



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM GEOGRAFIA - PROPGEO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DO CEARÁ - UECE**

Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -  
Campus do Itaperi, Fortaleza/CE

**ILHAS DE CALOR NA ZONA  
URBANA DO CRATO-CEARÁ  
NA PERSPECTIVA DO S.C.U  
(SISTEMA CLIMA URBANO)  
SOB O NÍVEL  
TERMODINÂMICO**

**Vinicius Ferreira Luna**

**Joyce Ferreira Gomes**

**Cícera Celiane Januária da  
Silva**

**Juliana Maria Oliveira Silva**

Citação: LUNA, V. F.; GOMES,  
J. F.; 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 (Online)**, v. 08, n.  
14, p. 371-387, jan./jun. 2019.  
ISSN 2317-028X.



**ILHAS DE CALOR NA ZONA URBANA DO CRATO-CEARÁ NA PERSPECTIVA DO S.C.U (SISTEMA CLIMA URBANO) SOB O NÍVEL TERMODINÂMICO**

**HEAT ISLANDS IN THE CRATO-CEARÁ URBAN AREA IN THE PERSPECTIVE OF THE S.C.U (URBAN CLIMATE SYSTEM) UNDER THE THERMODYNAMIC LEVEL**

**ISLAS DE CALOR EN LA ZONA URBANA DEL CRATO-CEARÁ EN LA PERSPECTIVA DEL S.C.U (SISTEMA CLIMA URBANO) BAJO EL NIVEL TERMODINÂMICO**

**Vinicius Ferreira LUNA <sup>1</sup>**

**Joyce Ferreira GOMES <sup>2</sup>**

**Cícera Celiane Januária da SILVA <sup>3</sup>**

**Juliana Maria Oliveira SILVA <sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Graduando em Geografia, Bolsista de Iniciação Científica da Universidade Regional do Cariri – URCA, e-mail: [viniciusluna13@gmail.com](mailto:viniciusluna13@gmail.com)

<sup>2</sup> Graduanda em Geografia, Bolsista de Iniciação Científica da Universidade Regional do Cariri – URCA, e-mail: [joycegeo.gomes@gmail.com](mailto:joycegeo.gomes@gmail.com)

<sup>3</sup> Graduanda em Geografia, Bolsista de Iniciação Científica da Universidade Regional do Cariri – URCA, e-mail: [celianejanuario@gmsil.com](mailto:celianejanuario@gmsil.com)

<sup>4</sup> Orientadora, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. do Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri – URCA, e-mail: [juliana.maria@urca.br](mailto:juliana.maria@urca.br)

**RESUMO**

O Sistema Clima Urbano (S.C.U) proposto por Monteiro (1976) é dividido em três subsistemas: Físico-Químico, o Termodinâmico e o Hidrometeorológico. O trabalho tem como enfoque o Subsistema Termodinâmico, em que avaliar-se a formação de ilhas de calor na zona urbana do município do Crato-Ceará. Através dessa pesquisa foi possível identificar os pontos de maiores valores de temperaturas que proporcionam significativas alterações microclimáticas. A metodologia se baseou em levantamentos bibliográficos a respeito do Sistema de Clima Urbano e Ilhas de Calor, caracterização ambiental (geologia-geomorfologia, clima, solos, recursos hídricos e vegetação), levantamento das condições de temperaturas do ar em áreas específicas utilizando termohigrômetros digitais em pontos específicos em três horários distintos: 9h, 15h e 21h. Após o campo os dados foram tabulados e interpretados em tabelas e gráficos. Foram identificados que as maiores temperaturas se dão entre as 9h e 15h nos bairros mais urbanizados e com a presença de pouca vegetação e as menores temperaturas nos bairros mais próximos da escarpa da chapada do Araripe com maior altitude e vegetação mais densa, assim como a umidade. Com estudos relacionados ao clima urbano podemos identificar fatores que contribuem diretamente na alteração de microclimas locais, e perceber a importância de compreensão desses fenômenos.

**Palavras-chave:** Ilhas de Calor; Clima Urbano; Conforto Térmico.



## ABSTRACT

The Urban Climate System (S.C.U) proposed by Monteiro (1976) is divided into three subsystems: Physical-Chemical, Thermodynamic and Hydrometeorologic. The work focuses on the Thermodynamic Subsystem, which evaluates the formation of heat islands in the urban area of Crato-Ceará. Through this research it was possible to identify the points of higher temperature values that provide significant microclimate changes. The methodology was based on bibliographic surveys about the Urban Climate and Heat Islands System, environmental characterization (geology-geomorphology, climate, soils, water resources and vegetation), survey of air temperature conditions in specific areas using digital thermohygrometers in specific points at three different times: 9am, 3pm and 9pm. After the field data were tabulated and interpreted in tables and graphs. It was identified that the highest temperatures occur between 9h and 15h in the most urbanized neighborhoods and with the presence of little vegetation and the lowest temperatures in the neighborhoods closest to the Chapada do Araripe escarpment with higher altitude and denser vegetation, as well as the humidity. With studies related to the urban climate we can identify factors that contribute directly to the alteration of local microclimates and realize the important understanding of these phenomena.

