



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR NA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DO CRATO-CE NO PERÍODO SECO

Vinicius Ferreira Luna ^(a), Francisco Bráz Matos ^(b), Juliana Maria Oliveira Silva ^(c)

^(a) Graduando em Geografia, Bolsista de Iniciação Científica (PIBIB/URCA) Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri – URCA, e-mail: viniciusluna13@gmail.com

^(b) Graduando em Geografia, Bolsista de Iniciação Científica (BPI/Funcap) Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri – URCA, e-mail: matosurca@hotmail.com

^(c) Orientadora, Prof^a. Dr^a. do Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri – URCA, e-mail: juliana.maria@urca.br

Eixo 1: A climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais.

Resumo/

O trabalho tem como enfoque o Subsistema Termodinâmico do Sistema Clima Urbano, avaliando a formação de Ilhas de Calor Urbana (ICU) no município do Crato. A metodologia se baseou em levantamentos bibliográficos a respeito do Sistema de Clima Urbano e Ilhas de Calor, caracterização ambiental, levantamento das condições de temperaturas do ar em áreas específicas em três horários distintos: 9h, 15h e 21h no período seco do município. Através dos dados foi possível identificar 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 estudos relacionados ao clima urbano podemos identificar fatores que contribuem diretamente na alteração de microclimas locais.

Palavras chave: Ilhas de Calor; S.C.U, Conforto Termico.

1. Introdução

O desenvolvimento da pesquisa pautou-se nas concepções de Monteiro (1976), na sua proposta de estudo sobre os climas da cidade na disciplina de Climatologia Urbana do



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade de São Paulo e da publicação de sua Tese de Livre Docência (Teoria e Clima Urbano), introduzindo 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, pesquisando 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.

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 refletância) e as atividades urbanas. As mesmas são formadas em áreas urbanas e suburbanas, por que muitos materiais de construção comuns absorvem e retém mais calor proveniente do sol, do que superfícies naturais em áreas rurais menos urbanizadas como destacado por Gartland (2010).

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).

2. Materiais e Métodos

O trabalho tem como embasamento teórico 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 a temática do Clima Urbano 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)



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

da área e estudo, pois os elementos naturais fornecem dados que auxiliam na interpretação dos resultados quanto às influências que podem gerar no clima urbano.

Para uma análise mais detalhada da área de estudo foram elaborados alguns mapas produzidos no Software Qgis 2.18, como o de altitude e declividade. As imagens utilizadas para foram adquiridas do Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil (TOPODATA), onde se utilizaram as 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 intraurbanas. 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 (dataloggers da marca Instrutherm pertencentes ao Laboratório de Análise Geoambiental da URCA, programados para a medição de hora em hora). Os locais escolhidos para a medição se deu a partir da ocupação do solo, estrutura urbana e condições geológicas diferenciadas.

Utilizaram-se também abrigos de baixo custo, que foram pensados para serem facilmente transportados e que pudessem ser instalados em diferentes pontos da cidade. A análise foi realizada com medição às 09h, 15h, e 21h no dia 25/10, mês que faz parte do período seco onde o município apresenta temperaturas bastante elevadas. Após o campo os dados foram tabulados em tabelas e gráficos. A intensidade da ilha de calor foi calculada conforme a proposição de 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 Discussões



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Para a seleção dos pontos de medição levou-se em consideração os aspectos geoambientais como relevo, incluindo a altitude como é destacada na Figura 4, a cobertura vegetal, como também os padrões de ocupação de cada bairro. Os equipamentos distribuíram-se em 10 bairros da sede do município do Crato: Pimenta, Zacarias Gonçalves, Santa Luzia, Muriti, Granjeiro, Seminário, Pinto Madeira, Mirandão, Centro e Lameiro, como ilustra a Figura 3. Os bairros da cidade encontram-se em diferentes formas de relevo como 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 (SILVA ,2016).



Figura 3: Distribuição dos 10 pontos no município do Crato.

