



CONTRIBUIÇÃO À COMPREENSÃO DO CAMPO TÉRMICO DA CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE (CE) PELA METODOLOGIA DE TRANSECTOS MÓVEIS

Contribution to the understanding of the thermal field of the city of Juazeiro do Norte (CE) by the methodology of mobile transects

Contribución a la comprensión del campo termico de la ciudad de Juazeiro do Norte (CE) por la metodología de transectos móviles

Gabriella Saraiva de Albuquerque¹

Mirelle Oliveira Silva²

Gabriela de Souza Estevão³

RESUMO

O presente trabalho, está vinculado a um projeto de iniciação científica desenvolvido junto ao Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Regional do Cariri que tem como temática a modelagem espacial das ilhas de calor e de frescor na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. Os resultados apresentados foram obtidos através do primeiro campo do referido projeto de pesquisa e foi realizado por meio da metodologia de transecto móvel, contemplando os trajetos na direção sul-norte e oeste-leste para a coleta dos dados de temperatura do ar, com o intuito de compreender os contrastes térmicos da cidade de Juazeiro do Norte. O transecto fora realizado ainda no período chuvoso e iniciou-se às 21:00 horas, não ultrapassando 50 minutos, coletando no total a temperatura de 25 pontos distribuídos no perímetro urbano e considerando as características geoeambientais e geourbanas. Os registros foram executados utilizando um termômetro digital com sensor externo com cabo de 2m Icotem e um receptor GPS (*Global Positioning System*) modelo Garmin Map 76CSX para marcação das coordenadas UTM dos respectivos registros de temperatura. As maiores temperaturas, de 24,8°C á 25,8°C foram registradas em espaços densamente construídos, as menores, entre 22,6°C á 23°C foram percebidas em áreas com características rurais e menos urbanizadas.

Palavras-chave: Ilha de calor. Clima urbano. Transecto Móvel.

ABSTRACT

The present work is linked to a project of scientific initiation, together with the Laboratory of Geoprocessing of the Regional University of Cariri, whose theme is the spatial modeling of the islands of heat and freshness in the city of Juazeiro do Norte, Ceará, Brazil. The results of the research were submitted through the mapping of the first study plan south-north and east-east to the collection of data of air temperature, with the intention. Of contracting the thermal contrasts of the city of Juazeiro of the North. The transectofor theater was still rainy and began at 21:00 hours, not exceeding 50 minutes, collecting in total the temperature of 25 points distributed in the urban

¹ Graduada em Geografia pela Universidade Regional do Cariri, e-mail: gabriellaurca@gmail.com

² Graduada em Geografia pela Universidade Regional do Cariri, e-mail: mirelleoliveirasilva18@gmail.com

³ Prof^a M^a da Universidade Regional do Cariri, e-mail: gabriela.de.souza.estevao@gmail.com

perimeter and considering geo-environmental and geurban features. The terminals were run using a digital thermometer with external sensor with 2m Icotem cable and a GPS (Global Positioning System) receiver model Garmin Map 76CSX for marking the UTM coordinates of the children temperature registers. The highest temperatures, from 24.8°C to 25.8°C were recorded in densely constructed spaces, the lowest temperatures, between 22.6°C and 23°C, were observed in areas with rural and less urbanized characteristics.

Keywords: Island of heat. Urban climate. Transect Mobile.

