EVOLUÇÃO DO FENÔMENO DE ILHA DE CALOR EM CIDADE DE MÉDIO PORTE NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL[1]

PAULA, D. C. J., Universidade Federal de Mato Grosso, email: arqdiana.paula@gmail.com; SOUZA, N. S., Universidade Federal de Mato Grosso, email: natalliass@hotmail.com; MIRANDA, S. A., Universidade Federal de Mato Grosso, email: soneize@gmail.com; NOGUEIRA, M. C. J. A., Universidade Federal de Mato Grosso, email: mcjanp@gmail.com; SANTOS, F. M. M., Universidade Federal de Mato Grosso, email: flavia_mms@hotmail.com

ABSTRACT

Studies on the heat islands have proved to be an important tool for urban space management, to assist the decision making process in urban planning. However, most studies focus on large cities, but it is in medium and small cities that the root causes of the problem are facilitated by identifying the interaction between urbanization and urban climate. The objective of this article is to relate the intensity of the heat island in the urban area of Cuiabá-MT with the use and cover of the soil with maximum allowed occupation. The methodology used is the mobile night transect, passing through 19 points of the city. The results indicated that the highest percentage of impermeable coverage is those in which the occupation allowed varies between 60 and 80% of the area. It is also observed that in both transects in 70% of the points the intensity of the island is strong, varying between 4.1 and 5.3 ° C. Therefore, this article corroborates with heat island studies in a medium-sized city with a tropical climate in the Midwest region, considering that few studies focus on the investigation of the urban climate in the region.

***Keywords**: Urban planning. Urban Climate. Occupation of the soil.*

1 INTRODUÇÃO

Relatórios emitidos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC, consideraram a urbanização nas mudanças climáticas somente a partir de 2007. Em 2014, passa a existir um capítulo especialmente dedicado às cidades. Entretanto, as projeções de climas futuros não levam em consideração os efeitos de aquecimento local, como a ilha de calor urbana (DUARTE, 2015).

Todavia a Ilha de Calor Urbana – ICU é a principal manifestação do clima urbano e é considerado um dos maiores desafios ambientais do século XXI (RIZMAN, 2008). Devido à influência da ilha de calor urbana nas estimativas do aquecimento global ser controversa, alguns autores

[1] [1]PAULA, Diana Carolina Jesus de; SOUZA, Natallia Sanches e; MIRANDA, Soneize Auxiliadora de; NOGUEIRA, Marta Cristina de Jesus Albuquerque; SANTOS, Flávia Maria de Moura; In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

defendem a relevância do estudo da relação do crescimento das ilhas de calor com o aumento da urbanização (HANDI, 2010; EMMANUEL & KRUGER, 2012)

Segundo Brandão (2003), a magnitude da ilha de calor é classificada em função da intensidade e são agrupadas em fraca (0 a 2°C), moderada (2 a 4°C), forte (4 a 6°C) e muito forte (> 6°C). Os estudos voltados as ilhas de calor têm se mostrado um instrumento importante, por auxiliar o processo de tomada de decisão no planejamento urbano, isto é, colaboram no entendimento da dinâmica do ambiente físico urbano e os fatores que alteram o conforto ambiental nas cidades.

A maioria dos estudos estão focados nas grandes cidades, consequentemente, existem poucos estudos voltados para as regiões menos urbanizadas, como é o caso da região Centro-Oeste. Todavia, as cidades de médio e pequeno porte possuem características que facilitam a detectação da ICU, devido a interação sociedade-natureza na construção do clima urbano (MENDONÇA; RIBEIRO, 2003)

Estudos anteriores no município de Cuiabá, demonstraram a relação de altas temperaturas à altas densidades de construções (VASCONCELOS & ZAMPARONI, 2011). Fenômeno de ilha de calor em área central da cidade e ilha de frescor próximo a parque urbano (SANTOS et al., 2012), além de indicativo de aumento na intensidade de ilha de calor no verão (PAULA, 2017).