Através do mapa (Figura 4) pode-se perceber que cidade do Crato apresenta altitudes que estão em torno de 373 metros podendo chegar até 963 metros. O topo da chapada apresenta maiores altitudes, enquanto 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, proporcionam características microclimáticas confortáveis e níveis de temperaturas que os da zona urbana.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

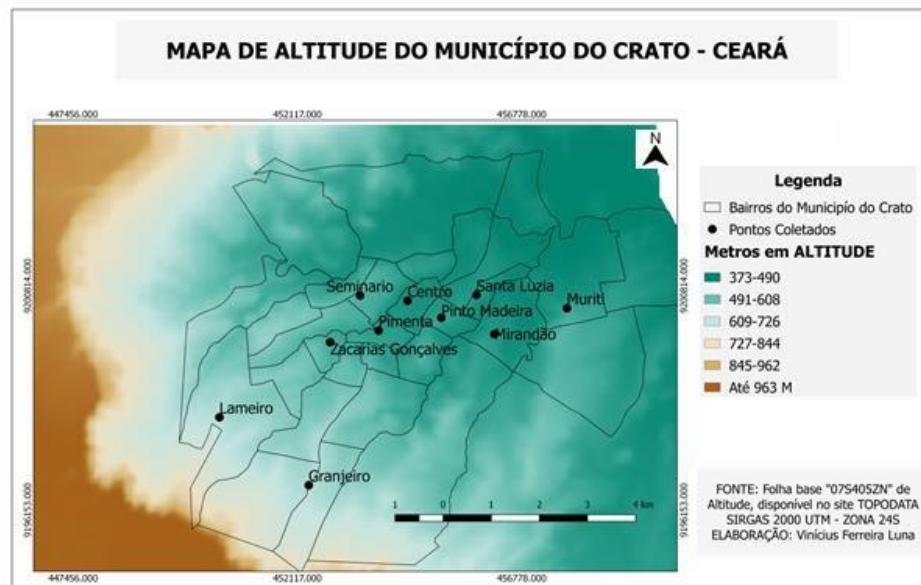


Figura 4: Mapa de altitude do município do Crato.

A partir do mapa ilustrado na Figura 5 observa-se que áreas que apresentam maior declividade correspondem à escarpa da chapada. De acordo com Fialho (2012), o comportamento da temperatura pode apresentar diferenças em razão a 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.

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), sendo o caso da cidade do Crato nos bairros localizados em vales fluvial dos rios Granjeiro, Batateiras, Saco e Lobo.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

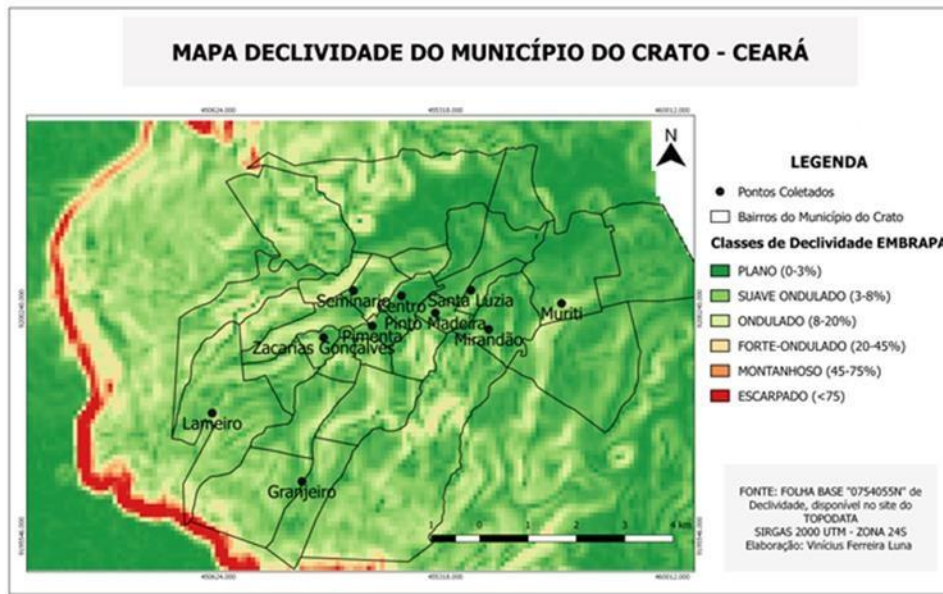
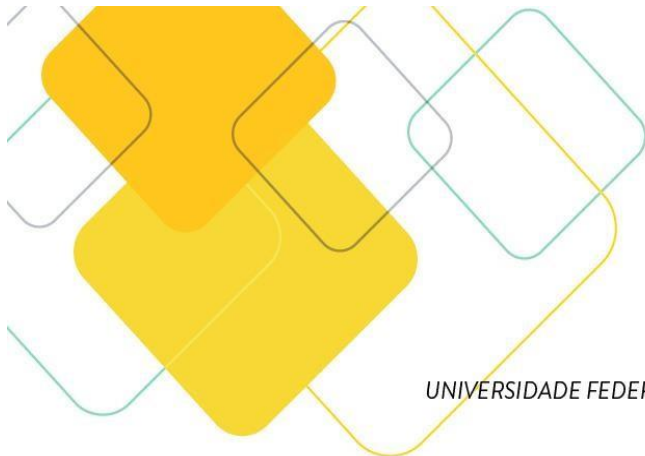