RESUMEN

Este trabajo está vinculado a un proyecto de iniciación científica desarrollado en el Laboratorio de Geoprocusamiento de la Universidad Regional de Cariri, cuyo tema es el modelado espacial de las islas de calor y fresca en la ciudad de Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. Los resultados presentados se obtuvieron del primer campo de este proyecto de investigación y se llevaron a cabo mediante la metodología de transecto móvil, contemplando las rutas sur-norte y oeste-este para la recolección de datos de temperatura del aire, con el fin de para comprender los contrastes térmicos de la ciudad de Juazeiro do Norte. El transecto se realizó durante la estación lluviosa y comenzó a las 21:00 horas, sin exceder los 50 minutos, recogiendo una temperatura total de 25 puntos distribuidos en el perímetro urbano y considerando las características geoambientales y geourban. Las grabaciones se realizaron utilizando un termómetro digital con sensor externo con cable Icotem de 2 m y un receptor del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) Garmin Map 76CSX para marcar las coordenadas UTM de los respectivos registros de temperatura. Las temperaturas más altas, de 24.8°C a 25.8°C, se registraron en espacios densamente construidos, la más baja, entre 22.6°C a 23°C, se observó en áreas con características rurales y menos urbanizadas.

Palabras clave: isla de calor. Clima urbano. Transecto móvil.

INTRODUÇÃO

A maior parte da população brasileira reside em áreas urbanas e convivem com inúmeros problemas que repercutem na qualidade de vida desses habitantes. A cerca dos estudos em climatologia urbana, desde a década de 70 tem sido desenvolvido investigações com o objetivo de contribuir para a compreensão, gestão e planejamento desses ambientes e, sobretudo na manutenção da qualidade urbana e ambiental, haja vista que a cidade é fruto das relações e repercussões da sociedade no espaço geográfico, e este dinamismo relaciona-se com elementos importantes e que se fazem presentes na urbe, como o aspecto social, cultural, econômico e político (ESTEVÃO, 2016).

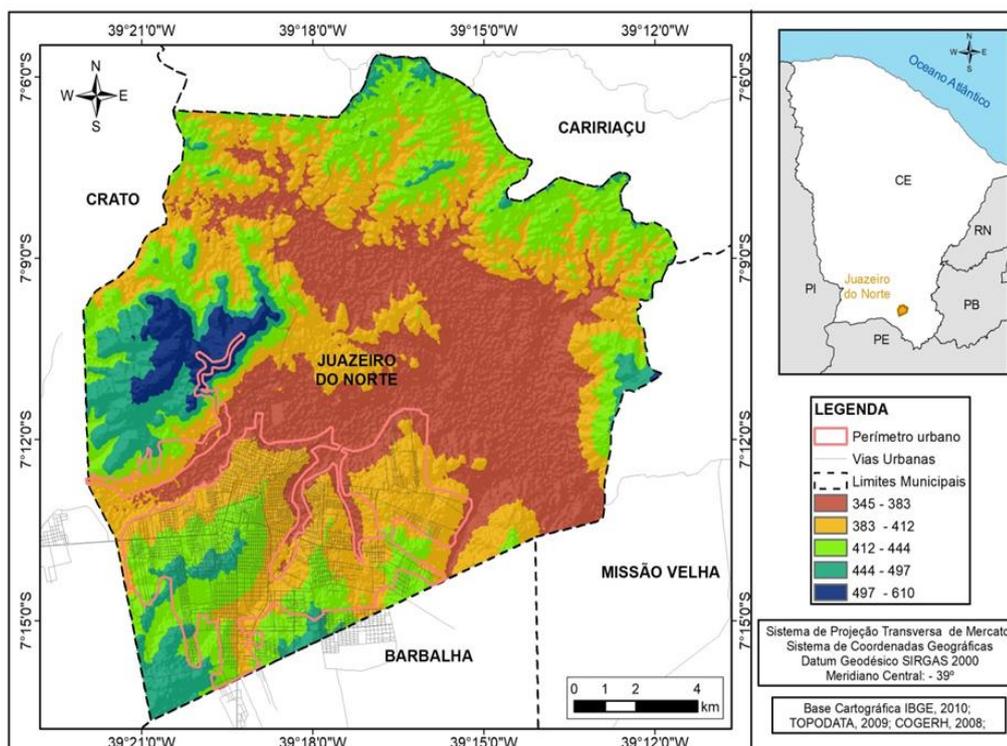
Em cidades no mundo inteiro as ilhas de calor urbanas é um fenômeno observado, estudado, e em muitos casos representam risco a saúde e bem-estar dos cidadãos. Este fenômeno é conceituado por Gartland (2010) como um “oásis inverso”, onde a temperatura do ar e da superfície em áreas urbanas são mais quentes do que em áreas rurais circundantes, e em meio aos fatores que contribuem para a formação desse fenômeno, elenca-se a diminuição da cobertura vegetal, os tipos de materiais que são empregados na construção civil, a poluição que a cidade emana, além da morfologia e tecido urbano de cada cidade.

