



UMA ANÁLISE SOBRE A FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR EM CIDADES DE PEQUENO PORTE

An analysis on the formation of heat islands in small cities

José Ricardo Rodrigues Rocha

Universidade Federal de Jataí - UFJ
josericardorodriguesrocha69@gmail.com

Washington Silva Alves

Universidade Estadual de Goiás - UEG
washington.alves@ueg.br

Regina Maria Lopes

Universidade Federal de Jataí
lopesregina@ufj.edu.br

Divino José Lemes de Oliveira

Universidade Estadual de Goiás - UEG
professorzezinho@gmail.com

Resumo: A formação de ilhas de calor é proveniente das alterações provocadas na superfície terrestre e, expressa maiores intensidades nos centros urbanos, a qual condiciona desconforto térmico para a população. Neste sentido, o objetivo deste trabalho consistiu em analisar as características espaciais da ilha de calor urbana em duas cidades, sendo Iporá (GO) pequena cidade e Jataí (GO) considerada como média. A pesquisa foi realizada durante um dia representativo da estação de inverno e da primavera de 2015. Os dados foram obtidos por meio de termohigrômetros Data Logger modelo HT-500 e HT-4000 distribuídos em cinco pontos em Iporá e sete pontos em Jataí. Após a coleta foram organizados em planilhas de cálculo para análise e interpolação sobre a base cartográfica da área urbana das cidades para representar a característica espacial da ilha de calor nas cidades de estudo. Os resultados demonstraram que os padrões de ocupação da malha urbana aliados aos fatores geoecológicos das cidades influenciaram diretamente nos valores registrados, sendo que as áreas com maior adensamento urbano tiveram as temperaturas do ar mais elevadas em relação as áreas com a presença de vegetação, que tiveram os registros das menores. A maior intensidade da ilha de calor ocorreu nas áreas com elevada densidade de ocupação e pouca arborização, nos horários de 19h e 20h, devido ao ganho de calor durante o dia pela radiação solar. A vegetação foi significativa para a atenuação nos valores de temperatura do ar, sendo que em Jataí o P3 apresentou uma zona de frescor devido a vegetação nativa do Cerrado no centro da área urbana.

Palavras-chave: Clima Urbano. Inverno. Primavera. Temperatura do ar

Abstract: The formation of heat islands comes from the changes caused in the earth's surface and expresses greater intensities in urban centers, which conditions thermal discomfort for the population. In this sense, the objective of this work was to analyze the spatial characteristics of the urban heat island in two cities, being Iporá (GO) a small city and Jataí (GO) considered as medium. The survey was carried out during a representative day of the winter and spring seasons of 2015. Data were obtained using Data Logger model HT-500 and HT-4000 thermohygrometers distributed at five points in Iporá and seven points in Jataí. After collection, they were organized into spreadsheets for analysis and interpolation on the cartographic base of the urban area of the cities to represent the spatial characteristic of the heat island in the study cities. The results showed that the patterns of occupation of the

urban fabric allied to the geocological factors of the cities directly influenced the registered values, and the areas with greater urban density had the highest air temperatures in relation to the areas with the presence of vegetation, which had minor records. The greatest intensity of the heat island occurred in areas with high occupation density and little afforestation, at 7:00 pm and 8:00 pm, due to heat gain during the day by solar radiation. The vegetation was significant for the attenuation of the air temperature values, and in Jataí the P3 presented a cool zone due to the native vegetation of the Cerrado in the center of the urban area.

Keywords: Urban Climate. Winter. Spring. Air temperature

INTRODUÇÃO

No contexto do desenvolvimento das relações entre o homem e o meio, é possível verificar em paralelo a sua história as modificações provocadas por ele, principalmente nos centros urbanos. As alterações no meio natural por outro completamente adverso gera fluxos de calor que provocam a elevação dos valores térmicos produzindo um clima especificamente da cidade, denominado de clima urbano.

O ritmo e a magnitude de produção e armazenamento de calor nas cidades são profundamente alterados pelas dinâmicas urbanas, as quais se transformam nas maiores fontes indiretas de produção de gases causadores do efeito estufa. Em contrapartida, a forma e intensificação do uso e ocupação do solo provoca uma pressão cada vez maior sobre o sítio local, aumentando assim o potencial da mudança climática, com a ocorrência mais frequente de episódios atípicos (WMO, 1996).

