



ILHAS DE CALOR E CONFORTO TÉRMICO NA CIDADE DO CRATO - CE

Vinicius Ferreira Luna

Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), Brasil
viniciusluna13@gmail.com

Ana Poliana Fernandes Alcântara

Licenciada em Geografia pela Universidade Regional do Cariri (URCA). Brasil
anapoliana.alcantara@urca.br

Juliana Maria Oliveira Silva

Docente do Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri (URCA), Brasil
juliana.oliveira@urca.br

RESUMO – O presente trabalho objetivou mensurar a temperatura do ar e umidade do sítio urbano da cidade do Crato - CE através de transectos móveis, a fim de identificar a relação entre a temperatura do ar e o grau de urbanização na formação de ilhas de calor, sua intensidade, e o conforto térmico. Tendo como metodologia: levantamento bibliográfico, coleta de dados, transecto móvel nos meses de julho, outubro e dezembro de 2022 com o uso de termohigrômetro. Após a organização dos dados realizou-se o cálculo da ilha de calor Intra-urbana e com o diagrama do INMET, o conforto térmico. Diante dos resultados percebeu-se que as temperaturas variaram de acordo com os meses analisados, e grau de ocupação e vegetação, sendo as intensidades das ilhas entre ‘fraca’ a ‘moderada’. Conclui-se que a urbanização e a falta de cobertura vegetal influenciam no aparecimento das ilhas de calor e suas diversas intensidades, e nos diferentes tipos de conforto térmico.

Palavras-chave: Ilhas de Calor, Conforto Térmico, Uso e ocupação.

HEAT ISLANDS AND THERMAL COMFORT IN THE CITY OF CRATO - CE

ABSTRACT – This work aimed to measure the air temperature and humidity in the urban site of the city of Crato - CE through mobile transects, in order to identify the relationship between air temperature and the degree of urbanization in the formation of heat islands, its intensity . and thermal comfort. With the methodology: bibliographic survey, data collection, mobile transect in the months of July, October and December 2022 using a thermohygrometer. After organizing the data, the calculation of the intraurban heat island was performed and with the INMET diagram, the thermal comfort. In view of the results, it was found that the temperatures varied according to the analyzed months, the degree of occupation and the vegetation, with intensities of the islands between “low” and “moderate”. It is concluded that urbanization and the lack of vegetation cover influence the appearance of heat islands and their different intensities, as well as the different types of thermal comfort.

Keywords: Heat Islands, Thermal Comfort, Use and occupation.

INTRODUÇÃO

A urbanização do Brasil, iniciada desde o século XX, tem se caracterizado como um processo desregular e muitas vezes sem planejamento, o qual tem causado grandes alterações no meio natural. Apesar das legislações ambientais vigentes e do Plano Diretor serem consideradas uma

forma de planejamento (Silva, *et al.*, 2020), as cidades cresceram considerando a lógica capitalista aliada aos interesses da classe dominante, o qual repercute em um espaço desigual, onde a população mais carente não tem acesso a moradias adequadas.

Os condicionantes ambientais são suprimidos para dar lugar às construções, que não levam em consideração as especificidades dos terrenos, ocasionando poluição hídrica, enchentes, inundações, modificação da qualidade do ar e a formação das ilhas de calor, principalmente no que se refere às alterações microclimáticas.

Desse modo, os maiores problemas nas áreas urbanas atualmente é a desorganização das características da atmosfera urbana, segundo Acero *et al.*, (2012), as principais razões para essas mudanças são: (a) impermeabilização da paisagem natural devido à introdução de materiais artificiais, (b) presença de novos obstáculos interagindo com o fluxo atmosférico livre, (c) emissões de gases com efeito de estufa e (d) emissões de poluentes atmosféricos.

Essas alterações no meio natural para o meio urbano, proporcionam o aumento da temperatura e a geração do fenômeno de ilhas de calor, que funcionam como um “oásis inverso”, onde a temperatura do ar e as de superfície urbanas são superiores do que em áreas rurais (Gartland, 2015, p.09).

O trabalho tem como pressuposto as bases teóricas do Sistema Clima Urbano (S.C.U), uma proposta oriunda da tese de livre docência de “Teoria e Clima Urbano” do professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (1976) composto de três subsistemas: Termodinâmico, Hidrometeoro e Físico-Químico, no qual está relacionada com os canais de percepção humana, que são o conforto térmico, impactos meteóricos e a qualidade do ar (Lucena, 2016, p. 3288).

O subsistema termodinâmico é o subsistema no qual esta pesquisa tem enfoque. Aqui analisamos o conforto térmico e avaliamos a formação de ilhas de calor na cidade do Crato, especificamente quantificamos as alterações/variações de temperatura proporcionadas pelos diferentes tipos de uso e ocupação no espaço urbano, como já realizados em estudos como Luna *et al.*, (2019), Muniz e Caracristi (2018), Silva *et al.*, (2020), Estevão (2022).

Para Amorim (2010, p.73) as ilhas de calor são um fenômeno que ocorre nos ambientes urbanos, os quais são bolsões de ar quente formados consequentemente pela capacidade que certos materiais da cidade têm de absorver e refletir a energia solar.

Cabe destacar que o aparecimento das ilhas de calor não está relacionado ao tamanho da cidade, mas sim, ao seu grau de urbanização, ou seja, não estão sendo apenas diagnosticadas em grandes cidades, mas também em cidades de médio e pequeno porte (Amorim, 2010) como é o caso da área de estudo em questão.

Os efeitos mais diretos das ilhas de calor são percebidos pela população por meio de manifestações ligadas ao conforto térmico, no qual há a percepção e sensação das alterações normais de calor e frio no ambiente em que vivem. Tal impacto é mais sentido pelas cidades localizadas na zona intertropical, como é o caso das cidades nordestinas.

Gobo (2017), Silva *et al.*, (2020), destacam que o conforto térmico de um determinado ambiente pode ser definido como a sensação de bem-estar experimentada por uma pessoa como resultado da combinação satisfatória, desse modo o “conforto térmico consiste no conjunto de condições em que mecanismos de autorregulação são mínimos, ou ainda, na zona delimitada por características térmicas em que o maior número de pessoas mostrem que estão se sentindo bem” (Monteiro 2016, p. 4).

Vale salientar que, por menor que seja a cidade, há a possibilidade de perceber mudanças no campo higrotérmico, a depender das características do ambiente construído e do clima em questão, (Silva *et al.*, 2020; Gobo, 2017). Desse modo, as regiões quentes tendem a padecer com o aumento das temperaturas, “uma vez que a temperatura e umidade do ar terão

comportamentos diferenciados de acordo com o clima específico de cada lugar” (Gomes e Amorim, 2003, p. 97).