Segundo Amorim et al (2017) as ilhas de calor são as mais percebidas pela população urbana, por estarem diretamente ligadas ao campo de percepção humana e influenciarem até mesmo no desempenho físico, nas atividades do dia a dia e em casos mais graves, afetar a saúde da população.

Devido a estas problemáticas associadas as ilhas de calor, muitos estudos procuram mapear as áreas de ocorrência e sua distribuição espacial, mensurando a temperatura de superfície ou do ar e avaliando os possíveis efeitos desse fenômeno. Para esta identificação específica, emprega-se vários métodos e técnicas como transectos móveis, estações fixas, sensoriamento remoto, sensoriamento vertical e cálculo de balanços de energia, dentre outros (GARTLAND, 2010).

Diante desta conjuntura e com o propósito de colaborar com a literatura científica referente as questões térmicas no estado do Ceará, e especificamente em cidades semiáridas, objetivou-se registrar a temperatura do ar a partir da metodologia de transectos móveis. A realização do transecto contemplou a cidade de Juazeiro do Norte (Figura 01), situada ao sul do estado do Ceará e inserida na região do Cariri. Esta cidade naturalmente apresenta situações de estresse térmico e têm sido alvo de estudos associados a climatologia urbana, sendo identificado em episódios anteriores ilhas de calor de alta intensidade e magnitude.

Figura 1 – Mapa de localização do município de Juazeiro do Norte-CE



Fonte: Autoras (2018)

A cidade na qual realizou-se o estudo é classificada com o clima tropical quente semi-árido e tropical quente semi-árido brando, e por estar próximo a linha do equador proporciona uma incidência elevada de radiação solar, refletindo nas altas temperaturas que oscilam entre 23°C a 27°C. O relevo é caracterizado por depressões sertanejas, predominando os solos aluviais e podzólico vermelho amarelo, dispendo de uma vegetação caducifólia espinhosa e as drenagens que permeiam a cidade fazem parte da bacia hidrográfica do Rio Salgado.

O município de Juazeiro do Norte tem suas origens datadas no início do século XIX, sobretudo sob influência religiosa em virtude da figura do Padre Cícero que se constitui como um dos principais agentes simbólicos da rápida expansão do lugar, proporcionando intensas transformações urbanas, políticas e econômicas. A expansão urbana da cidade pode ser visualizada com a evolução dos diferentes padrões de uso e ocupação, marcada na atualidade como um importante polo industrial, comercial e de grande potencial turístico religioso ligado a figura do padre Cícero. Esta rápida expansão do tecido urbano inserido em um ambiente naturalmente quente e associada as variáveis que influenciam na geração e armazenamento da carga térmica do balanço energético da cidade, podem dinamizar o seu sobreaquecimento causando desconforto a população e prejuízos de distintas ordens, surgindo assim necessidade da realização do monitoramento térmico, tendo em vista que os núcleos de calor apresentam grande variabilidade espacial.

MATERIAL E MÉTODO

Para o desenvolvimento deste trabalho, contemplou-se as seguintes etapas: I) planejamento da transecto móvel; II) execução do transectos móvel; III) produção de mapas e gráfico através dos dados coletados e IV) interpretação desses dados.