Figura 5: Mapa de declividade do município do Crato.

Segundo Mendonça (1993), a confecção de mapas de altitude e declividade possibilita a observação tanto da variação altimétrica quanto das principais feições geomorfológicas do relevo. Ainda segundo o autor, quanto maior for a movimentação e a variação altimétrica do relevo de um sítio urbano, maiores variações em termos de temperatura e umidade, dentre outros, o clima local, urbano e intra-urbano apresentará.

O município do Crato possui 32 bairros na sua zona urbana, porém a pesquisa tem enfoque em 10 bairros que foram escolhidos por condições geoecológicas diferenciadas. Para melhor entender o ambiente foi feito uma pequena caracterização dos 10 bairros estudados como ilustra a Figura 6.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019



Figura 6: Caracterização dos pontos na cidade em que os dados de temperatura e umidade foram coletados

Os dados coletados no dia do campo estão expostos e tabulados na Tabela 1, e é possível identificar que as maiores temperaturas mensuradas em cada horário estão destacadas em vermelho e que as menores em azul, como também da umidade.



Tabela 1: Valores de temperatura e umidade em cada bairro e horário, onde os dados foram coletados.

DADOS DE TEMPERATURA E UMIDADE						
Bairro	Temperatura (C°)			Umidade (%)		
	9h	15h	21h	9h	15h	21h
Pimenta	34.1	36.6	29.8	37.4	21.4	34.9
Zacarias Gonçalves	30.7	36.5	28.4	44.7	21.7	37.1
Santa Luzia	33.0	39.3	30.1	38.7	17.8	37.1
Muriti	32.5	37.6	27.3	40.1	20.2	37.2
Granjeiro	29.3	34.4	27.4	46.7	25.0	37.3
Seminário	33.9	40.7	27.5	39.0	17.9	38.2
Pinto Madeira	34.8	36.1	29.5	36.5	20.9	34.6
Mirandão	30.5	40.6	28.3	44.2	17.2	35.7
Centro	34.9	35.5	30.6	42.4	32.8	36.5
Lameiro	31.1	34.4	27.0	41.7	21.7	37.6

A partir dos dados pode-se observar que as temperaturas estavam bem elevadas, às 09:00 da manhã foi registrado altas temperaturas e as 15:00 da tarde chegou a temperaturas muito elevadas consequência de uma maior incidência de radiação solar, às 21:00 horas encontrou-se as temperaturas menos elevadas, consequência dessas superfícies já estarem resfriando e perdendo o calor absorvido durante o dia.