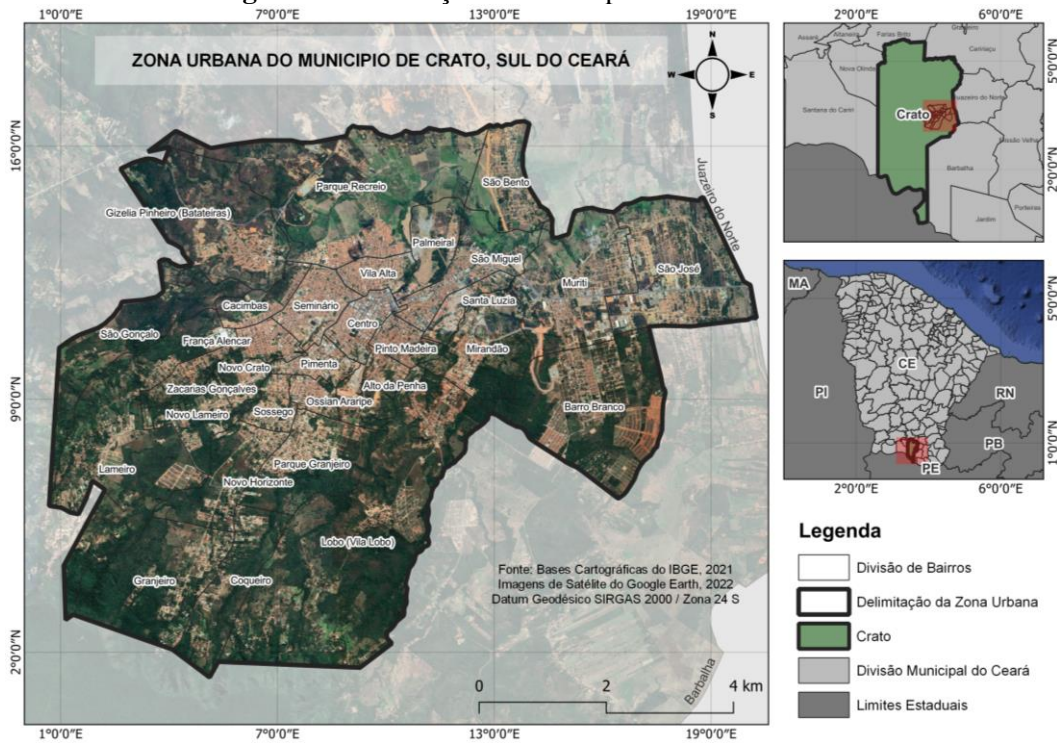
Com exemplo, a região do semiárido brasileiro, que apresenta altas temperaturas no decorrer do ano, passou por um processo de urbanização acelerado, cabendo ressaltar com políticas de planejamento urbano, no entanto, não sendo efetivo, como é o caso do município do Crato. Portanto, cidades em ambientes naturalmente quentes, como o semiárido brasileiro, através da urbanização, podem expor sua população a níveis extremos de desconforto, (SILVA *et al.*, 2020).

O uso de certos materiais de baixo albedo, como concreto e asfalto e a falta de vegetação também implica no agravamento do conforto térmico, tendo favorecido o desconforto térmico em pontos específicos das cidades (LUCENA, 2016).

Dada a vulnerabilidade dessas cidades ao desconforto térmico, se faz necessário ampliar as pesquisas que foquem na investigação das alterações de temperatura e a possível formação de ilhas de calor nessas. Estes estudos são importantes tanto para os planejamentos ambientais e urbanos, como para contribuição teórica e metodológica para o tema em questão.

Desse modo, a presente pesquisa tem por objetivo: Identificar as ilhas de calor em setores distintos do sítio urbano do Crato (Figura 1), localizado na região semiárida do Nordeste Brasileiro – NEB, através de transectos móveis, a fim de se identificar a relação entre a temperatura do ar e o grau de urbanização, assim como investigar o conforto térmico.

Figura 1. Localização do município do Crato – Ceará



Fonte: Bases cartográficas do IBGE e Imagens do Google Earth (2022). Elaborado pelos autores (2022).

METODOLOGIA

Levantamento Bibliográfico

A pesquisa teve como base teórica os trabalhos de autores como Monteiro (1976, 2011), Gomes e Amorim (2003), Amorim (2005), Fialho (2012), Gartland (2015), Amorim (2019), Silva *et al.*, (2020), Lucena *et al.*, (2020), Estevão (2016), Gobo (2017), Lima *et al.*, 2012, dentre outros autores que trabalharam a temática de clima urbano, ilhas de calor e conforto térmico.

Caracterização Geoambiental/Cartografia Básica da Área de Estudo

Para esta etapa foi consultado trabalhos já existentes sobre o município como: Funceme (2006), Brito e Silva (2012), Silva *et al.*, (2020), Luna *et al.*, (2019), Assine (2007), Monteiro e Zanella (2019), dentre outros.

A base cartográfica do municipal foi adquirida no site do órgão [IBGE](http://www.ibge.gov.br), constando os limites municipais, a divisão por setor censitário e o traçado das ruas em formato shape do tipo vetorial. Para a produção dos mapas básicos da área de estudo necessários para a caracterização geocológica, escolha dos pontos de medição do transecto e análise dos resultados utilizou-se o Qgis 3.14. Para a confecção do mapa de hipsometria, utilizou-se para esta fase as imagens do satélite Alos-Palsar com resolução espacial de 12,5 metros obtidas gratuitamente no site <https://www.asf.alaska.edu/sar-data/palsar/>. A espacialização dos dados de temperatura do transecto móvel adotou-se o método do IDW através do plugin interpolador disponível no Qgis. O mapa de uso e ocupação atual foi adquirido através da Plataforma MapBiomias considerando o ano de 2021 ([Mapbiomas Brasil](http://mapbiomas.org.br)), tendo como base Souza, et al (2020).