Na etapa I ocorreu a delimitação dos pontos através do software Google Earth e tais pontos foram selecionados levando em consideração as características geoambientais e geourbanas da cidade. Ainda na primeira etapa, foi delimitado o horário de execução do transecto móvel, preferindo o período noturno, pois segundo Amorim (2015) este horário é adequado para este tipo de registro, uma vez que as temperaturas não experimentam naturalmente mudanças rápidas. O transecto ocorreu no dia 11 de junho do ano de 2018 e o percurso teve início às 21:00 horas com duração de exatos 50 minutos.

Inserido na etapa II, realizou-se o transecto móvel, contemplando os percursos sul-norte e oeste-leste e totalizando 25 pontos da área urbana da cidade de Juazeiro do Norte. O trecho do transecto considerou as características geourbanas e geoambientais para coleta dos pontos, tais como

o relevo, a morfologia urbana, uso da terra e da vegetação, os tipos de materiais empregados na construção, áreas abertas, e dentre outros, ponderando as variáveis que colaboram para o armazenamento térmico e do potencial dinâmico, que juntos refletem no balanço energético da cidade. Os registros foram executados utilizando um termômetro digital com sensor externo com cabo de 2m Icotem, responsável por registrar a temperatura do ar interna e externa e um receptor GPS (*Global Positioning System*) modelo Garmin Map 76CSX para marcação das coordenadas UTM, sendo registradas em todos os pontos (Figura 2).

Figura 3 – Modelos do termômetro digital e do receptor GPS utilizados



Fonte: Autoras (2018)

O transecto móvel iniciou-se em áreas periféricas e menos urbanizadas, onde na literatura a temperatura é descrita como mais amena, adentrando o setor central e mais urbanizada da cidade, onde as temperaturas tendem ser mais elevadas.

A etapa III consistiu na espacialização dos dados através de mapas e gráfico, confeccionados no software Arc Gis versão 10.4. e no programa Excel. No primeiro mapa objetivou-se apresentar o trajeto percorrido pelo transecto móvel, contemplando os setores norte, sul, leste e oeste da cidade e indicando o número de pontos coletados, bem como variação da temperatura do ar no momento do registro. Para o desenvolvimento do segundo mapa utilizou-se a interpolação dos dados de temperatura e suas respectivas coordenadas através do método de Ponderação do Inverso da Distância (IDW), método este, baseada na distância ponderada de um ponto amostral. E por fim, o gráfico fora desenvolvido a partir do programa Excel, com bases no banco de dados associados as temperaturas mensuradas ao longo do percurso na cidade de Juazeiro do Norte.

Na última etapa buscou-se interpretar os dados de temperatura registrados a partir do transecto móvel, através da análise dos mapas e gráfico gerados, relacionou-se o contraste térmico frente a influência das características geoeambientais e geourbanas da referida cidade.