As 09:00 horas da manhã a maior temperatura foi registrada no bairro Centro registrando 34.9°C e a menor temperatura no bairro Granjeiro com 29.3°C, registrando uma amplitude térmica de 5.6°C que de acordo com a metodologia de Garcia (1996) é de forte magnitude.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

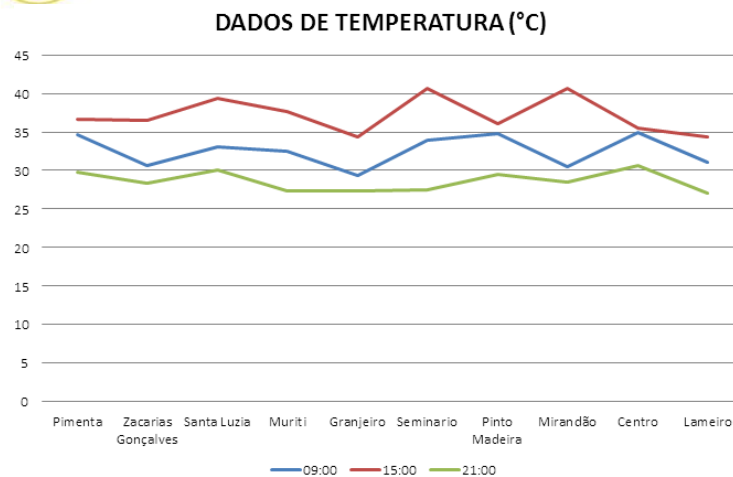


Figura 7: Gráfico com dados de temperatura.

As 15:00 horas da tarde foi o horário em que registrou temperaturas muito elevadas, a maior foi registrada no bairro Seminário com 40.7°C e a menor no bairro Lameiro e Granjeiro, ambos registrando 34.4°C , tendo uma amplitude térmica de 6.3°C considerada com uma magnitude muito forte.

Durante a noite 21:00 horas, a maior temperatura registrada foi novamente no bairro Centro marcando 30.6°C e a menor no bairro Lameiro com 27°C , com a amplitude térmica de $3,6^{\circ}\text{C}$ sendo de média magnitude de acordo com Garcia (1996).

A partir das condições geológicas e geourbanas dos bairros estudados, percebe-se que os bairros Lameiro e Granjeiro, possui o grau de urbanização menor do que os demais, localizam-se muito próximos a escarpa da Chapada do Araripe com alto índice de vegetação no que influencia de forma direta na temperatura encontrada nesses dois bairros.

Levando em consideração esses fatores foi feita uma análise dos demais bairros em que as condições geológicas e geourbanas são mais homogêneas em relação a altimetria e uso e ocupação. 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.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Às 09:00 da manhã a maior temperatura foi no bairro Centro (34,9°C) e a menor no bairro Mirandão (30,5°C) registrando uma amplitude térmica de 4,4°C considerada por Garcia (1996) de forte magnitude. Já as 15:00 horas a maior temperatura foi registrada no bairro Seminário (40,7°C) e a menor no bairro Centro (35,5°C) com amplitude térmica de 5,2°C considerada de forte magnitude. As 21:00 a maior temperatura foi registrada no bairro Centro (30,6°C) e a menor no bairro Muriti (27,3°C) registrando amplitude de 3,3°C considerada de media magnitude.

Os dados de umidade foram tabulados e representados em gráfico, assim como mostra a figura 8.