Mensuração da Temperatura do Ar Transecto Móvel

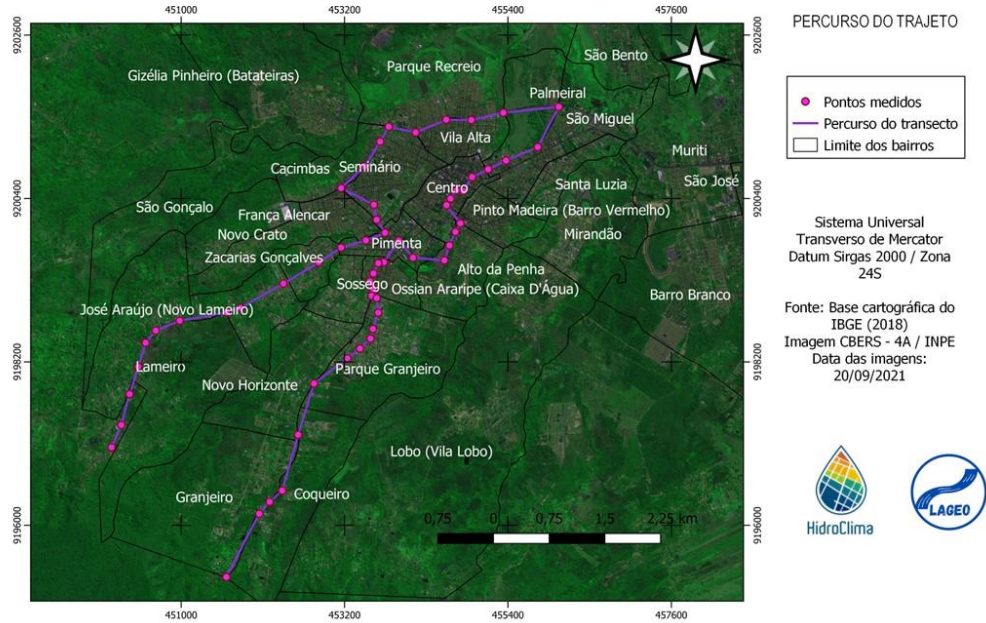
Para o levantamento das temperaturas do ar foi utilizada a metodologia de transectos móveis, já utilizada por outros autores como Amorim (2005), Ugeda Júnior (2012), Santos *et al.*, (2014), Collischonn (2016), Assis *et al.*, (2016), Porangaba *et al.*, (2017), dentre outras.

O transecto móvel é uma técnica usada para a coleta de temperatura e umidade do ar, os quais os aparelhos (termohigrômetros) atravessam a cidade com apoio de medidas móveis como carro (mais comum), motos ou até bicicletas, e com referências de estudos efetivados até mesmo a pé, como aborda TSIN *et al.*, (2018).

Como feito em outros estudos, o transecto foi realizado no período noturno, com auxílio de um carro com velocidade variando entre 20 e 30 Km/h, o tempo gasto não ultrapassou 1 hora. O termohigrômetro utilizado foi o do modelo portátil da marca *Instrutemp* modelo ITHT 2210. O percurso totalizou 57 medições (Figura 2). Os transectos foram realizados no inverno austral (julho, mês com menor temperatura), na primavera (outubro – mês com maiores temperaturas) e verão (dezembro - pré-estação chuvosa da região).

Após a medição móvel os dados foram tabulados em planilhas do *Microsoft Excel*, o que permitiu a obtenção do maior e do menor valor do percurso com fórmulas específicas do aplicativo, para gerar a intensidade da ilha de calor, (Porangaba *et al.*, p. 231, 2017). A espacialização dos dados de temperatura deu-se no software Qgis 3.24 utilizando-se o método Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW).

Figura 2. Localização dos pontos de coleta dos transectos realizados na zona urbana do município do Crato/CE



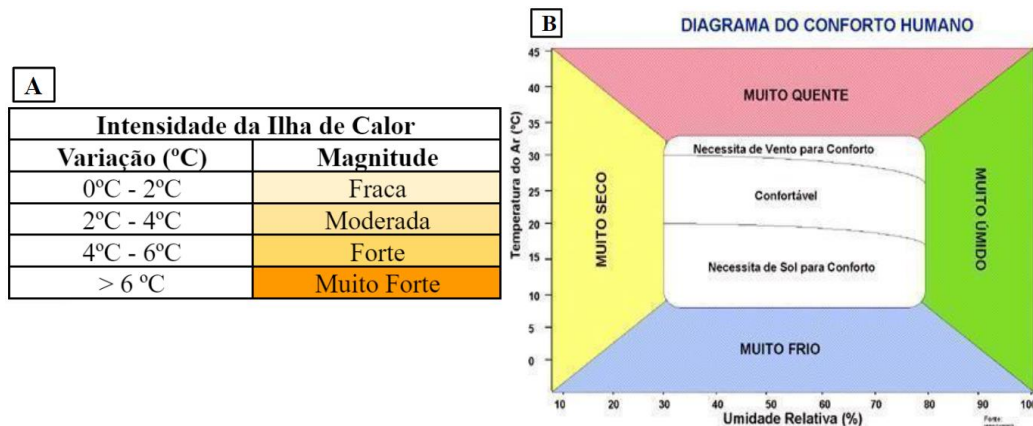
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Intensidade das Ilhas de Calor e Nível de Conforto Térmico

A intensidade da ilha de calor foi obtida a partir da proposta de Garcia (1996) (Figura 3-A), sendo a Ilha de Calor intra-urbana, que segundo Moura (2006), são diferenças da temperatura do ar que ocorrem dentro dos limites territoriais da cidade comparando entre os pontos com temperaturas mais elevadas e com menores. Segundo Amorim (2010), as cidades não são homogêneas e possuem especificidades intraurbanas, seja do ponto de vista dos fatores físicos, e das diferenças existentes nas características do uso e da ocupação.

Analisou-se o conforto térmico de acordo com o Diagrama do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) a qual realiza o cruzamento da temperatura com o valor da umidade relativa do ar (Figura 3-B) verificando-se o índice de conforto humano.

Figura 3. A) Classificação de Intensidade das Ilhas de calor; B) Diagrama do INMET.



Fonte: A) Adaptado de García (1996); B) INMET.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da área de estudo

O município do Crato está localizado na parte sul do Estado do Ceará, com uma área de 1.138,150 km², é um dos 9 que integram a RMC Cariri (Região Metropolitana do Cariri). O Crato juntamente com os municípios de Barbalha e Juazeiro do Norte formam juntos a área de conurbação conhecida como Crajubar, área de intensa circulação de serviços e comércio da RMC. De acordo com o censo de 2010 a cidade possui uma população de 121.428 habitantes, possui 43 bairros, e taxa de urbanização de 83,11%, (Ipece, 2022; Ibge, 2022).