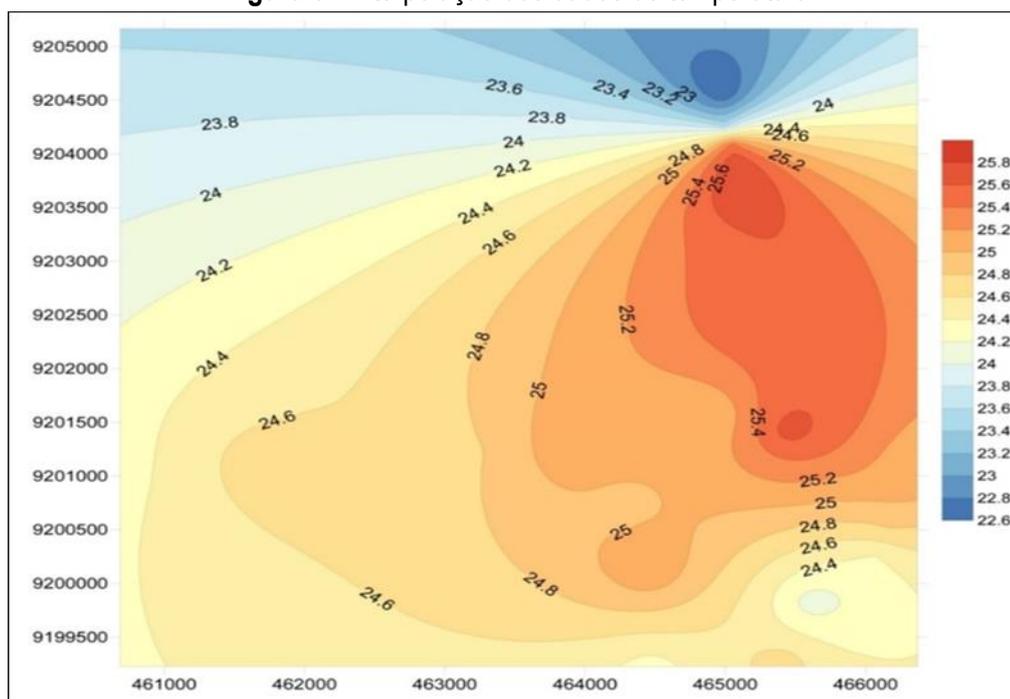
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo dados da FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos), a atmosfera do dia da execução do transecto móvel encontrava-se com áreas de instabilidade, com condições de tempo parcialmente nublado. As temperaturas variaram, com máxima de 26,2°C e mínima de 17°C, não houve precipitação, e a umidade oscilou entre máxima de 95,4% e mínima de 49,7%, com ventos que chegaram até 4,6m/s.

Na realização do transecto ocorrido dia 11 de junho de 2018, registrou-se baixa variação de temperatura, sendo a maior temperatura registrada fora 25°C e a menor fora de 22°C, resultando numa diferença térmica de apenas 3°C, traduzindo baixa magnitude e baixa intensidade, associadas as condições do primeiro semestre do ano e próximo ao início do inverno, onde as temperaturas na região do cariri tentem a diminuir.

O transecto iniciou-se pontualmente às 21:00 horas no horário de Brasília, partindo do bairro Salgadinho, área com características menos urbanizadas e baixa rugosidade, com a presença vegetal e de superfícies líquidas, dinamizando uma disposição de espaços abertos e proporcionando a circulação de ventos, variável esta que atua diretamente no arrefecimento ou atenuação da temperatura do ar da área descrita. A área possui ainda uma rede de drenagem inserida na Bacia do Salgado, representada pelo rio Salgadinho, que nasce no sopé da Chapada do Araripe. Esta área apresenta ainda vegetação arbórea e arbustiva que encontram-se também distribuídas às margens do referido rio, e estes aspectos naturais inserem-se no potencial dinâmico, que por sua vez provocam a atenuação da temperatura do ar a partir do resfriamento evaporativo.