**Keywords:** Heat islands; Urban Climate; Thermal comfort.

## RESUMEN

El Sistema Climático Urbano (S.C.U) propuesto por Monteiro (1976) se divide en tres subsistemas: físico-químico, termodinámico e hidrometeorológico. El trabajo se centra en el subsistema termodinámico, que evalúa la formación de islas de calor en el área urbana de Crato-Ceará. A través de esta investigación, fue posible identificar los puntos de valores de temperatura más altos que proporcionan cambios significativos en el microclima. La metodología se basó en encuestas bibliográficas sobre el clima urbano y el sistema de islas de calor, caracterización ambiental (geología-geomorfología, clima, suelos, recursos hídricos y vegetación), encuesta de las condiciones de temperatura del aire en áreas específicas utilizando termohigrómetros digitales en puntos específicos en tres horarios diferentes: 9am, 3pm y 9pm. Después, los datos de campo se tabularon e interpretaron en tablas y gráficos. Se identificó que las temperaturas más altas se producen entre las 9h y las 15h en los barrios más urbanizados y con la presencia de poca vegetación y las temperaturas más bajas en los barrios más cercanos a la escarpa de Chapada do Araripe con mayor altitud y vegetación más densa, así como la humedad. Con estudios relacionados con el clima urbano podemos identificar factores que contribuyen directamente a la alteración de los microclimas locales, y darnos cuenta de la comprensión importante de estos fenómenos.

**Palabras clave:** Islas de calor; Clima urbano; Confort térmico.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente artigo pautou-se nas concepções de Monteiro (1976), que, ao elaborar uma proposta de estudo sobre os climas da cidade para a disciplina de Climatologia Urbana do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade de São Paulo e da publicação de sua Tese de Livre Docência (Teoria e Clima Urbano), introduziu o conceito do “Sistema Clima Urbano



(S.C.U)” como um novo paradigma, influenciando as novas pesquisas na área da climatologia brasileira.

O Sistema Clima Urbano (S.C.U) é dividido em três subsistemas: Físico-Químico, o Termodinâmico e o Hidrometeorológico. O trabalho tem como enfoque o Subsistema Termodinâmico, em que se pretende avaliar a formação de ilhas de calor na zona urbana do município do Crato-Ceará, devido às alterações de temperatura proporcionada pelos diferentes tipos de uso e ocupação associado aos elementos naturais que compõem a área de estudo.

O município do Crato localizado no Sul do estado do Ceará, o qual é o recorte espacial desta pesquisa, possui formas de relevo predominante a Chapada do Araripe, pediplanos e as planícies fluviais dos rios. O clima da cidade tem grande influência da Chapada do Araripe, por estar localizada a barlavento apresentando características climáticas mais favoráveis se comparado de outras cidades nordestinas, nos últimos anos a cidade cresceu sem que houvesse planejamento adequado causando alterações nos ambientes naturais.

Um dos grandes problemas das cidades hoje é a modificação dos ambientes naturais, os efeitos que surgem a partir das transformações no meio ambiente pelo homem, vêm causando consequências negativas, afetando diretamente a população local causando-lhes sensação de desconforto de diversas formas (SANTOS, 2011).

Foi visto então a necessidade de entender e identificar os pontos de maiores valores de temperaturas que interfere no microclima da cidade, podendo propor medidas e subsidiar projetos para contribuir para o planejamento ambiental como também em pesquisas voltadas para questões climáticas do município.

## **2. MATERIAL E MÉTODO**

### **2.1. Sistema Clima Urbano (S.C.U) e o enfoque Termodinâmico**

A climatologia constitui uma ciência de importância para a compreensão dos fenômenos atmosféricos que influenciam na superfície terrestre, além de juntamente com a geologia e a geomorfologia, auxiliam na interpretação das diversas paisagens que foram elaboradas ao longo do tempo geológico.



A climatologia geográfica brasileira passou por diversas transformações ao longo de sua história para se tornar uma ciência com objetivos e técnicas próprias. Na literatura é possível identificar uma diversidade de conceitos no que diz respeito ao objeto de estudo da climatologia, ou seja, o clima.

A preocupação com a queda da qualidade ambiental das grandes cidades brasileiras, fato que se tornou mais evidente a partir da década de 1960, foi o principal fator a impulsionar o surgimento dos estudos relacionados ao clima urbano no Brasil como afirma Mendonça (2011). De acordo com Garcia (1993) à cidade constitui a forma mais radical de transformação da paisagem natural, pois seu impacto não se limita apenas na mudança da morfologia do terreno, mas também nas condições climáticas e ambientais.

Segundo Zanella e Moura (2012), ao elaborar um programa de pesquisa para o estado de São Paulo na década de 1970, o professor Monteiro diversifica a verificação dos fatos climáticos com outros fatores importantes do complexo geográfico e projeta o Ritmo Climático para a compreensão dos problemas urbanos como um eixo do programa.

O Sistema Clima Urbano (S.C.U) é composto por critérios de escolha, 10 enunciados básicos, questões de consistências e os canais de percepção. (MONTEIRO, 2011).

Para o desenvolvimento e aplicabilidade do S.C.U, o autor sugeriu a adoção de três subsistemas: o termodinâmico, o físico-químico e o hidrometeorológico. Esta organização baseou-se nos canais de percepção humana, pois segundo o proponente, os seres humanos devem constituir o referencial dos problemas e valores dos fatos geográficos. Os três canais de percepção humana são organizados a partir de três subsistemas: Termodinâmico (conforto térmico), Físico-Químico (qualidade do ar) e Hidrometeorológico (impacto hidrometeorológico).

