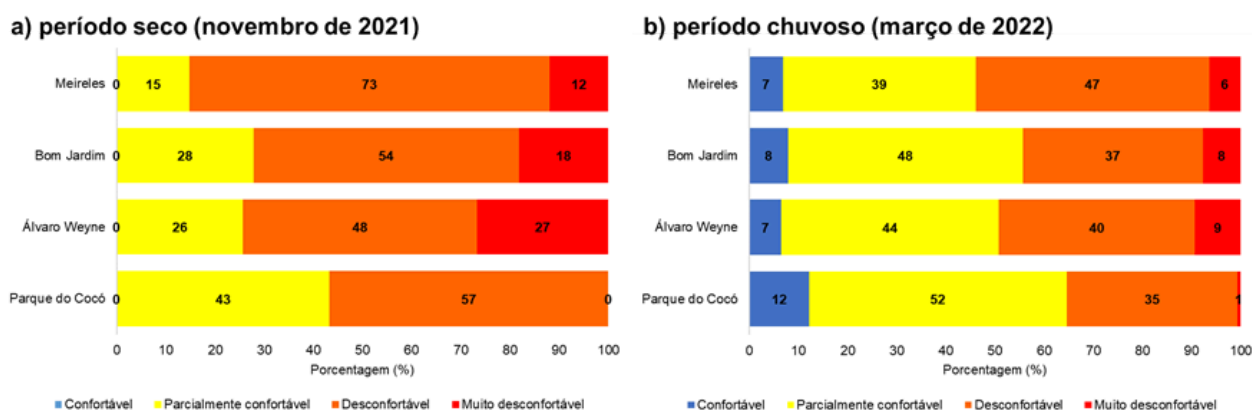
Durante a campanha do período seco, não foi possível identificar nenhum registro dentro da faixa 1 do IDT (confortável), indicativo preocupante para o município de Fortaleza. Esse período é marcado pelo calor intenso e a ausência de precipitações pluviométricas importantes. O mês de novembro marca o equinócio de primavera para o hemisfério sul, dominando a influência da mEa sobre o Nordeste brasileiro. Essas características atmosféricas de grande escala traduzem os resultados encontrados durante a análise dos dados.

O Parque do Cocó foi o PCD que obteve o maior percentual de registros dentro da classe parcialmente confortável do IDT, onde 43% dos dados aferidos se enquadram nessa classe do indicador. A classe desconfortável representou 57% das medições para o ponto do parque. É importante ressaltar que o Parque do Cocó foi o único ponto de coleta que não apresentou nenhum registro nos limites da faixa muito desconfortável do IDT, sendo o ponto melhor avaliado pelo índice em relação ao conforto térmico gerado.

Ao observar o gráfico da Figura 9a, constata-se que, os demais PCD apresentaram quantidades significativas em relação às faixas de desconforto térmico. O PCD Álvaro Wayne foi o que obteve a maior porcentagem de registro na faixa muito desconfortável, com cerca de 27%, enquanto o PCD Meireles obteve os mais indicadores de desconforto, 73%.

Para esse período, o Parque do Cocó mostrou-se um ponto de exceção, tendo em vista a distribuição das classes de conforto e desconforto térmico.

Figura 9 - Intensidade das diferenças térmicas entre os pontos urbanos e o Parque do Cocó durante o período chuvoso (março de 2022)



Durante o período chuvoso (Figura 9b), os valores absolutos de temperatura do ar diminuíram, enquanto a umidade relativa obteve um acréscimo significativo, fazendo com que mais dados se enquadrassem nas faixas de conforto térmico.

A faixa confortável, que não havia figurado no período seco, teve uma representação de 34% entre todos os PCD. O Parque do Cocó foi o PCD com o meio percentual dessa classe, onde 12% dos dados aferidos se enquadram na faixa confortável. A quantidade de medições em parcialmente confortável aumentou no Parque, em comparação com o período seco, obtendo 52% do total para esse ponto. As faixas de desconforto também apresentaram diminuição significativa, onde 36% do total de medições no Parque do Cocó estiveram entre as classes desconfortável e muito desconfortável.

Em decorrência da precipitação pluviométrica, nota-se que todos os PCD apresentaram acréscimo das classes de conforto e decréscimo das classes de desconforto. Nessa campanha, realizada durante o equinócio de outono, todos os outros pontos registraram a faixa confortável, variando entre 7% e 8%, valores inferiores ao registrado no PCD Parque do Cocó.