Figura 3 - Interpolação dos dados de temperatura

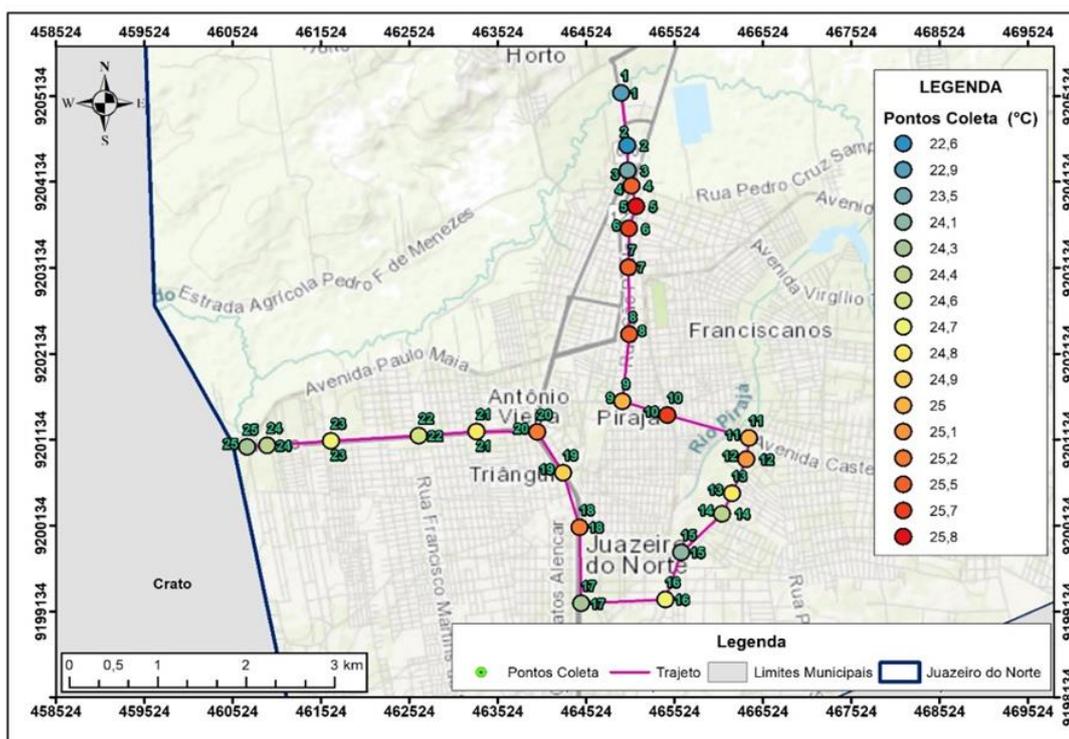


Fonte: Autoras. (2018)

Outro aspecto associado as baixas temperaturas nas imediações do bairro, encontra-se em virtude do registro ter ocorrido em um período que não coincidiu com as romarias (turismo religioso local) na cidade, época em que o número de pessoas aumenta consideravelmente, registrando aproximadamente mais de 400 mil pessoas. Este número reflete no aumento da temperatura devido ao calor antropogênico causado pelo fluxo de pessoas, automóveis e mercadorias, e na sua ausência registrou-se temperaturas mais baixas, variando entre 22,6°C e 23,5°C, como pode ser visualizada na figura 4.

Registrou-se também temperaturas intermediárias que permaneceram na casa dos 24, 1 °C a 24, 9°, identificadas em pontos nos bairros Salgadoinho, Timbaúbas e São José. Já as maiores temperaturas foram registradas em bairros densamente construídos, como o bairro Centro, onde o tipo de material empregado nas construções, possui alta capacidade de absorção e pouca refletância, funcionando como armazéns (ou armazenadores) de calor. Neste local foram registradas temperaturas que variaram entre 25°C e 25,8°C. Além dos elementos acima citados, a alta rugosidade representada pelos equipamentos urbanos, associados ao baixo índice da cobertura vegetal, o intenso fluxo de veículos, pessoas e mercadorias atuam como fatores que provocam um aumento considerável da temperatura do ar.