A pesquisa é desenvolvida e baseada no canal de percepção termodinâmico onde se destacou a ilhas de calor. O fenômeno de ilhas de calor é um problema ambiental grave, conseqüente de um planejamento urbano deficiente, ou até mesmo da falta dele. Os impactos negativos afetam muitas pessoas de várias maneiras, causando não apenas desconforto térmico, devido às temperaturas elevadas, mas também atinge diretamente a saúde das pessoas, prejudicando a qualidade de vida dos habitantes (MONTEIRO, 1976).



De acordo com Amorim et al (2009), a ilha de calor urbana (ICU) é a manifestação do aumento das temperaturas causado por características físicas (alta densidade de construções, concentração de materiais construtivos de grande potencial energético de emissividade e reflectância) e as atividades urbanas. Para Gartland (2010) as ilhas de calor são formadas em áreas urbanas e suburbanas, por que muitos materiais de construção comuns absorvem e retêm mais calor proveniente do sol, do que superfícies naturais em áreas rurais menos urbanizadas.

As características geológicas e urbanas produzidas no processo de expansão territorial urbana modificam os elementos do clima, dando respostas próprias do clima urbano, por meio da geração das ilhas de calor e das ilhas secas, do desconforto térmico, das inversões térmicas, das inundações e alagamentos, da chuva ácida, da poluição do ar, dentre outros (AMORIM, 2015).

## 2.2. Material

O trabalho se apoia em leituras sobre “Clima Urbano” com base nos autores Monteiro (1976, 2011), Mendonça (1995, 2011), Lombardo (1995), Zanella e Moura (2012), Moura (2008), Gartland (2010), Fialho (2012), Amorim (2012) dentre outros autores que trabalharam esta temática em dissertações, teses, livros e artigos.

Para se estudar o ambiente quanto às diferenças térmicas foi essencial uma caracterização ambiental (geologia-geomorfologia, clima, solos, recursos hídricos e vegetação) da área e estudo, pois os elementos naturais fornecem dados que auxiliam na interpretação dos resultados quanto à geração dos climas urbanos, foram elaborados alguns mapas que permitiu uma análise mais detalhada da área de estudo. Os mapas produzidos dizem respeito à altitude, declividade. As imagens para a produção dos mapas foram retiradas do Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil (TOPODATA), onde utilizou-se às folhas base “0754055N” e “075S405ZN”, bem como foi adotado as classes de declividade da Embrapa para classificar a variação da altitude no município.

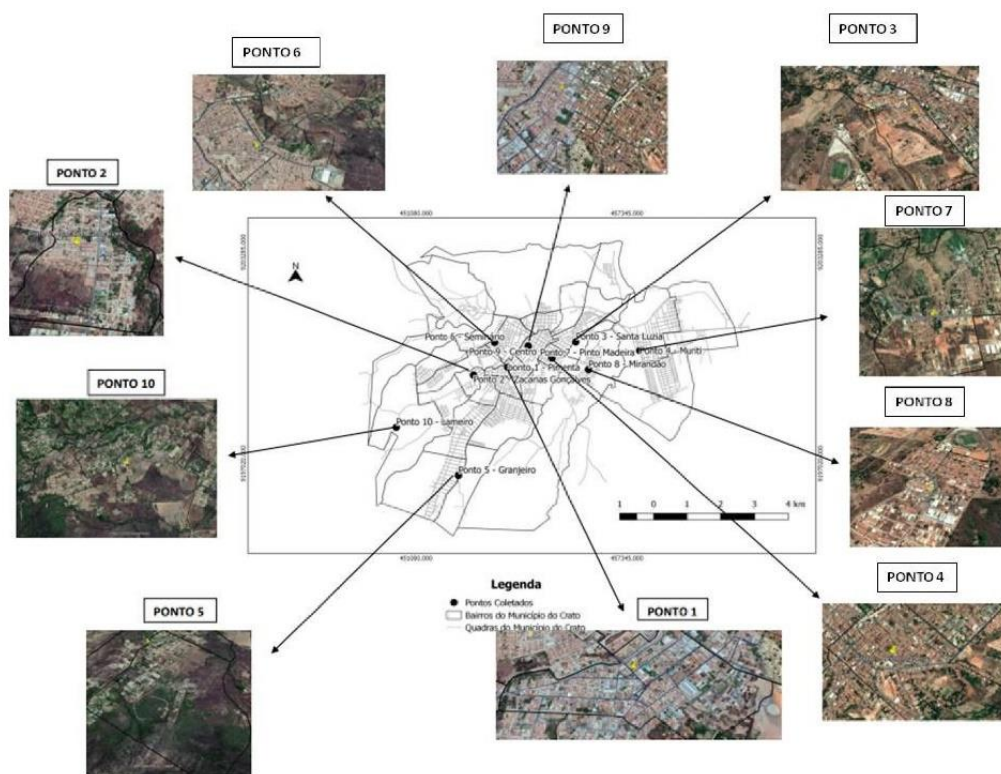
Segundo Mendonça (1993), as cidades de porte médio e pequeno possuem características geográficas bastante diferenciadas daquelas de grande porte e metropolitanas e apresentam, portanto, consideráveis facilidades para a identificação de suas paisagens intraurbana. Para esta etapa se consultou



trabalhos já existentes sobre o município como: Magalhães (2006), Ribeiro (2004), Funceme (2006), Menezes (1985), Brito e Silva (2012).

O levantamento das condições de temperaturas do ar em áreas específicas se deu a partir da instalação de pontos fixos de observação utilizando-se 10 termohigrômetros digitais (disponíveis no Laboratório de Análise Geoambiental da URCA da marca Instruherm HT-500). Os locais foram escolhidos a partir da ocupação do solo, estrutura urbana e condições geológicas diferenciadas.