A Cidade do Crato está situada sobre a bacia sedimentar do Araripe, sendo a mais extensa das bacias interiores do Nordeste, e a que possui a história geológica mais complexa. Destaca-se na geomorfologia da Região Nordeste do Brasil pela existência da Chapada do Araripe, uma feição geomorfológica alongada na direção E-W, de topo plano mergulhando suavemente para oeste e limitada por escarpas erosivas e íngremes (Assine, 2007, p. 371).

Localizada em um vale na Chapada do Araripe, a cidade do Crato está inserida na sub-Bacia do Salgado. O município possui um Clima Tropical Quente Subúmido e o Clima Tropical Quente Semiárido Brando, com médias anuais que variam de 24° a 26°C. O índice pluviométrico anual é de 1.091 mm, com o período chuvoso nos meses de janeiro a maio. O principal sistema atmosférico responsável pelas precipitações é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Funceme, 2006; Ipece, 2022; Estevão, 2016; Silva, 2017).

A área de estudo encontra-se em altitude variando de 698 metros a 413 metros. Uma diferença de 285 metros do local de maior altitude do transecto (ponto 57 – Clube Grangeiro) para a menor altitude (Ponto 24 – ponte do rio Granjeiro, bairro Palmeiral).

Transecto Móvel

O primeiro transecto foi realizado no dia 06 de julho de 2022 (Inverno) e condições sinóticas de céu limpo e pouco vento. O percurso iniciou-se no distrito do Belmonte, em frente ao Hotel Pasárgada, que possui uma altitude em torno de 685m. É uma área com baixa ocupação, alguns sítios, com vegetação mais densa. Ao observar todos os pontos coletados (Figura 4) não se verificou altas temperaturas, sendo 25,23°C a maior obtida na coleta, registrando uma amplitude térmica, quando comparado com o ponto de menor temperatura, 21,88°C, (Quadro 1). A ocorrência das baixas temperaturas é justificada pelo fato de o mês de julho ser a estação em que a média da temperatura é a menor em comparação com os outros meses, além de ventos mais intensos e umidade maior.

Quadro 1. Intensidade da Ilha de Calor dos meses de julho, outubro e dezembro de 2022

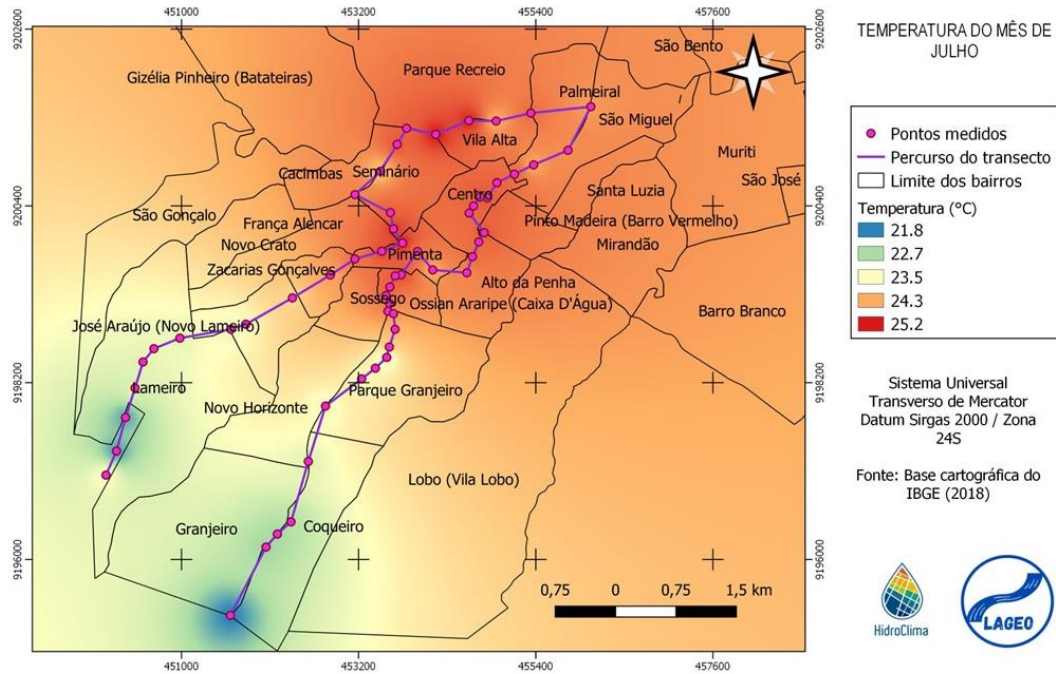
Transecto Móvel	Pontos	Temp. máx.	Umidade %	Pontos	Temp. mín.	Umidade %	Magnitude da IC
Julho	21	25,23 °C	73,29%	57	21,88 °C	83,70%	3,35 °C / Moderada
Outubro	22	32,60 °C	35,51 %	57	27,39 °C	47,62%	5,21 °C / Forte
Dezembro	28	28,62 °C	48,80 %	57	23,72 °C	73,60%	4,9 °C / Forte

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ao analisar os dados de temperatura, percebeu-se que, os pontos que apresentaram maiores valores foram os que estão situados na parte central da cidade, como os bairros Centro, Vila Alta, Seminário, os mesmos apresentam pouca vegetação, ruas asfaltadas e maior número de prédios

residenciais e comerciais. Como esperado, " a cidade gera ilhas de calor com o aumento da temperatura do meio rural e bairros menos densamente construídos em direção aos bairros densamente construídos e ao centro" (Amorim, 2005 p. 73).

Figura 4. Distribuição da temperatura do transecto do mês de julho de 2022 na zona urbana do Crato.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A carta-imagem (Figura 5) ilustra alguns pontos do transecto, o qual representa distinta concentração urbana. Do ponto 1 ao 7, as temperaturas são amenas, pois são locais com baixa ocupação e alta densidade da vegetação. Já quando o transecto se aproxima do ponto 11, os valores de temperatura tendem a aumentar, o que ocorre especialmente na avenida Thomaz Osterne, bairro Vila Alta, entre os pontos 18 a 23, assim como os pontos que percorrem o centro da cidade (especialmente os que abrangem 29 e 32, rua Nelson Alencar e Tristão Gonçalves, respectivamente). A temperatura começa a decair quando se adentra no bairro Parque Granjeiro (pontos 45, 46 e 47), e especialmente quando chega na reta final do transecto (ponto 54 – Triângulo do Granjeiro até o ponto final no Clube Grangeiro, ponto 57).