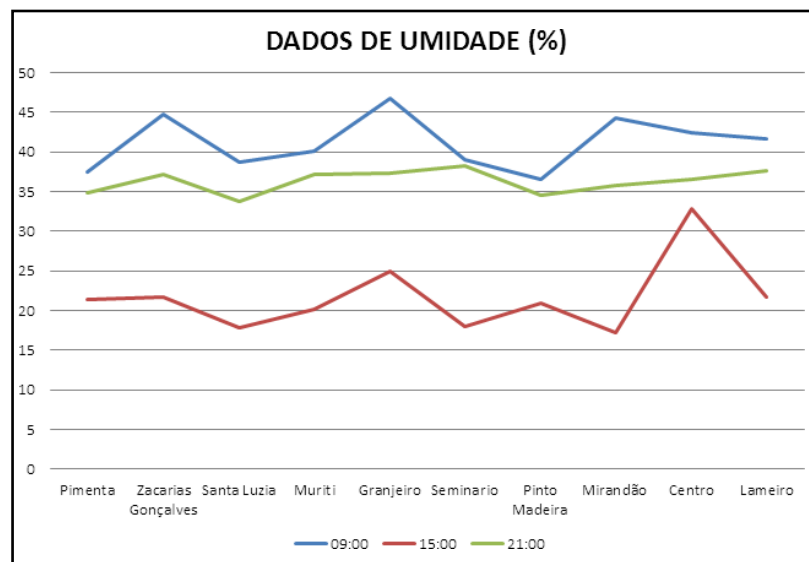


Figura 8: Gráfico dos dados de umidade.

A partir da interpretação do gráfico podemos identificar que o menor valor de umidade foi no bairro Seminário registrando 17,9% no período da tarde em que também apresentou uma das maiores temperaturas no dia do campo, devido ao alto grau de urbanização e a concentração de comércios e fabricas com a Grendene, o bairro Seminário é o bairro mais populoso da zona urbana do Crato.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Outro bairro que apresenta baixo valor de umidade e o bairro Mirandão, registrando 17.2% de umidade devido ao grau de urbanização, estando em amplo crescimento, e o surgimento de muitos loteamentos nos últimos anos, muito solo exposto e pouca vegetação. A maior umidade registrada foi no bairro Granjeiro as 09:00 da manhã 46.7% devido a proximidade da chapada e do alto índice de vegetação.

4. Considerações Finais

Através dos resultados e possível identificar uma grande variação tanto na temperatura como na umidade nos 10 pontos estudados, e que os fatores urbanos e geoecológicos têm contribuído bastante para formação das Ilhas de Calor Urbano (ICU).

Mesmo no período seco os bairros que se localizam bem próximos à escarpa da chapada (Lameiro e Granjeiro) são mais favoráveis por conta do baixo grau de urbanização e por estarem próximos de corpos hídricos, já os demais bairros mais afastados estão mais quentes pela falta de áreas arborizadas gerando baixa umidade e de uma concentração maior da ocupação. Podendo ser mitigado através preservação das áreas verdes como também através de arborização em extensas avenidas superaquecidas pelo asfalto e os carros.

Com estudos relacionados ao clima urbano podemos identificar fatores que contribuem diretamente na alteração do clima da cidade e que a mesma é capaz de produzir um clima particularmente urbano. Os métodos adotados nessa pesquisa podem ser adaptados a outras realidades que apresentem condições diferenciadas contribuindo para os estudos de clima urbano em áreas semiáridas onde apresentam um estresse térmico.

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”.

Referencias

AMORIM, M. C. C. T. **Aspectos conceituais e práticos da pesquisa em clima urbana.** In: Charlei Aparecido da Silva; Edson Soares Fialho. (Org.). *Concepções e Ensaio da Climatologia Geográfica*. 1ed.Dourados: Editora da UFGD, 2012, v. 1, p.61-82.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

- 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 26 de Janeiro de 2019.
- 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. **Estudiodel 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. **O clima urbano de Fortaleza sob o nível do campo térmico.** (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: Programa de Pós- Graduação em Geografia/UFC, 318p.2008.
- MOURA, M. O; ZANELLA, M. E, SALES, M. C. L. **Conforto Térmico em FortalezaCE.** Revista da ANPEGE. , v.6, p.177 - 189, 2010.
- 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_Ilhas.pdf>
. Acesso em: 06 ago. 2018.
- SILVA, J. M. O. **Geotecnologias Aplicadas ao Estudo do Clima Urbano.** Anais do XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Goiania-GO. p1465-1476, 2016.