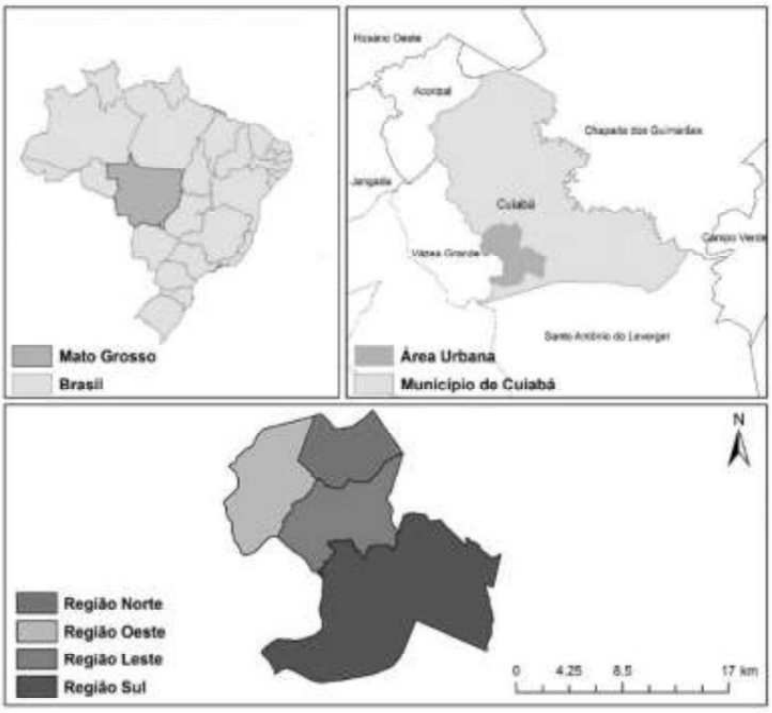
O objetivo deste artigo visa relacionar o movimento da ilha de calor na área urbana de Cuiabá-MT, com o uso e cobertura do solo e a ocupação máxima permitida no terreno, contribuindo como base de dados para estudos na região Centro-oeste do Brasil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Cuiabá é considerada uma cidade de médio porte e está situada ao sul do estado de Mato Grosso, na região Centro-Oeste do Brasil, com altitude média inferior a 200m, latitude 15°35'46"S e longitude 56°05'48"O. O perímetro urbano é resultante das diversas transformações sofridas ao longo de sua história, evidenciando os vazios urbanos decorrentes de especulação imobiliária (IPDU, 2010), conforme Figura 1.

Figura 1 – Perímetro urbano



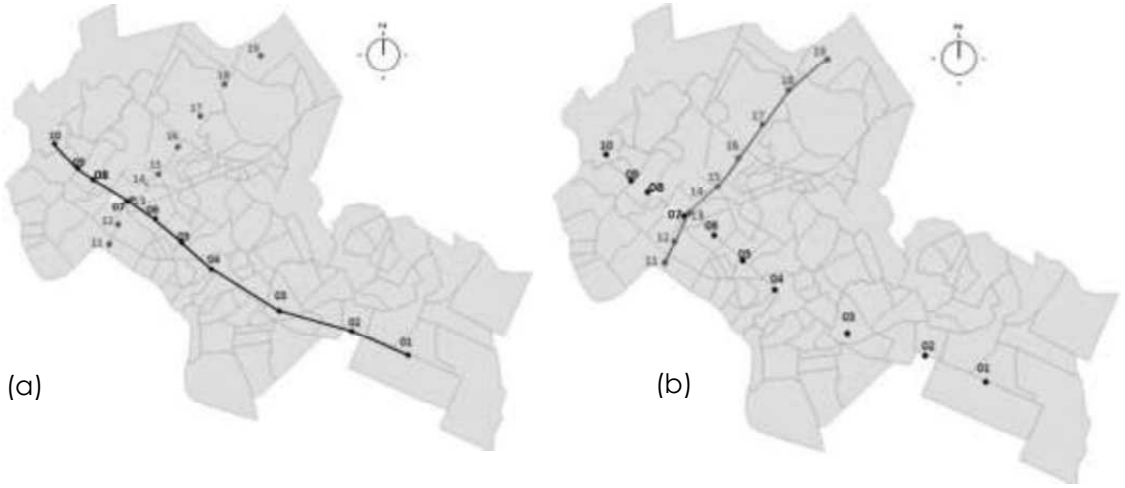
Fonte: Souza (2016)