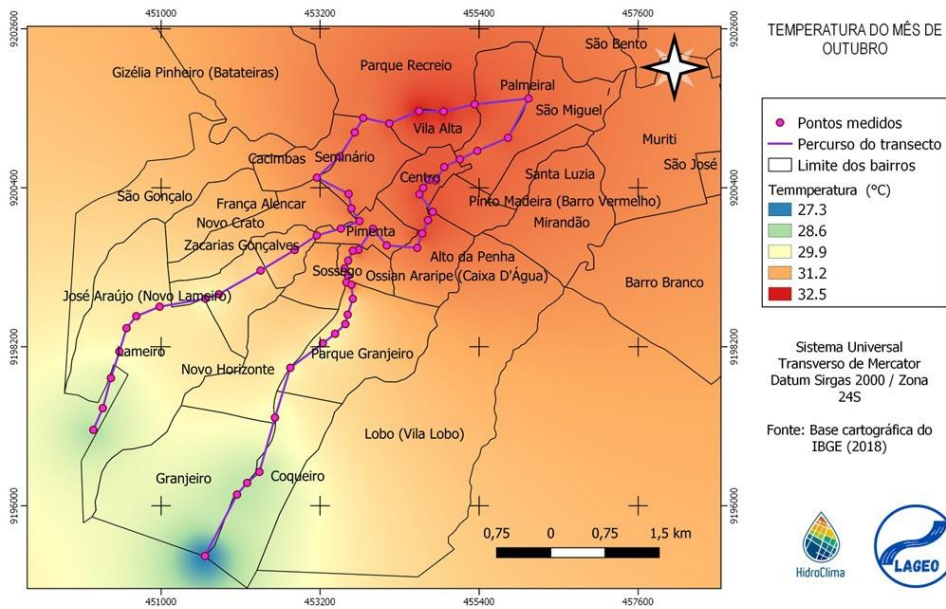
Ao calcular a Ilha de Calor Intraurbana identificou-se uma Ilha de Calor de 3,35°C, a mesma classificada como Intensidade ‘Moderada’ (Quadro 1). O transecto (Figura 6) realizado no dia 13 de outubro de 2022 (Primavera) com condições sinóticas durante o dia permaneceram ensolaradas devido o mês de outubro se caracterizar como quente e seco. Diferente do transecto realizado em julho, houve um aumento da temperatura, tendo como máxima de 32,60°C e mínima de 27,39°C, havendo uma grande amplitude térmica. Ao se analisar os pontos verifica-se a intensidade da ilha de calor classificada como ‘Forte’.

Figura 5. Carta-imagem com alguns pontos coletados no transecto e a ocupação urbana



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 6 - Distribuição da temperatura no transecto do mês de outubro de 2022 na zona urbana do Crato.



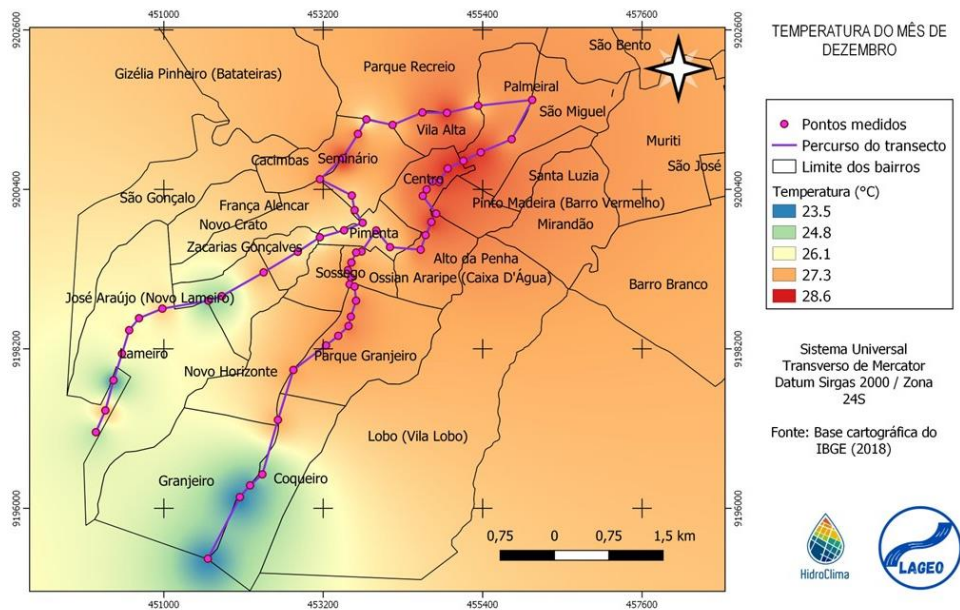
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

No período seco as altas temperaturas do período da tarde, em todos os pontos, acaba por homogeneizar a temperatura, a diferença vai ocorrer após o pôr-do-sol quando as áreas

urbanizadas com maior massa edificada continuam a reter calor e a liberar lentamente, e as áreas menos ocupadas o calor é liberado mais rápido (SILVA, 2021).

O terceiro e último transecto (Figura 7) foi realizado em 21 de dezembro de 2022. O mês de dezembro se configura como pré-quadra chuvosa para o município do Crato, e o dia permaneceu ensolarado. As condições sinóticas dos cinco dias antes do transecto, revelam que ocorreram chuvas, deixando o solo mais úmido e a cobertura vegetal mais densa. O mês de novembro também registrou chuva, (157mm), o que favoreceu um rigor maior na vegetação, solos mais úmidos, o que pode ter influenciando um tempo mais úmido no transecto.

Figura 7. Distribuição da temperatura no transecto do mês de dezembro de 2022 na zona urbana do Crato.



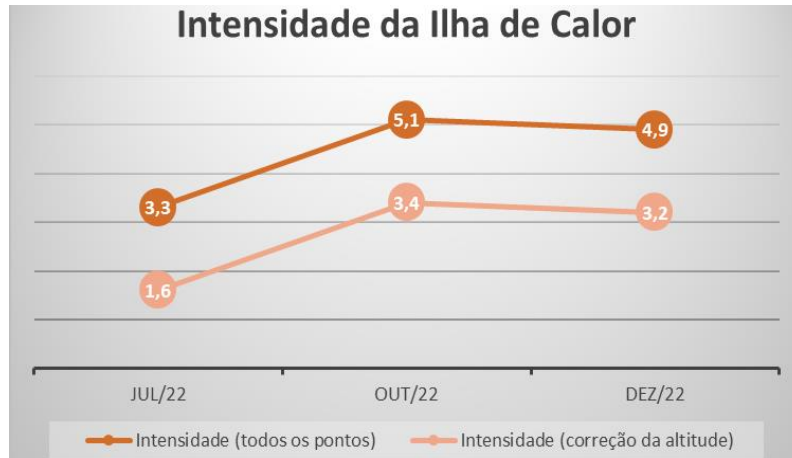
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A umidade neste período apresentou-se com aumento entre os valores de 60% a 70% em locais com maior cobertura vegetal e 45% a 50% nos pontos com menor cobertura vegetal, diferentemente do mês de outubro em que a umidade oscilou em 30% em áreas com ocupação mais densa. Sendo a máxima 28,62 °C e a mínima de 23,72 °C. Desse modo ao considerar os pontos identificou-se a intensidade das ilhas de ‘Forte’.