**Figura 1:** Carta Imagem dos pontos distribuídos na cidade do Crato/CE.



Fonte: LUNA, V. F.

1 – Bairro Pimenta: localiza-se em uma parte central do município do Crato, contém alguns comércios, serviços e muitas instituições de ensino, a população está em torno de 1.914 pessoas (IBGE, 2010), baixo índice de vegetação com altitude por volta de 450 metros.

2 – Bairro Zacarias Gonçalves: está localizado entre os bairros Lameiro e Pimenta, sendo uma área residencial com alguns comércios, população em torno de 1.504 pessoas (IBGE, 2010), presença de vegetação moderada



localizada no pedimento da chapada da Chapada do Araripe com altitude entorno de 491 metros.

3 – Bairro Santa Luzia: localiza-se ao lado da Avenida Perimetral, via de entrada e saída do município, com área residencial, alguns pontos comerciais e também de loteamentos, apresentando também algumas áreas verdes, a população está entorno de 1.538 pessoas (IBGE, 2010) e a altitude está por volta de 425 metros.

4 – Bairro Muriti: Está localizado na Av. Padre Cícero que dá acesso ao centro da cidade do Crato e ao Município de Juazeiro do Norte; é um bairro com muitos pontos comerciais, casas de show, e o Centro de Convenções do Cariri, pequenas áreas verdes e em torno de 4.958 pessoas (IBGE, 2010) e sua altitude está por volta de 478 metros.

5 – Bairro Granjeiro: localizado muito próximo a escarpa da Chapada do Araripe, com vegetação densa e baixo índice de ocupação com 783 moradores (IBGE, 2010), possui áreas de loteamento, alguns comércios, restaurantes e hotel e altitude em torno de 586 metros.

6 – Bairro Seminário: está localizado no interflúvio entre o Rio Granjeiro e o Rio Batateiras, densamente ocupado com 12.859 pessoas (IBGE, 2010) residindo no bairro, com estabelecimentos comerciais e empresas como a Grendene, e também vizinho ao bairro Franca Alencar onde está localizado o Parque Estadual Sítio Fundão, estando a aproximadamente 472 metros de altitude.

7 – Bairro Pinto Madeira: é um bairro com predominância de residências e comércio, quase sem áreas verdes e com um grau alto de ocupação tendo 5.443 pessoas (IBGE, 2010) residindo no bairro e altitude por volta de 439 metros.

8 – Bairro Mirandão: este bairro é conhecido por ter um estádio com o mesmo nome e também alguns loteamentos e órgãos públicos, bairro residencial, com vegetação moderada (algumas áreas desmatadas para loteamento) e também a presença do Rio Saco Logo, está a 414 metros de altitude e com 1.314 pessoas residindo (IBGE, 2010) no bairro.

9 – Bairro Centro: bairro onde é possível observar também uma parte da planície do Rio Granjeiro, sendo comercial com presença de algumas áreas residenciais (principalmente no entorno do Rio Granjeiro) com grau moderado





de pessoas residindo 3.842 (IBGE, 2010), tendo três praças principais: Sé, Siqueira Campos e São Vicente.

10 – Bairro Lameiro: Localizado em direção da Chapada do Araripe, possui vegetação mais densa que os demais pontos da cidade, tem um número razoável de residentes (aproximadamente 1.102 de acordo com o IBGE, 2010) e a altitude esta entorno de 585 metros, sendo um bairro residencial, possui loteamentos e um hotel e clube recreativo.

Utilizaram-se também abrigos de baixo custo, que foram pensados para serem facilmente transportados e que pudessem ser instalado em diferentes pontos da cidade, feito com madeira e pintados de branco para evitar a absorção de calor, assim também como um suporte feito com cano PVC para deixar o abrigo a 1,5 metros de distância do solo, para que a temperatura da superfície não interferisse na mensuração da temperatura e umidade do ar.

A análise foi realizada com medição às 09h, 15h,39 e 21h (horário padrão de medição, conforme os trabalhos consultados) no dia 25/04, mês que faz parte do período chuvoso. Após o campo os dados foram tabulados em tabelas e gráficos. Com os valores de temperatura e umidade foi possível calcular a escala de conforto humano conforme o diagrama do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Calculou-se a intensidade da ilha de calor conforme García (1996), que definiu os seguintes parâmetros: ilha de calor de fraca magnitude, quando as diferenças entre os pontos mais quentes e mais frios variam de 0°C a 2°C, de média magnitude, quando variam de 2°C a 4°C, de forte magnitude quando variam de 4°C a 6°C e de muito forte quando superiores a 6°C.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para obtenção dos resultados os 10 termohigômetros foram distribuídos pela cidade do Crato como ilustra a figura 2, os quais possuem características geoecológicas diferenciadas como já citado.