O perfil climático é o tropical continental semi-úmido do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, uma quente-seca (outono-inverno) e uma quente-úmida (primavera-verão) e máximas diárias de temperatura do ar que oscilam entre 30°C e 36°C (SANTOS, 2012).

2.2 Metodologia

A coleta de dados foi realizada por meio de transecto móvel noturno, utilizando veículo automotor, às 20 horas, passando por 19 pontos na cidade, sendo o transecto 1 com 10 pontos (19,76km) e o transecto 2 com 9 pontos (11,6km), durante o ano de 2016, conforme Figura 2(a) e Figura 2(b).

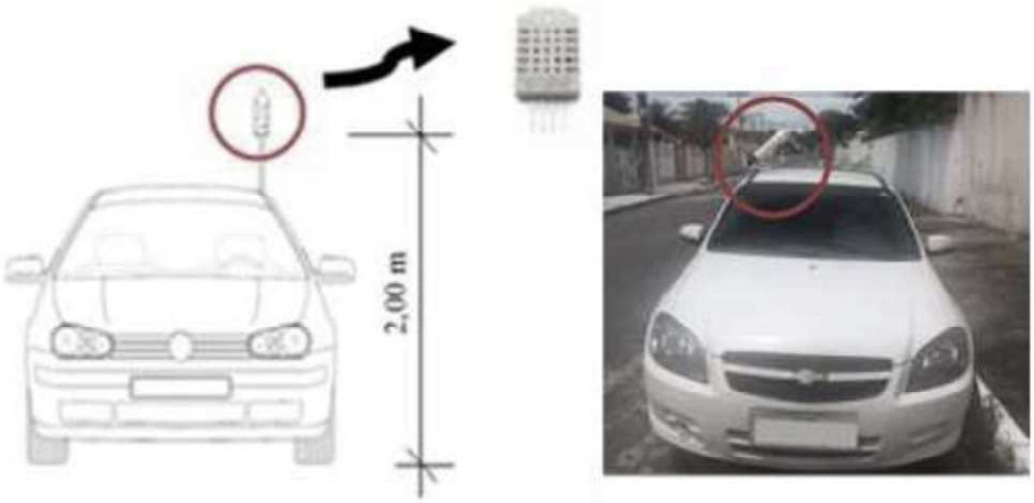
Figura 2– Transectos 1 e 2, figura 2(a) e figura 2(b)



Fonte: Paula (2017)

Para medir a temperatura do ar e a umidade relativa do ar, utilizou-se um datalogger com GPS, sensor RTL-10709, protegido por um abrigo, acoplado na lateral do veículo com aproximadamente 2m do solo, conforme Figura 3.

Figura 3 – Sensor utilizado



Fonte: Paula (2017)

Segundo, Cohen et al. (2012) a determinação da ilha de calor é definida pela diferença entre as temperaturas do ar medidas nos espaços urbanos e no espaço rural que o circunda.

Para a mensuração da intensidade da ilha de calor urbana, foram utilizados os registros dos transectos móveis ponto por ponto, coletados durante o ano todo, e os dados disponíveis na Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (Código OMM: 86705), localizada no Aeroporto Marechal Rondon, em Várzea Grande - MT,

cidade adjacente a Cuiabá-MT, sendo a estação de referência denominada "estação rural".

Foram geradas tabelas com os dados coletados e posteriormente relacionados com os registros da estação rural para a obtenção da intensidade da ilha de calor nos 19 pontos.