A partir do gráfico (Figura 8) é possível verificar as diferenças de intensidades em cada mês analisado. No mês de julho, período com menor temperatura, a intensidade da ilha de calor ficou de 3,3° C, portanto, ‘Moderada’ intensidade, se comparada aos outros meses. Nos meses de outubro e dezembro, a intensidade da ilha de calor é ‘Forte’ com 5,1°C e 4,9°C respectivamente. Desta forma, as intensidades das ilhas aumentaram para ‘Forte’ Intensidade indicando que na área, dependendo mês de realização do transecto, essa intensidade pode sofrer alterações.

Vale lembrar que esses dados apresentados consideraram todos os pontos. Como a área possui grandes variações de altitude, o qual podem subestimar os dados, realizou-se a correção da altitude, como observa-se no gráfico (Figura 8).

Figura 8. Intensidade da Ilha de Calor - Julho, outubro e dezembro de 2022.



Fonte: Autores, 2023.

Os pontos que possuíam altitude semelhantes e uso e ocupação homogêneo, sem variação nas construções e baixa cobertura vegetal, a intensidade foi classificada como ‘Fraca’, demonstrando que diferentes densidades nas ocupações poderão alterar os valores de temperatura.

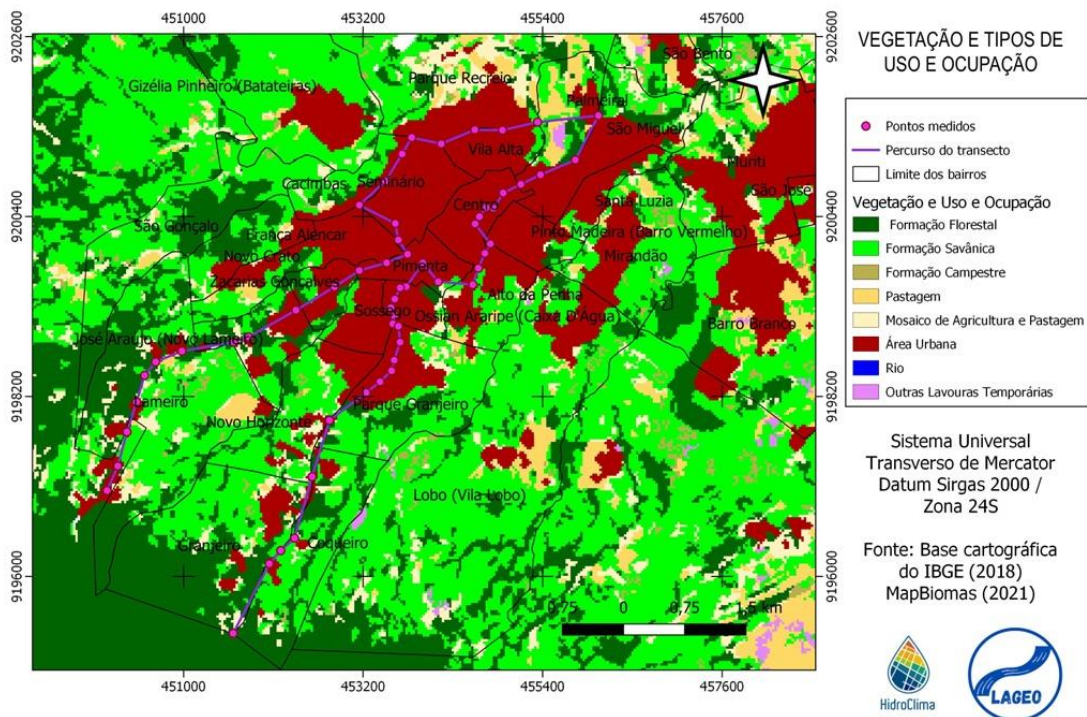
Desta forma, considerando a correção da altitude no mês de julho, a intensidade foi de 1,6°C, portanto, 'fraca' intensidade. Durante o período seco de outubro, a intensidade foi ‘Moderada’ com 3,4° C, e a intensidade do mês de dezembro também foi ‘Moderada’ com 3,2°C. Logo, a intensidade que mais predominou foi a ‘Moderada’, se adequando à realidade da área de estudo considerando os trabalhos de Silva, *et al.*, (2020), Luna *et al.*, (2018).

Diante dessa variação faz-se necessário realizar transectos considerando os outros meses representativos da área, como em setembro e novembro, para se comparar se a situação se repete, bem como na quadra-chuvosa (fevereiro a maio) para verificar se ocorrem alterações significativas. As áreas mais quentes se localizavam onde a urbanização é maior e cobertura vegetal pequena, por isso a elaboração de um mapa de uso e ocupação é importante para a interpretação dos dados de temperatura e umidade como demonstra a Figura 9.

A partir do mapa, percebe-se que a ‘Formação Florestal’ representa um tipo de vegetação que predominantemente ocupa a encosta da Chapada (Mata Úmida). A ocorrência dessa vegetação é propiciada pela ressurgência das fontes que brotam da escarpa favorecendo a umidade. No topo da Chapada do Araripe o uso do solo é bem menor, a não ser estradas que dão acesso a outros municípios como Nova Olinda e Santana do Cariri, no Ceará, e Exu em Pernambuco e algumas comunidades rurais (SILVA, 2016). Essa formação aparece em outros setores da área, onde a vegetação encontra-se bem conservada, com porte arbóreo e densidade alta como nas matas ciliares e na área do Sítio Fundão.