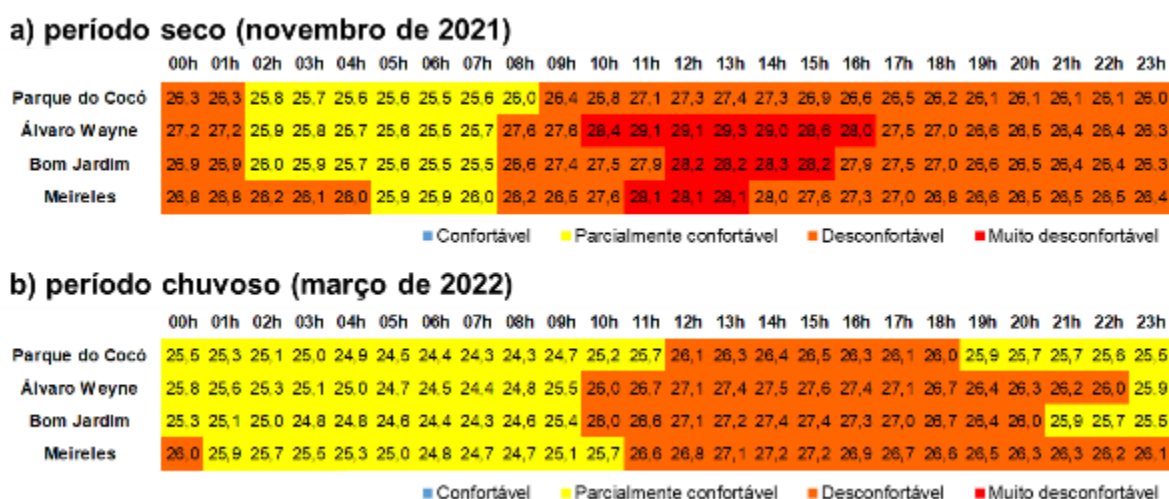
O PCD Álvaro Wayne continuou registrando os maiores indicadores da faixa muito desconfortável (9%), enquanto o PCD Meireles obteve os valores mais representativos das faixas de desconforto (47%).

Com o objetivo de compreender a dinâmica temporal, foi aplicado o IDT para as médias horárias de cada PCD (Figura 10). Durante o período seco, somente as médias registradas nos horários da madrugada/início da manhã obtiveram IDT parcialmente confortável. O Parque do Cocó foi o ponto com o maior número de médias horárias dentro dessa faixa, mantendo-se até às 8h nessa classe do índice. O PCD Meireles (verticalizado) foi o que registrou a menor quantidade de horas dentro da classe parcialmente confortável durante o período seco, sendo apenas as horas iniciais da manhã.



Em relação às classes de desconforto durante o período seco (março de 2021), o Parque do Cocó foi o que apresentou o menor número de médias horárias nessas classes, onde não foi verificada nenhuma faixa muito desconfortável. O PCD Álvaro Wayne consiste no ponto com mais classes “muito desconfortável”, entre 10h e 16h, coincidindo com os horários de maior intensidade térmica registrada.

Figura 10. Faixas de classificação do IDT nas aferições realizadas no período seco (novembro de 2021) e chuvoso (março de 2022).



Fonte: os autores, 2023.

Para o período chuvoso (Figura 10b), com a diminuição das temperaturas registradas e o aumento da umidade relativa do ar, observou-se a ampliação das classes de conforto para os pontos analisados. Mais uma vez, o Parque do Cocó registrou a maior quantidade de médias horárias em situação de conforto parcial, de 0h às 11h e de 19h às 23h, limitando ao período da tarde os registros de desconforto.

Nenhum PCD registrou médias horárias na faixa muito desconfortável, devido às condições atmosféricas dominantes. Mais uma vez, o PCD Meireles obteve a maior quantidade de médias horárias em classe de desconforto, mantendo também essa classe por mais tempo no decorrer do dia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temperatura do ar, no município de Fortaleza, apresentou valores elevados nos dois períodos analisados. Conclui-se que, em concordância com Wonorahardjo et al. (2020), nas cidades tropicais, o padrão construtivo utilizado (paredes de alta densidade, como tijolo e concreto, e cobertura cerâmica) contribui para o armazenamento calor, causando um aumento significativo da temperatura do ar durante o período da tarde. Foi nessa faixa de horário que ocorreram as maiores intensidades térmicas entres os pontos analisados.



O Parque Estadual do Cocó constitui uma importante infraestrutura verde urbana para amenização dos efeitos térmicos na cidade de Fortaleza. A área verde foi o ponto que apresentou as menores temperaturas e maiores valores de umidade relativa do ar, com grandes intensidades no período da tarde, podendo alcançar até 6,7°C a menos que outros pontos na cidade.

Outros PCD demonstraram uma forte influência da urbanização na consolidação dos atributos climáticos avaliados. O PCD Álvaro Wayne, de alta densidade horizontal, apresenta importantes picos de temperatura, causando forte desconforto térmico, principalmente durante a tarde, comportamento semelhante ao PCD Bom Jardim, no entanto com maior intensidade. O PCD Meireles, apesar de não registrar picos extremos de temperatura, é o que apresenta maior armazenamento do calor absorvido durante o dia, devido ao processo consolidado de verticalização.