Para identificar o uso e a ocupação do solo nos pontos de estudo, foi utilizada a Lei Complementar de Uso e Ocupação do Solo Urbano de Cuiabá - 389/2015 (LUOSU-389/2015).

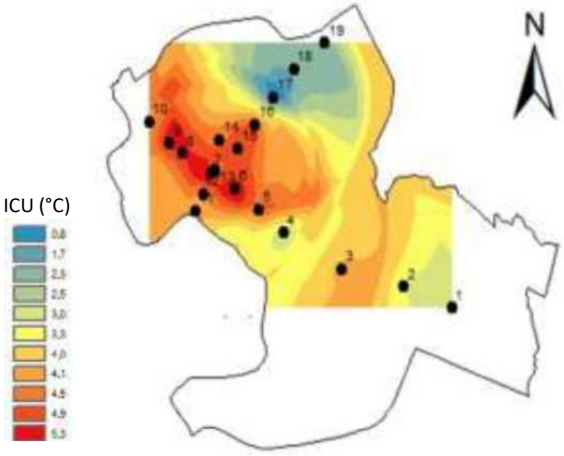
Na quantificação dos atributos de cobertura do solo nos pontos, foram gerados mapas temáticos, de acordo com a metodologia de Kastzschner (1997). Obtendo as porcentagens referentes a cada classe de interesse, isto é, cobertura permeável (vegetação rasteira, vegetação arbórea, solo exposto e corpos d'água) e cobertura impermeável (área pavimentada e área edificada).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta móvel dos dados e comparação com os dados da estação rural, observou-se intensidade da ilha de calor fraca em dois pontos P10 (0,8°C) e P17 (1,7°C), moderada em quatro pontos sendo: P2 (3,3°C) e P4 (3°C), e em P18 (2,4°C) e P19 (2,5°C).

A intensidade forte, foi observada nos outros treze pontos, variando entre 4,1°C (P3 e P12) a 5,3°C (P6 e P7), ou seja, observa-se que o movimento da ICU é crescente a partir das extremidades do perímetro urbano do município, nas regiões mais afastadas do centro urbano, e intensificadas quando próximas as áreas mais adensadas, conforme Figura 4.

Figura 4 – Evolução da ICU em 2016 no município de Cuiabá-MT



Fonte: Os autores

Os resultados de cobertura do solo, foram obtidos a partir de mapas temáticos, possibilitando quantificar a porcentagem de cobertura permeável e impermeável em cada ponto. Posteriormente, verificou-se

a relação dos dados obtidos com o fenômeno da ilha de calor nos 19 pontos e as zonas de uso do solo e ocupação máxima permitida, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Relação dos pontos com a ilha de calor, cobertura do solo, zona de uso e ocupação máxima permitida em Cuiabá-MT

Pontos	ICU (°C)	Intensidade ICU	Cobertura Permeável (%)	Cobertura Impermeável (%)	Zona De Uso Do Solo	Coeficiente de Ocupação (%)
1	5,3	Forte	43	57	ZAI	≤ 60
2	3,3	Moderada	56	44	ZCTR1	≤ 75
3	4,1	Forte	46	54	ZCTR1	≤ 75
4	3,0	Moderada	75	25	ZCTR1	≤ 75
5	4,6	Forte	43	57	ZCTR1	≤ 75
6	5,3	Forte	27	72	ZCTR1	≤ 75
7	5,3	Forte	30	70	ZAC	≤ 80
8	4,8	Forte	33	66	ZCTR1	≤ 75
9	5,2	Forte	32	68	ZCTR1	≤ 75
10	0,8	Fraca	80	20	ZEX	≤ 15
11	4,3	Forte	41	59	ZAC	≤ 80
12	4,1	Forte	23	77	ZAC	≤ 80
13	4,5	Forte	37	63	ZAC	≤ 80
14	4,4	Forte	17	83	ZCTR1	≤ 75
15	4,9	Forte	23	77	ZCTR1	≤ 75
16	4,8	Forte	36	66	ZCTR1	≤ 75
17	1,7	Fraca	85	15	ZIA2	≤ 5
18	2,4	Moderada	32	68	ZCTR1	≤ 75
19	2,5	Moderada	66	34	ZEX	≤ 15

Fonte: Os autores

Observa-se que tanto no transecto 1 quanto no transecto 2, em aproximadamente 70% dos pontos a ICU evidencia intesidade forte, sendo os pontos: P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P11, P12, P13, P14, P15 e P16.