A ‘Formação Savânica’ refere-se a formações vegetais com estrato arbustivo, densidade média ou baixa e com cobertura de gramíneas. Na área de estudo encontram-se espécies tanto da Caatinga como da Mata Seca. A ‘Formação Campestre’ aparece timidamente como sendo pequenas áreas com gramíneas, categoria mapeada para as áreas que não apresentavam vegetação ou nenhum tipo de ocupação. As áreas de ‘Pastagens’ representam também alguns locais com solo exposto. Esse solo exposto pode ser também, agricultura sazonal, ou áreas sem nenhum uso específico identificado. Esta classe se distribui de uma forma abrangente, perto dos núcleos urbanos, corpos d’água, na encosta e nos pedimentos dissecados. O mosaico de agricultura e pastagem referem-se a áreas em que ocorre uma mistura dessas duas atividades.

Figura 9. Vegetação e tipos de uso e ocupação do município do Crato 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Souza, et al (2020).

A ‘Ocupação urbana’ inclui de todos os tipos, sejam eles: residencial, comercial, serviços, industrial e áreas de lazer. O bairro Centro é o que possui uma maior densidade de ocupação, portanto, os valores de temperaturas foram mais elevados. Nota-se também uma ocupação no limite do município do Crato com Juazeiro do Norte ao longo da Avenida Padre Cícero. Os bairros Barro Branco e Muriti apresentam ainda solo exposto com terrenos loteados que foram para a construção do Programa Minha Casa Minha Vida. Ou seja, "a tendência na maioria das cidades em todo mundo é de aumentar o crescimento urbano e diminuir a cobertura arbórea e vegetação". (GARTLAND, 2015, p.56).

Conforto Térmico na Zona Urbana de Crato nos meses de julho, outubro e dezembro de 2022

No mês de julho foram encontrados dois tipos de conforto térmico: ‘Confortável’ e ‘Muito Úmido’. O ‘Confortável’ presente em 51 pontos, e o ‘Muito Úmido’ apareceu em 6 pontos sendo eles o 3, 5 e do 54 ao 57, esses pontos são especificamente as áreas mais elevadas, maior presença de vegetação da cidade, e menor ocupação.

Percebe-se que durante o mês de julho não houve um grande desconforto térmico quanto ao calor, mantendo-se ‘Confortável’ em quase todos os pontos, tais características se dão em decorrência do mês de julho ser o mês com temperaturas mais amenas do ano. Diferente do mês de julho, o mês de outubro obteve o índice de ‘Confortável’ e ‘Necessita de vento para conforto’. Os 8 pontos caracterizados como ‘Confortável’ sendo eles do 1 ao 3, e do 53 ao 57, áreas com maior cobertura vegetal e altitude, assim como no mês de julho, os demais 49 pontos sendo classificados como ‘Necessita de vento para conforto’.

Observa-se que um maior desconforto térmico ocorreu na maioria dos pontos, razão pelo qual o mês de Outubro é o mais quente para a região, assim como os pontos em que apresentam o

‘Necessita de vento para conforto’ estão localizados nas áreas mais centrais e ocupada da cidade, e com a baixa cobertura vegetal, Lucena (2016, p.89) aponta, que“ a falta de adequação arquitetônica, a precária arborização urbana e a realização de podas drásticas em árvores na cidade, só tendem a agravar o desconforto térmico em cidades.”

Distinta das medições anteriores, a realizada no mês de dezembro, no início do verão, apresentou um único tipo de conforto térmico de acordo com diagrama do INMET, o ‘Confortável’ para todos os 57 pontos coletados. O mês de dezembro é caracterizado como o mês de pré-quadra chuvosa, logo as temperaturas oscilam de acordo com a característica do tempo que muda caso chova ou não. A umidade em dezembro também estava mais alta devido às chuvas do fim do mês de novembro e início de dezembro, bem como a cobertura vegetal ficou mais densa. Sendo início do verão, talvez em janeiro os dados possam variar, como sugestão pode-se realizar transecto em janeiro e assim verificar se a situação permanece a mesma.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do levantamento de dados de temperatura e umidade para cidade do Crato, percebeu-se que, mesmo por ser uma cidade média, localizada no semiárido brasileiro, com características distintas relacionada ao relevo da Chapada do Araripe, a cobertura vegetal e uso e ocupação, esta apresentou uma grande variedade quanto aos resultados de temperatura e umidade.

A partir da análise dos dados percebeu-se que as Ilhas de Calor têm bastante influência da urbanização como o concreto e asfalto, que acumulam bastante calor e demoram a liberar, bem como, da falta de cobertura vegetal, o que implica em Ilhas de Calor de intensidade variadas. Nas áreas de ocupação mais densa, devido à impermeabilidade do asfalto e a falta de uma cobertura vegetal maior, as temperaturas permaneceram mais altas do que os demais pontos. A intensidade ‘Moderada’ apareceu tanto no mês de outubro (seco), como em dezembro (pré-quadra chuvosa), e a intensidade ‘Fraca’ no mês de julho (menor temperatura).

Conclui-se também que o conforto térmico variou em relação aos meses mensurados, sendo julho o mês mais ‘Confortável’, além do ‘Muito Úmido’, seguido pelo mês de dezembro com índice ‘Confortável’, ambos em épocas em que as temperaturas são mais amenas em decorrência do inverno e da quadra chuvosa, respectivamente. Em contraposição ao mês de outubro, seco e quente, o qual apresentou nas áreas mais ocupadas as temperaturas maiores e com o índice de conforto térmico ‘Necessita de Vento Para Conforto’.

Sendo a peça chave para a redução ou mitigação de tais transtornos, principalmente nas regiões semiáridas, as quais são naturalmente quentes, deve-se ter um planejamento urbano adequado, a exemplo da não retirada da vegetação nativa, ou a arborização de áreas dentro do meio urbano, bem como a não impermeabilização da superfície do solo ou a substituição por materiais de baixo albedo.

AGRADECIMENTOS

O trabalho faz parte do projeto de pesquisa “Le Semi-aride du Nordeste brésilien à l’Anthropocène – SANA / JEAI” financiado pelo IRD – *INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT* através do *Programme Jeunes equipes Associees* a IRD e FUNCAP (número do processo: IRD-0195-00006.01.00/22 SPU Nº: 07219440/2022) e com participação conjunta de pesquisadores do IRD, URCA e UNEAL.