De acordo com a análise do IDT, o Parque do Cocó reafirma sua importância para a dinâmica climática da cidade, configurando-se como uma Ilha de Frescor no contexto climático da cidade de Fortaleza, que, devido a urbanização avançada, altos índices de ocupação humana e sobretudo a estrutura dos materiais e disposição das edificações, apresenta condições adversas de desconforto térmico humano. Portanto, cabe ao poder público, orientar medidas de mitigação tendo em vista a implantação e conservação de parque urbanos e áreas verdes, com base nas ações de planejamento da cidade.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, M. S.; LABAJO, J. L.; FIDALGO, M. R. Characteristics of the urban heat island in the city of Salamanca, Spain. *Atmosfera*, 137-148, 2003.
- ARAÚJO, R. V. de.; COSTA, M. C. L. Da migração sertaneja ao surgimento das favelas: a formação socioespacial e vulnerabilidade em Fortaleza-Ceará. *Geosaberes*, Fortaleza, v. 6, número especial (3), p. 585 - 598, Fevereiro. 2016.
- ASHIE, Y.; CA, V. T.; ASAEDA, T. Building canopy model for the analysis of urban climate. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 81, 237-248, 1999.
- BARBIERI, G. M. L. **Eventos de chuva extrema associados a sistemas atmosféricos de escala sinótica e escala local no Estado do Ceará**. Tese (Doutorado em geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2014.
- BOONE, C.; BUCKLEY, G.; GROVE, J.; SISTER, C. Parks and people: an environmental justice inquiry in Baltimore, Maryland. *Ann Assoc Am Geogr*, 99:767-787, 2009.
- BOVO, M. C.; CONRADO, D. O Parque Urbano no contexto da organização do espaço da cidade de Campo Mourão (PR), Brasil. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, n.34, v.1, p.50-71, jan/jul.2012.
- CHANDLER, T. J. **The climate of London**. Hutchinson: London, 1965.
- CHAPMAN, L.; BELL, C.; BELL, S. Can the crowdsourcing data paradigm take atmospheric science to a new level? A case study of the Urban Heat Island of London quantified using Netatmo weather stations. *International Journal of Climatology*, 2016.
- CHEUNG, P. K.; JIM, C. Y. Differential cooling effects of landscape parameters in humid-subtropical urban parks. *Landsc. Urban Plan*, v. 192, 2019.
- COSTA, M. C. L. Fortaleza: expansão urbana e organização do espaço. In: BORZACCHIELLO, J.; CAVALCANTE, T.; DANTAS, E. (Org.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2ª edição. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p. 51-100.