O ponto P1 de acordo com a LUOSU-389/2015 é Zona de alto impacto destinado às atividades e empreendimentos da subcategoria alto impacto não segregável, ou seja, não é permitida a implantação de atividades de uso residencial, com potencial construtivo de 1x a área do terreno.

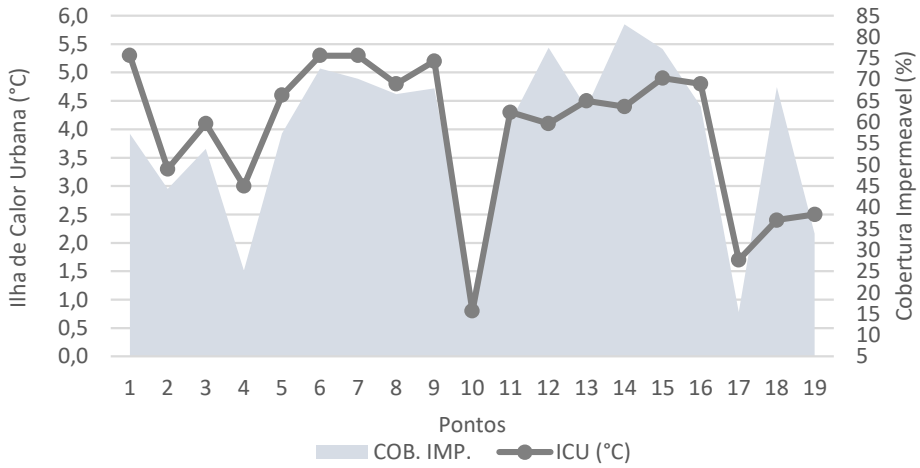
Os pontos P3, P4, P5, P6, P8, P9, P14, P15 e P16, estão categorizados como zona de corredor de tráfego 1 conforme a LUOSU-389/2015, e são compreendidos por lotes com frente para as vias públicas urbanas, classificadas como vias estruturais, portanto, com potencial construtivo de 3x a área do terreno.

Já os pontos P7, P11, P12 e P13, estão categorizados como zona de área central, é caracterizada por ser formada dentro do centro da cidade e pelo alto grau de concentração e complexidade das funções urbanas, com potencial construtivo de 2x a área do terreno. Estes pontos estão

localizados no encontro dos dois transectos com valores de ICU mais elevados.

A maioria dos pontos, possuem coeficiende de ocupação variando entre 60 ≥ a ≤ 80% com elevados valores de cobertura impermeável, ou seja, onde a intensidade da ICU varia de 4,1°C a 5,3°C, conforme Figura 5.

Figura 5 – Relação da ilha de calor e a cobertura impermeável em cada ponto



Fonte: Os autores

Nota-se na figura 5 que os pontos com os menores valores de ICU são: P10 e P17. Todavia, o ponto 10 está localizado em zona de expansão urbana, caracterizado por áreas não parceladas para fins urbanos, destinadas à ampliação da ocupação urbana com potencial construtivo baixo, isto é, 0,15x a área do terreno. Já o ponto 17 está em zona de interesse ambiental 2, que é constituido por áreas com potencial ambiental e paisagistico, com baixa densidade e potencial construtivo de 0,5x a área do terreno.

Desta forma, observa-se que estes pontos podem ser considerados ilhas de frescor, por registrarem valores elevados de cobertura permeavel, por estarem situados em áreas com presença de corpos d`água, principalmente parques urbanos.