**Figura 2** – Pontos no Município do Crato em que os dados de temperatura e umidade foram coletados.



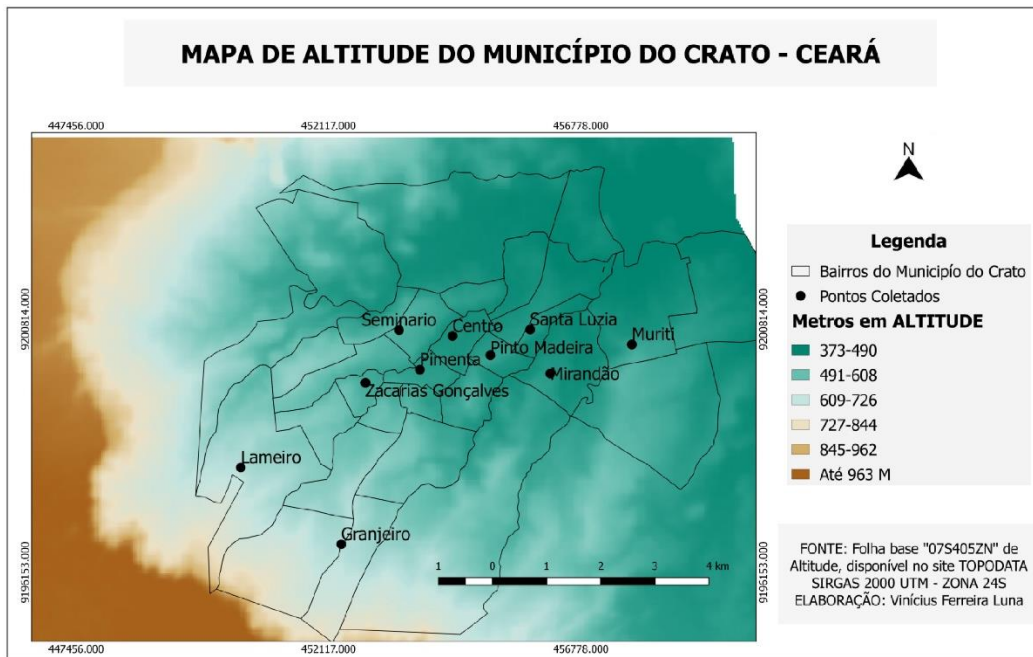
Fonte: LUNA, V.F.

Para melhor compreender o ambiente climático, é necessário explicitar as relações existentes entre o sítio e os diversos fatores geográficos inseridos na paisagem, expressos através da cobertura vegetal, uso da terra, posição geográfica e variação altimétrica (Fialho, 2012).

Foram elaborados mapas de altitude e declividade, que de acordo com Mendonça (1993) possibilita a observação tanto da variação altimétrica quanto das principais feições geomorfológicas do relevo, fatores importantes na construção do clima urbano, pois os elementos do clima são diretamente influenciados pela variação destes. Ainda, segundo o autor, quanto maior for a movimentação e a variação altimétrica do relevo de um determinado sítio urbano, maiores variações em termos de temperatura e umidade, dentre outros, o clima local, urbano e intra-urbano apresentará.



Figura 3: Mapa de altitude do município do Crato – CE



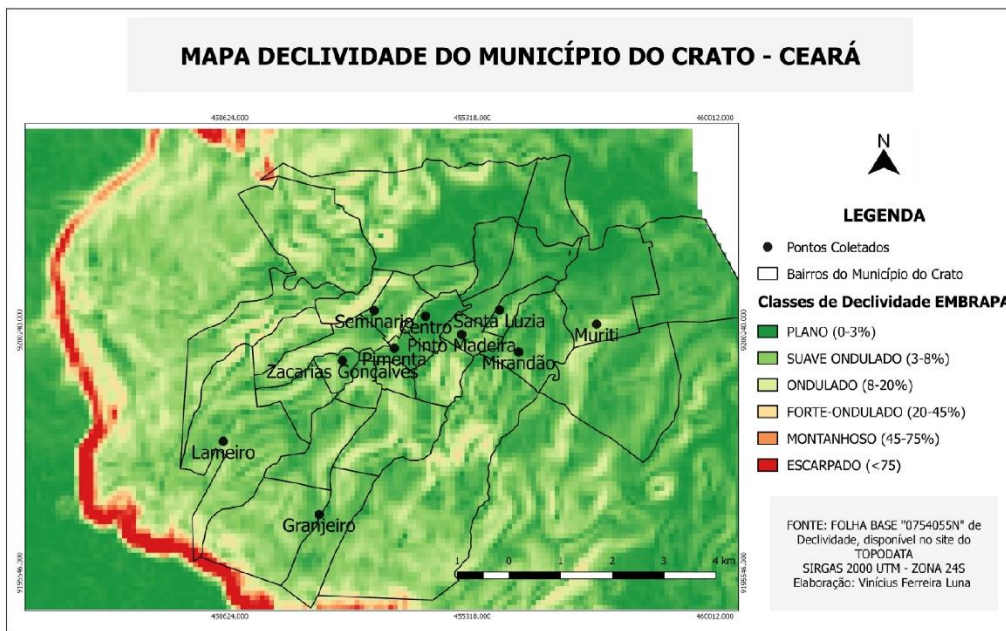
Fonte: LUNA, V.F.

A cidade do Crato apresenta altitudes que estão em torno de 373 metros podendo chegar até 963 metros. Através do mapa pode-se perceber que o topo da chapada apresenta maiores altitudes enquanto o na parte urbana a altitude encontra-se em torno de 414 a 586 metros. Altitudes elevadas proporcionam uma maior circulação do ar, contribuindo para menores temperaturas e para o conforto térmico do ambiente. A Chapada do Araripe possui níveis altimétricos consideráveis, juntamente com a presença da mata úmida, proporcionando características microclimáticas confortáveis e níveis de temperaturas menores que os da zona urbana.

Todas as áreas que correspondem ao vale da chapada do Araripe apresentam diferentes formas de relevo, apresentando assim, várias altitudes e também declives (como mostra a figura 4) proporcionados por sua evolução. Segundo Silva (2016) os bairros da cidade se distribuem em diferentes formas de relevo como o talude, as planícies e vales fluviais dos rios Granjeiro, Batateiras, Saco e Lobo, alguns bairros próximos à encosta da Chapada, outros nos pedimentos dissecados e nos pediplanos sertanejo com colinas suaves onduladas.