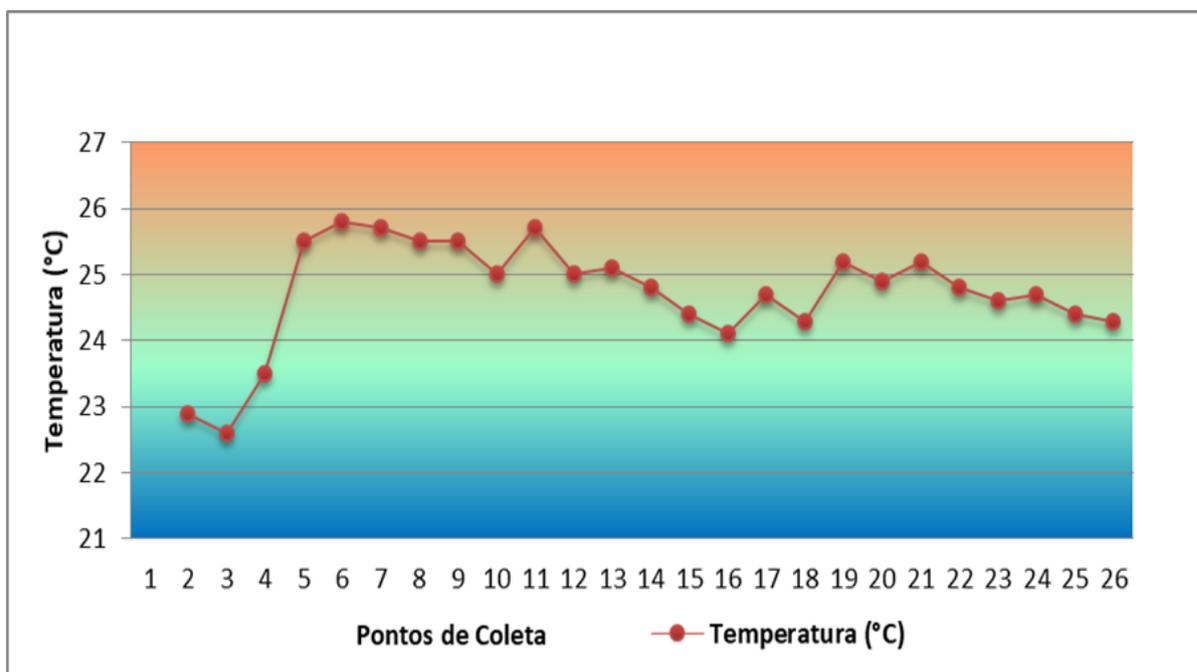
Figura 4 - Trajeto do transecto móvel



Fonte: Autoras (2018)

Diante disso, percebe-se que durante o percurso as temperaturas variavam sobretudo de acordo com as características geourbanas e geoambientais da área. As temperaturas que variaram de 22°C à 23°C, foram registradas nas localidades próximas ao rio salgado, e em áreas onde há incidência de cobertura vegetal arbórea, se comparada com outros locais da cidade, e onde a geometria urbana favorecia a circulação de ventos.

As temperaturas maiores, 24°C à 25°C, foram percebidas ao adentrarmos à cidade, em áreas intensamente urbanizadas, como em ruas do bairro centro e locais adjacentes, onde observa-se coberturas impermeáveis e de estanque, que absorvem facilmente a radiação eletromagnética, o que facilita sua distribuição e formação de núcleos de calor na cidade.

Gráfico 1 – Perfil do contraste térmico

Fontes: Autoras (2018)

O contraste térmico (Gráfico 1) identificado a partir da metodologia de transecto móvel em Juazeiro do Norte apresentou resultados semelhantes aos obtidos na literatura nacional e internacional, onde as maiores temperaturas foram registradas em ambientes densamente construídos. Na cidade investigada, isso é perceptível, pois além de fatores naturais, como o clima da região condicionado pela intensa insolação na área, nota-se que o fenômeno registrado encontra-se intrinsecamente ligado às ações antrópicas e as condições da cidade que facilitam o surgimento de núcleos de calor, muito embora, no presente experimento, em virtude das condições atmosféricas dinamizadas para o período não identificou-se muita variação da temperatura do ar, condicionadas por baixa magnitude e intensidade.

Parte deste contraste térmico pode ser visualizado no quadro 1, que descreve 6 pontos dos 25 coletados durante todo o trajeto do transecto móvel, bem como suas características geourbanas e geoeambientais.