- DRACH, P.; KRUGER, E. L.; EMMANUEL, R. Effects of atmospheric stability and urban morphology on daytime intra-urban temperature variability for Glasgow, UK. **Science of the Total Environment**, vol. 627, pp. 782–791, 2018.
- FIALHO, E. S.; CELESTINO, E. J. Abrigos termo-higrométricos de policloreto de vinila. **Entre-Lugar**, Dourados, MS, v. 8, n.16, 2017.
- GARTLAND, L. **Heat islands**. London, UK: Earthscan, 2008.
- KANTZIOURA, A.; KOSMOPOULOS, P.; ZORAS, S. Urban surface temperature and microclimate measurements in Thessaloniki. **Energy and Buildings**, v. 44, p. 63-72, 2012.
- LANDSBERG, H. E. **The climate of towns. Man's Role in Changing the Face of the Earth**. W. L. Thomas, Ed., University of Chicago Press, 1956.
- LANDSBERG, H. E. **The Urban Climate**. Academic Press, New York, 1981.
- LARSEN, L. Urban climate and adaptation strategies. **Front Ecol Environ**. 13(9): 486–492, 2015.
- LIMA, S. M.; GARCEZ, D. S. Áreas verdes públicas urbanas e sua relação com a melhoria da qualidade de vida: um estudo de caso em um parque ecológico urbano na cidade de Fortaleza (Ceará, Brasil). **RBCIAMB**, n.43, 2017. 140-151
- LOWRY, W. P. Empirical estimation of urban effects on Climate: a problem analysis. **Journal of Applied Meteorology**, 16, p. 129 – 153, 1977.
- MACEDO, S. S.; SAKATA, F. G. **Brazilian Urban Parks**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Imprensa Oficial da Universidade de São Paulo, 2003.
- MALVEIRA, E. C. H. **Estudo de Mudanças Climáticas num ambiente urbano: Evolução da Ilha de Calor na Região Metropolitana de Fortaleza**. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: Programa de Pós-Graduação em Geografia/UECE, 2003. 191p.
- MCCORMICK, J. **Rumo ao paraíso: a história do movimento ambientalista**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1992.
- MEDEIROS, R. S.; LIMA, R. P.; BRITO, J. I. B. de; ARAÚJO, J. C.; LACERDA, F. F. Análise da rede de estações meteorológicas no Nordeste do Brasil e sua influência nos modelos de previsão numérica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 263-273, 2016.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.
- MONTEIRO, J. B.; SOUZA, A. C.; SILVA, F. J. M.; PAIVA, F. I. C. Conforto Térmico Humano em Parques Urbanos e Praças Públicas de Sobral - CE: uma análise sazonal microclimática. **Geconexões**, Natal, v. 1, n. 15, 2023.
- MOURA, M. O. **O clima urbano sob o nível do conforto térmico**. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: PPGG/UFC- Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2008.
- MOURA, M. O. Os estudos de clima urbano na cidade de Fortaleza-CE. In: **IX Workshop Internacional de Avaliação Climática para o Semi-Árido Nordestino/ II Encontro Internacional de Estudos Climáticos Aplicados ao Nordeste Brasileiro**. Fortaleza/CE, 2007. CD ROM.
- MOURA, M. O.; ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L. Conforto Térmico em Fortaleza-CE. **Revista da ANPEGE**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p.177-189, 2010.
- MOURA, M. O.; ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L. Ilhas térmicas na cidade de Fortaleza/CE. **Boletim Goiano de Geografia**, vol.28, n.2, jul-dez, Goiânia, p.33-44, 2008.
- OKE, T. R. Evapotranspiration in urban areas and its implications for urban climate planning. In: Conference Teaching the Teachers on Building Climatology, 1973, Stockholm, Proceedings... Stockholm: The National Swedish Institute for Building Research, 1973.
- OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. London: Routledge. 1987.
- PAIVA, A. C. Q.; CARVALHO, R. G.; ESCOBAR, M. L.; SOARES, I. A.; BASTOS, F. H. Análise da distribuição espacial da vegetação e áreas verdes na cidade de Fortaleza – CE. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia, v. 23, n. 89, 2022, p. 131–149
- SAKATA, F. G.; GONÇALVES, F. M. Um novo conceito para Parque Urbano no Brasil do século XXI. **Paisag. Ambiente: Ensaios**, São Paulo, v. 30, n. 43, e155785, 2019.
- SANTOS, J. S. **Campo térmico urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo em uma cidade tropical úmida**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.
- SANTOS, J. S.; SILVA, V. P. R.; LIMA, E. R. V. Campo Térmico Urbano e a sua Relação com o Uso e Cobertura do Solo em Cidade Tropical Úmida. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 03, p. 540-557, 2012.
- SCALISE, W. Parques Urbanos – evolução, projeto, funções e uso. **Revista Assentamentos Humanos**, Marília, v. 4, n. 1, p.17-24, 2002.



SCOCUGLIA, J. B. C. O Parc de La Tête d'Or: patrimônio, referência espacial e lugar de sociabilidade. **Arquitextos**, São Paulo, 113.03, Vitruvius, out 2009. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/10,113/20>. Acesso em: 23 set. 2023.

SILVA, A. C. S.; VEIGA, J. B.; VEIGA, B. B.; CAIONI, C.; OLIVEIRA, A. S. Avaliação do software BioEstat para o ensino de estatística nos cursos de graduação. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 12, n. 2, p. 375-385, ago/dez. 2014.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. McGrawHill, São Paulo, 1972, 580p

THOM, E. C. **The Discomfort Index**. Weatherwise, v.2, n.1, 1959.

UTTARA, S.; BHUVANDAS, N.; AGGARWAL, V. Impacts of urbanization on environment International Journal of Research. **Engineering & Applied Sciences**. V. 2, Issue 2, 2012.

WANG, W.; CHEN, B.; XU, Y.; ZHOU, W.; WANG, X. Urban heat islands in Hong Kong: Bondingwith atmospheric stability. **Atmospheric Science Letters**, Volume 22, Issue 6, 2021.

WONORAHARDJO, S.; SUTJAHJA, I. M.; MARDIYATI, Y.; ANDONI, H.; THOMAS, D.; ACHSANI, R. A.; STEVEN, S. Characterising thermal behaviour of buildings and its efect on urban heat island in tropical areas. **International Journal of Energy and Environmental Engineering**, 11:129–142, 2020.

ZANELLA, M. E; CLAUDINO-SALES, V. Considerações sobre o clima urbano frente às emendas propostas à lei do uso e ocupação do solo na cidade de Fortaleza-CE. In: **Anais do V Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**, 2002. CD ROM.