Figura 4: Mapa de declividade do município do Crato – CE



Fonte: Luna, V.F.

As áreas que apresentam maior declividade são áreas que correspondem a uma escarpa da chapada que consequentemente apresentam maiores altitudes. De acordo com Fialho (2012), o comportamento da temperatura pode apresentar diferenças em razão dos fatores associados à topografia acidentada, como o tipo de vegetação e a orientação dos vales, que pode canalizar os ventos produzindo uma maior ou menor diferenciação térmica. Nesse caso, o relevo mostra uma relação inversa de diminuição da temperatura com a altitude, ou seja, com o fenômeno de inversão da temperatura nos fundos de vales. Entretanto, o efeito dos fundos de vale na diminuição das temperaturas pode ser minimizado nos locais que apresentam alta densidade de construções e pequena quantidade de cobertura vegetal arbórea (AMORIM, 2015). Nesse sentido, podemos observar que onde se encontra a zona urbana do município do Crato a presença de vários declives, predominando a classe de suave ondulado a ondulado, diferenciando-se do topo da chapada que é plano.

Conforme a tabela 01 na qual os dados coletados no dia do campo estão expressos, identifica-se que em cada hora destacou-se em azul a menor temperatura e em vermelho a maior temperatura de cada ponto, como também nos de umidade.



**Tabela 1 – Dados de Temperatura e Umidade**

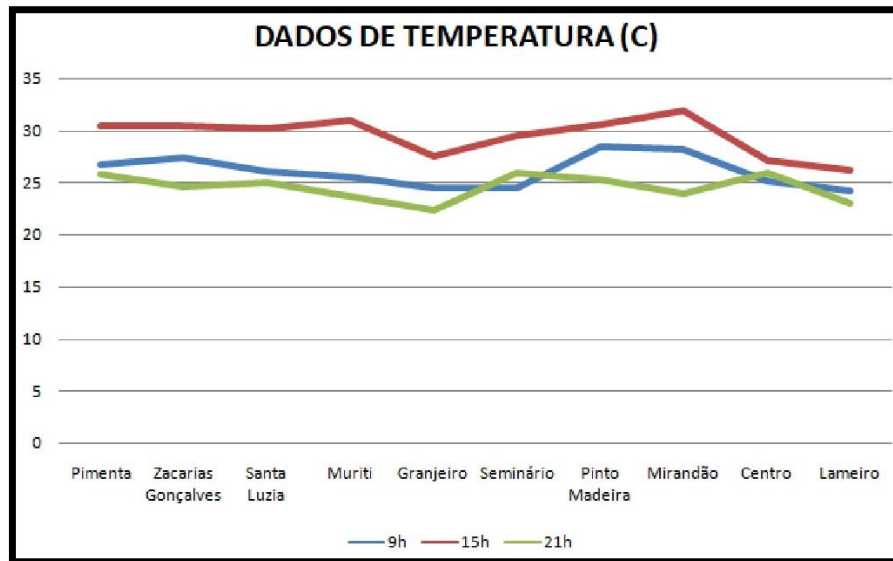
<b>DADOS DE TEMPERATURA E UMIDADE</b>						
<b>Bairro</b>	<b>Temperatura (C°)</b>			<b>Umidade (%)</b>		
	<b>9h</b>	<b>15h</b>	<b>21h</b>	<b>9h</b>	<b>15h</b>	<b>21h</b>
<b>Pimenta</b>	26,7	30,5	25,8	76,2	58	75,9
<b>Zacarias Gonçalves</b>	27,4	30,5	24,6	70,8	56,9	79,5
<b>Santa Luzia</b>	26,1	30,2	25	75,5	58,4	79,2
<b>Muriti</b>	25,6	31	23,7	82,1	58,3	82,8
<b>Granjeiro</b>	24,5	27,5	22,4	81	67,2	84,3
<b>Seminário</b>	24,5	29,5	25,9	86	65,6	74,8
<b>Pinto Madeira</b>	28,9	30,6	25,2	64,4	56,2	75,6
<b>Mirandão</b>	28,2	31,9	24	71,1	54,7	81,6
<b>Centro</b>	25,1	27,1	25,9	85,2	74,2	78,8
<b>Lameiro</b>	24,2	26,2	23	74	71,9	79,3

Fonte: Os autores

As 09:00 horas foi o horário no qual as temperaturas estavam medianas, consequência que ainda estavam começando a se aquecer e a absorver calor. As 15:00 horas é o horário no qual encontrou-se os maiores valores de temperaturas, consequência de uma maior incidência de radiação solar. E às 21:00 horas encontrou-se as temperaturas menos elevadas, consequência dessas superfícies já estarem resfriando e perdendo o calor absorvido durante o dia.



**Figura 5 – Dados de Temperatura**



**Fonte:** Autores (2018).

A partir da tabela e da leitura do gráfico (Figura 5), podemos identificar as diferentes temperaturas no município. As 09:00 horas da manhã a maior temperatura foi registrada no bairro Pinto Madeira (28,9°C), e a menor temperatura foi registrada no bairro Lameiro (24,2°C), por tanto nesse horário foi possível registrar uma amplitude térmica de 4,7°C de diferença, considerado de forte magnitude de acordo com Garcia (1993).