Quadro 1 – Descrição de alguns pontos do transecto

Pontos		Características
1	Ponte sobre o rio Salgadinho	Local com médio fluxo de veículos, vias de acesso pavimentadas, baixa rugosidade em relação aos equipamentos urbanos e espaços abertos, com a presença de vegetação e drenagem.
5	Mercado central	Local com intenso fluxo de veículos, vias de acesso com pavimento asfáltico, alto índice de rugosidade, e materiais de construção impermeáveis e de estanque e ausência total de vegetação.
10	Estádio Romeirão	Local com intenso fluxo de pessoas e veículos, alta rugosidade, equipamentos urbanos de um e dois pavimentos, pouca vegetação e alto índice de telhados metálicos.
15	Parque das Timbaúbas	Avenida com fluxo contínuo de veículos, equipamentos urbanos de um pavimento, via de acesso com cobertura asfáltica e a presença de um parque ecológico com alto índice vegetacional e drenagens.
20	Rotatória do bairro Triângulo	Avenida com Fluxo intenso e contínuo, vias de acesso duplicadas e asfaltadas, presença de vegetação, alto índice de rugosidade em virtude da verticalização, equipamentos urbanos com cobertura metálica e de alvenaria.
25	Viaduto Juazeiro/Crato	CE-060 com intenso fluxo de veículos leves e pesados, via de acesso com cobertura asfáltica, presença de equipamentos urbanos, espaços abertos e vegetação

Fontes: Autoras (2018)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A medição da ilha de calor realizada em Juazeiro do Norte-CE, mostrou que as temperaturas mais baixas foram registradas nos bairros Salgadinhos, Timbaúbas e São José, sobretudo em áreas onde há presença de cobertura vegetal arbórea, redes de drenagem, menos equipamentos urbanos e mais espaços abertos, dinamizando um alto potencial dinâmico para atuar no arrefecimento das temperaturas.

Em contrapartida aos espaços urbanos densamente construídos com materiais de estanque, com a geometria urbana que não proporciona a circulação de ventos, associados ao pouco dossel vegetativo, registou-se as maiores temperaturas, situados nos bairros Centro, Pirajá e Triângulo.

A partir da mensuração de temperatura do ar através da metodologia de transectos móveis, percebeu-se que a mesma permite fornecer informações que possibilitam realizar análises detalhadas do ambiente urbano, no que se refere aos contrastes térmicos encontrados no trajeto, contribuindo para os estudos das ilhas de calor numa escala maior.

Através da realização desta metodologia, reflete-se a importância de se pensar a estrutura da cidade de uma forma que consolide os elementos associados ao potencial dinâmico e consequentemente seu arrefecimento.

A estimativa de temperatura registrada por meio do transecto móvel, apresenta-se como um importante instrumento que contribuiu para a gestão do espaço urbano, uma vez que apontam ambientes onde as temperaturas são maiores e a partir dessa medição, pode-se haver o mapeamento desses espaços a fim de realizar uma análise sobre as condições da temperatura de superfície e propor soluções viáveis melhorar o conforto termico nessas áreas onde são detectadas as ilhas de calor.

REFERÊNCIAS

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. Associação Brasileira de Climatologia – ABClima, 2015.

ESTEVAO, G. S. **Sensoriamento remoto como contribuição ao estudo das ilhas de calor de superfície em Juazeiro do norte, Ceará**. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Ceará (UFC), 2016.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Tradução Sílvia Helen Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

IPECE. **Perfil básico municipal** – Juazeiro do Norte. Fortaleza: IPECE, 2016 Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2015/Juazeiro_do_Norte.pdf> Acesso em 25 julho.2018

IPECE- **Caracterização territorial, características geográficas, recursos naturais e meio ambiente**. Disponível em: http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara_em_numeros/2012/territorial/01_001_caracteristicas_geograficas.pdf acessado em 01 agosto 2018.

LOMBARDO, M.A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles**. São Paulo: Ed. Hucitec. 1985.

ONU, 2017. **ONU projeta que população mundial chegue aos 8,5 mil milhões em 2030**. Disponível em: <http://www.unric.org/pt/actualidade/31919-onu-projeta-que-populacao-mundial-cheque-aos-85-mil-milhoes-em-2030>, acessado em março de 2018.

PAZ, L. H. F. **A influência da vegetação sobre o clima urbano de Palmas/TO**. 2009.169 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) - Faculdade de Arquitetura Urbanismo, Universidade de Brasília, 2009. Disponível em <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/7597?mode=full>, acesso em: 20 julho de 2018.