Os pontos com intensidade de ICU moderada são: P2, P4, P18 e P19. Sendo que P4 recebe influência de corpo d'água (rio coxipó), observa-se valor elevado de cobertura permeável, isto é, acima de 30%. Já os pontos P18 e P19 recebe influência de parque urbano situado no ponto P17, corroborando com estudos anteriores, quando se refere a área de abrangência de um determinado espaço verde, estar associado a vários fatores, quanto a influência higrométrica tem uma extensão proporcional à dimensão do espaço verde.

Desta maneira, observa-se que a evolução da ilha de calor acompanha o comportamento da ocupação e do uso do solo urbano, quando se compara com os dados da cobertura do solo nos pontos estudados. Pois, os pontos com intensidade ICU forte são pontos que ficam em regiões mais adensadas da cidade, com valores expressivos de cobertura impermeável, acima de 50%.

A análise estatistica dos dados apresentaram coeficiente de relação alto (r=0,96) entre as váriaveis e correlação positiva moderada entre a cobertura impermeavel e a Ilha de calor com valor de r^2 maior que 0,50.

4 CONCLUSÕES

De forma geral, os resultados foram satisfatórios, pois os pontos que possuem maior porcentagem de cobertura impermeável são aqueles em que a ocupação permitida varia entre 60 a 80% da área do terreno. Observa-se ainda, que nos dois transectos em 70% dos pontos a intensidade da ilha é forte, variando entre 4,1 a 5,3°C.

Observa-se que a evolução da ilha de calor acompanha o comportamento da ocupação e do uso do solo urbano, quando se compara com os dados da cobertura do solo nos pontos estudados. Pois, os pontos com intensidade ICU forte são pontos que ficam em regiões mais adensadas da cidade, com valores expressivos de cobertura impermeável, acima de 50%.

E os pontos com intensidade moderada (2,4°C a 3,3°C) e fraca (0,8°C a 1,7°C) de ICU, ficam localizados em áreas que possuem valor de cobertura permeável acima de 30%. Portanto, este artigo vem corroborar com estudos de ilha de calor em cidade de porte médio de clima tropical na região Centro-Oeste, haja vista, que são poucos os estudos voltados a investigação do clima urbano em municípios em expansão e sem planejamento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES e CNPq pelo apoio financeiro durante a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, A. M. P. M. **O clima urbano na cidade do Rio de Janeiro**, In: MENDONÇA, F. (Org.); MONTEIRO, C. A. F. (Org.). Clima urbano. São Paulo: Contexto, 192f. 2003.

CUIABÁ, Prefeitura Municipal de Cuiabá/ *Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano.* IPDU – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano. Cuiabá, 2015.

DUARTE, D. H. S**. O impacto da vegetação no microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de aquecimento urbano**. São Paulo, 2015. 167f. Tese (Livre Docência) – Departamento de Tecnologia da Arquitetura – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

EMMANUEL, R.; KRÜGER, E.L. Urban heat island and its impact on climate change resilience in a shrinking city: The case of Glasgow, UK. **Building and Environment**, v. 53: p. 137-149, 2012.

KATZSCHNER, L. **Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In**: Anais IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construido. Salvador, 1997.

SOUZA, N. S. **Análise da relação da radiação solar na formação de ilhas de calor em diferentes configurações urbanas em Cuiabá-MT**. Cuiabá, 2016, 60f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pós-Graduação em Física-Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

ONU - Organizações das Nações Unidas. (2012). Disponível em http://unicrio.org.br/ Acesso em 09.11.2016.

PAULA, D.C.J **– Análise termohigrométrica pós intervenções urbanas em Cuiabá-MT**. Cuiabá, 2017. 106f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2017.

VASCONCELOS, L. C. S.; ZAMPARONI, C. A. G. P. Os Efeitos da urbanização no microclima no bairro Mora da Serra, Cuiabá-MT. **Revista O Espaço Geográfico em Análise – RAEGA**, v. 23, 2011. p.573-599.