As 15:00 horas da tarde a maior temperatura foi registrada no Bairro Mirandão (31,9°C) e a menor temperatura foi registrada no novamente no bairro Lameiro (26,2°C), sendo possível registrar a maior amplitude térmica do dia de 5,7°C de diferença, considerado por Garcia (1993) de forte magnitude.

As 21:00 horas a noite a maior temperatura foi registrada nos bairros Seminário e Centro (25,9°C) e a menor no bairro Granjeiro (22,4°C), registrando a menor amplitude termina do dia de 3,5°C de diferença.

Vale destacar que o bairro Granjeiro e Lameiro estão localizados próximo a encosta da chapada do Araripe, com grau de urbanização pequeno comparado com outros bairros do Município, com grande altitude, presença de vegetação e corpos hídricos. Já os demais bairros (Mirandão, Pinto Madeira e Seminário) possui um grau de urbanização maior e não estão tão próximos a

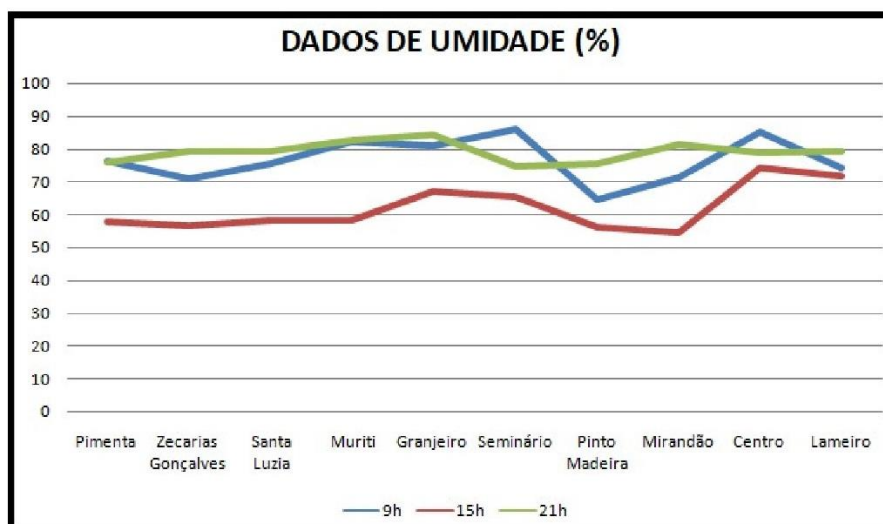


encosta da chapada como também não contém tanta vegetação, ou seja, suas características são diferentes, o que favoreceu as temperaturas mais elevadas.

Levando as condições geológicas e urbanas dos bairros Lameiro e Granjeiro, foi feita uma análise da magnitude das ilhas de calor apenas nos demais bairros que não estão tão próximos da Chapada do Araripe. As 09:00 horas da manhã a maior temperatura foi no Pinto Madeira (28,9°C) e a menor no Seminário (24,5°C) registrando uma amplitude de 4,4°C, com intensidade da ilha de calor de forte magnitude. As 15:00 horas a maior temperatura foi no bairro Mirandão (31,9) e a menor no bairro Centro (27,1°C) registrando uma amplitude de 4,8°C sendo considerada também de forte magnitude, com amplitude menor do que quando a análise foi feita em todos os bairros. As 21:00 horas novamente foi registrando a menor amplitude térmica do dia, registrando 2,2 de diferença com intensidade média da ilha.

Assim como dados de temperatura, foram coletados dados de umidade dos respectivos pontos como mostra a Figura 6.

**Figura 6:** Dados de Umidade



Fonte: Autores (2018)

O menor valor de umidade encontrado foi de 54,7% no bairro Mirandão as 15:00 horas, horário no qual apresentou as maiores temperaturas. O bairro Mirandão possui um grau de urbanização elevado, detalhe que interfere diretamente no balanço de energia, fazendo com que o bairro absorva mais

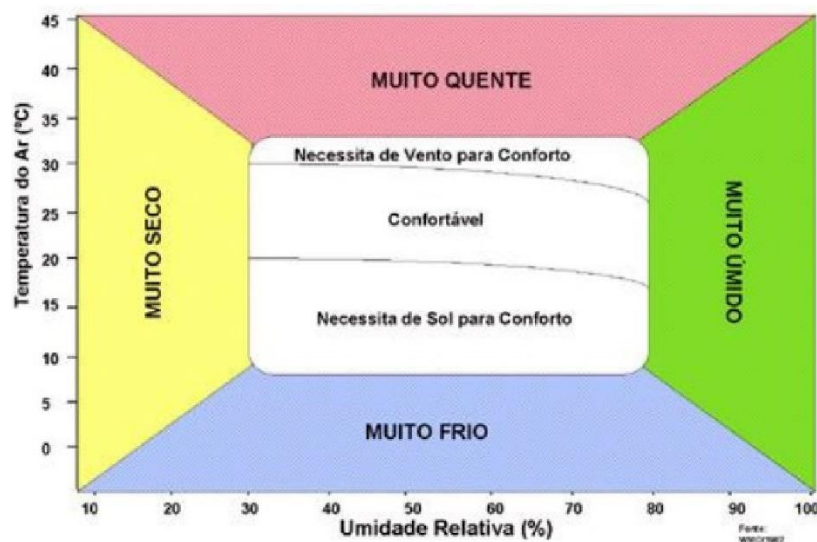


calor, contribuindo com o aumento de temperatura e a baixa umidade do local no dia da medição.