REFERÊNCIAS

- ACERO, J. A. et al., Urban heat island in a coastal urban area in northern Spain. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 113, n. 1-2, p. 137–154, 10 out. 2013.
- AMORIM M.C.C.T., DUBREUIL V., QUENOL H., SANT'ANNA NETO J. L.; Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). *Confins* [Online], 7-2009, 16p., <http://confins.revues.org/index6070.html>.
- AMORIM, M. C. C.T. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP. *Geosul*, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.
- AMORIM, M. C. de C. T. ILHAS DE CALOR URBANAS: MÉTODOS E TÉCNICAS DE ANÁLISE. *Revista Brasileira de Climatologia*, [S. l.], v. 25, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v0i0.65136. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14136>. Acesso em: 06 jun. 2022.
- AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; CARDOSO, R. S. Modelagem espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente-SP, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 16, p. 29-45, 2015.
- ASSINE, M. L. Bacia do Araripe. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, v. 15, n. 2, p. 371-389, 2007.
- COLLISCHONN, E. Adentrando a cidade de Pelotas/RS para tomar-lhe a temperatura. *Revista do Departamento de Geografia USP*, v. Especial, p. 9-23, 2016.
- ESTEVÃO, G.S. Sensoriamento remoto como contribuição ao estudo das ilhas de calor em Juazeiro do Norte. 2016. 157f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de ciências, Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, 2016.
- FIALHO, E. S. Estudos climáticos em sítios urbanos e rurais. In: FIALHO, E.S.; SILVA, C. A. (Org.). *Concepções e Ensaio da Climatologia Geográfica*. Dourados: UFGD, 2012, v. 1, pp. 83-114.
- FIALHO, E. S. (2012). Ilha de Calor: Reflexões acerca de um conceito (Heat island: reflections on a concept). *Acta Geográfica*, 61-76
- FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. *Zoneamento geoambiental do estado do Ceará: Parte II: Mesorregião do sul cearense*. Fortaleza, 2006.
- GARCÍA, M.C.M. Estudio del clima urbano de Barcelona: la “isla de calor”. Tese de Doutorado, Universidad de Barcelona, Barcelona, 1993
- GARTLAND, L. *Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas*. São Paulo: Oficina de textos, 2015.
- GOBO, J. P. A.. *Bioclimatologia subtropical e modelização do conforto humano: da escala local à regional*. 2017. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, University of São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/T.8.2018.tde-23022018-094537. Acesso em: 2023-01-01.
- GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). *Rev. Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 7, n. 10, p. 94 - 106 , set. 2003.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Crato, panorama. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/crato/panorama>. Acesso em: 06/07/2022.
- IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *PERFIL MUNICIPAL 2017 CRATO*. Acesso em: 12/07/2022.
- IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2022), *Perfil Básico Municipal do Crato*. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml>. Acesso em: 06/07/2022.
- LIMA, F. J. *Evolução Geomorfológica e Reconstrução Paleoambiental do Setor Subúmido do Planalto Sedimentar do Araripe: um estudo a partir dos depósitos colúviais localizados nos municípios de Crato e Barbalha – Ceará*. 2015, 192 f. Tese (doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Pernambuco - UFPE, Recife, 2015.

LUCENA, R. L. Análise climatológica do município de Caicó/RN: subsídios à avaliação do conforto humano. (TESE) Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016. 152 p

LUCENA, R. L.; CABRAL JÚNIOR, J. B.; STEINKE, E. T. Índices de (des) conforto humano em um município de clima semiárido. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 07, p. 3287-3303, 2020.

LUNA, V. F.; GOMES, J. F.; DA SILVA, C. C. J.; SILVA, J. M. O. Ilhas de Calor na Zona Urbana do Crato-Ceará na Perspectiva do S.C.U (Sistema Clima Urbano) Sob o Nível Termodinâmico. *Revista GeoUECE*, v. 8, p. 371-387, 2019.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano. Série Teses e Monografias, nº25. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, p.181,1976.

MOURA, M.O. O clima urbano de Fortaleza sob o nível do campo térmico. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: Programa de Pós- Graduação em Geografia/UFC, 2008. 318p.

MONTEIRO, A. O. Arborização e Conforto Térmico no Espaço Urbano: Estudo de Caso em Praças Públicas em Pombal-PB. 2016. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2016.

MUNIZ, F. G. L.; CARACRISTI, I. As transformações Urbanas e a Sazonalidade: Produtores do Conforto Térmico do Centro de Sobral. *Geografia, Ensino e Pesquisa*, v. 22, p.1-12. 2018

OKE, T. R. *Boundary Layer Climates*. London: Methuem & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978. 372p.

PORANGABA, G. F. O. ; TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T. Procedimentos metodológicos para análise das ilhas de calor em cidades de pequeno e médio porte. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 21, p. 225-247, 2017.

Souza et al. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine - *Remote Sensing*, Volume 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735. 2020

SILVA, G.I., SOUZA, S.F.F., CABRAL JÚNIOR, J. B., LUCENA R.L. Influência da arborização na modificação microclimática em cidades de pequeno porte do Semiárido brasileiro: o estudo de caso de Caicó. *Rev. Geogr. Acadêmica*. v.14, n.1. p. 94-105, 2020. Disponível: <https://revista.ufr.br/rga/article/view/6191>

SILVA, J.M.O.; MOURA, M. O.; LUNA, V. F. Ilhas de calor urbano em cidade do semiárido nordestino. *GEOTEXTOS (ONLINE)*, v. 16, p. 107-129, 2020.

SILVA, J.M.O. Utilização de anos-padrão no estudo da variabilidade pluviométrica no município do Crato/Ceará. In: PEREZ-FILHO, A; AMORIM, R.R. (orgs). *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*. Campinas: Instituto de Geociências, UNICAMP, 2017. DOI - 10.20396/sbgfa.v1i2017.2606 - ISBN 978-85-85369-16-3. Páginas 20-60-2072.

SILVA, J. M. O. ; MATOS, F. B. ; FREITAS, T. M. TRANSECTO MÓVEL PARA ESTUDO DO CLIMA URBANO NA CIDADE DO CRATO, CEARÁ. In: MOURA, M. O.; LUCENA, D. B.; CUNICO, C.; MOURA, . M. da. S.. (Org.). *Climatologia geográfica: do local ao regional e dimensões socioambientais*. 1 ed. João Pessoa- PB: Editora UFPB, 2020, v. 1, p. 83-104.

SILVA, J.M.O. Relatório de Pesquisa BPI – 2018-2020. Fundação Cearense de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 2021. (disponível internamente).

TSIN, P.K. et al., Microscale mobile monitoring of urban air temperature. *Urban Climate*, v. 18, p. 58-72, 2016.

ZANELLA, M. E. ; MOURA, M. O. Os estudos de clima urbano no Nordeste do Brasil. In: Charlei Aparecido da Silva; Edson Soares Fialho. (Org.). *Concepções e ensaios da climatologia geográfica*. Dourados: UFGD. p. 39-60, 2012.