O maior valor de umidade coletado foi no bairro Seminário (86%) as 09:00 da manhã, mesmo o bairro estando densamente urbanizado, podendo destacar que o ponto de coleta dos dados fica próximo ao parque estadual Sítio Fundão no qual influenciou a umidade e que neste dia estava nublado em vários pontos, o que pode ter influenciado.

Com os dados de temperatura e umidade foi possível calcular a partir do diagrama do conforto humano do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), o conforto térmico nos respectivos pontos que foram coletados os dados na cidade do Crato/CE.

**Figura 7 - Diagrama do Conforto Humano**



**Fonte:** INMET (Instituto Nacional de Meteorologia)

As 09:00h nos bairros Muriti, Granjeiro, Seminário, e Centro estavam muito úmidos. Já os bairros Pimenta, Zacarias Gonçalves, Santa Luzia, Pinto Madeira, Mirandão e Lameiro não estava nem muito quente, nem muito frio, mas confortável.

As 15:00 como mencionado anteriormente as temperaturas estavam mais elevadas e a umidade mais baixa. Nos bairros Pimenta, Zacarias Gonçalves, Granjeiro e Lameiro estavam confortável, enquanto os Bairros Santa Luzia, Muriti, Seminário, Pinto Madeira, Mirandão e Centro estavam necessitando de vento para o conforto.





No horário das 21:00h, na maioria dos estudos de ilha de calor realizados no período noturno, o centro da ilha é bem definido, porém no nordeste brasileiro ocorre o inverso, a grande maioria das cidades nordestinas possui temperaturas médias anuais que variam entre 25°C e 27°C e com valores máximos que ultrapassam os 33°C. Assim, estas cidades por condições naturais já apresentam intenso calor e que quando somado ao fator urbanização provoca um excesso de carga térmica agravando o aquecimento urbano e consequentemente promovendo situações de desconforto térmico para a população (ZANELLA e MOURA, 2012).

De acordo Moura et al (2010), observar essas variáveis é essencial para uma investigação mais profunda do clima urbano da cidade e desse modo das alterações nas variáveis meteorológicas provocadas pela urbanização, os quais formam fatores limitantes na produção do conforto térmico no ambiente urbano.

O período da noite apresentou temperaturas amenas e os dados de umidade mais elevados dentre os 10 bairros que os dados foram coletados, dois estavam muito úmidos (Granjeiro e Mirandão) e os outros 8 bairros (Pimenta, Zacarias Gonçalves, Santa Luzia, Muriti, Seminário, Pinto Madeira, Centro e Lameiro) encontravam-se confortável.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos percebemos uma variação considerável entre os dados dos 10 bairros coletados. Evidenciando que os dados de temperatura mais elevados constaram nas áreas com um maior grau de urbanização, pois são áreas com menos vegetação e mais desenvolvidas que tendem a ser mais quentes, as áreas com temperaturas menores foram os bairros mais próximo a escarpa da chapada onde a altitude e a vegetação proporcionaram temperaturas amenas.

A urbanização tem contribuindo bastante para a formação das ilhas de calor estando sujeito que o fenômeno se agrave cada vez mais, afetando diretamente a população.

Com estudos relacionados ao clima urbano podemos identificar fatores que contribuem diretamente na alteração de microclimas locais como este estudo realizado no município do Crato, e perceber quão importante é os estudos e compreensão desses fenômenos.



## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio do CNPq pelo financiamento do Projeto Universal edital 01/2016 (processo nº:427168/2016-3) “Geotecnologias aplicada ao estudo do Sistema Clima Urbano (S.C.U) da zona urbana do Município do Crato/Ceará”.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M. C. C. T. et al. **Características das ilhas de calor em cidades de porte médio**: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). Confins [Online], n. 7, 2009. Disponível em: <http://confins.revues.org/index6070.html>. Acesso em 03 de agosto de 2018.

FIALHO, E. S. **Estudos climáticos em sítios urbanos e rurais**. In: Charlei Aparecido da Silva; Edson Soares Fialho. (Org.). *Concepções e Ensaios da Climatologia Geográfica*. 1ed.Dourados: Editora da UFGD, 2012, v. 1, p.83-113.

GARCÍA, M.C.M. **Estudio del clima urbano de Barcelona: lá “isla de calor”**. Tese de Doutorado, Universidade de Barcelona, Barcelona, 1993.

MENDONÇA, F.A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica para o estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR**. (Tese de Doutorado). São Paulo: FFLCH/USP- Programa de Pós-Graduação em Geografia, 1993, 300p.

MONTEIRO, C. A. F. MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2011. 2ª edição.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. Série Teses e Monografias, nº25.São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.181p

MOURA, M. O; ZANELLA, M. E, SALES, M. C. L. **Conforto Térmico em FortalezaCE**. Revista da ANPEGE. , v.6, p.177 - 189, 2010.

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, 318p.2008.

SANTOS, T. O. **Identificação de Ilhas de Calor em Recife-PE por Meio e Sensoriamento Remoto e Dados Meteorológicos de Superfície**. 2011. 90 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Rural Federal de Pernambuco, Recife, 2011. Disponível em: [file:///C:/Users/Lab.Geoprocessamento/Downloads/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Iilhas.pdf](file:///C:/Users/Lab.Geoprocessamento/Downloads/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Iilhas.pdf). Acesso em: 06 ago. 2018.

SILVA, J. M. O. **Geotecnologias Aplicadas ao Estudo do Clima Urbano**. Anais do XII Simposio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Goiania-GO. p1465-1476, 2016.