Neste contexto, o desconforto térmico atinge grande parte da população que vive nas áreas urbanas, principalmente em bairros com elevada densidade de construção e com ausência de áreas verdes. Nessas áreas a interação entre a radiação solar e superfície é modificada, pois o material utilizado na construção das cidades (concreto, ferragens, massa asfáltica, etc.) possui uma constituição física que permite reter mais calor do que nas áreas rurais adjacentes, onde o calor retido durante o dia é irradiado rapidamente para atmosfera, enquanto que nas áreas urbanas esse processo ocorre de modo mais lento. Como resultado há a formação das ilhas de calor urbana.

Basane (2011), expõe que com a intensa urbanização ocorre a impermeabilização do solo, ocasionando a diminuição da evaporação, a evapotranspiração e a infiltração, gerando desconforto térmico. Segundo Gartland (2010) as Ilhas de calor são formadas em áreas urbanas

e suburbanas porque muitos materiais de construção comuns absorvem e retêm mais calor do sol do que materiais naturais em áreas rurais menos urbanizadas.

Amorim (2010) apontou transformações que ocorrem durante o processo de construção e ampliação das cidades que são responsáveis pelas variações de temperatura dentro desse ambiente e conseqüentemente pela formação de ilhas de calor, são eles: a retirada da vegetação original, o aumento da circulação de veículos e pessoas, a impermeabilização do solo, as mudanças no relevo, por meio de aterros, canalizações de rios e córregos, concentração de edificação verticalização urbana, instalação de equipamentos urbanos (parques, praças, edifícios, áreas industriais, residenciais etc.), além do lançamento de partículas e gases poluentes na atmosfera.

Desta forma, como afirma Monteiro (1990), faz-se necessário adentrar a cidade e identificar suas características da vida urbana, sendo que essas vão influenciar o balanço da radiação, que, automaticamente, irão influenciar, sobretudo, na temperatura do ar.

Mendonça (2001) coloca que a saúde humana é influenciada pelo clima e que os efeitos na população são mais acentuados nas pessoas que estão à mercê de sua ação. Assim, expõe que quando os fatores do ambiente atingem valores extremos, sob atuação de ondas de calor ou frio, de ventos violentos, ou de precipitações abundantes, por exemplo, então eles afetam a saúde humana. Assim, a mortalidade aumenta durante as ondas de calor (sobretudo crianças e idosos), sendo cada vez mais marcada quando temperaturas elevadas se combinam com forte higrometria.

Assim, Lombardo (1985) reforça que a densidade demográfica, as áreas construídas, a pavimentação asfáltica e as áreas industriais podem interferir nos diferentes padrões de refletividade, ou de albedos, afetando o equilíbrio climático local, sendo que a radiação é absorvida e emitida pela superfície.

A temática do clima urbano teve seu início com os primeiros estudos nas cidades de grande porte, sendo que nelas a magnitude dos problemas urbanos é mais evidenciada. Contudo, nota-se que as cidades de médio e pequeno porte também vem ganhando destaque devido à presença de efeitos negativos do clima, como exemplo o aumento das temperaturas, formando as ilhas de calor.

Mendonça (2003) e Rossato (2010) enfatizam que o clima urbano nessas cidades de pequeno porte pode servir de comparação com as de grande porte, além de relacionar o grau de influência dos espaços urbanos com diferentes dimensões no clima de cada local.

Neste sentido o objetivo desta pesquisa consistiu em analisar as características espaciais da ilha de calor urbana em duas cidades do cerrado brasileiro, sendo a cidade de Iporá e Jataí (GO). Os experimentos foram realizados em dias representativos, no inverno e na primavera de 2015. A escolha destas estações se deu em razão de ser nestes períodos que os menores e maiores valores de temperatura do ar são registrados nas áreas de estudo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As cidades de análise estão localizadas no Estado de Goiás, no domínio do Cerrado brasileiro, sendo Iporá localizada na mesorregião do oeste goiano, a 220km da capital, Goiânia. Possui uma população, segundo informações prévias do censo do IBGE (2022), de 35.284 habitantes; destes, em torno de 30.000 residem na área urbana, distribuídos em 66 bairros, e 5.205 na área rural. O município de Jataí localiza-se na microrregião do sudoeste goiano, possui área total de 7.174 km², sendo que o perímetro urbano da cidade ocupa uma área de 28,8 Km², quanto à população do município é de 104.656 habitantes com densidade de 12,23 hab/km² (Figura 1).

O estudo proposto do clima urbano nas cidades de pequeno e médio porte do Cerrado brasileiro (Iporá e Jataí-GO) tem como base metodológica a Teoria do Clima Urbano, proposta por Monteiro (1975), em que o autor aborda o clima como um “sistema singular, aberto, evolutivo, adaptativo e morfogênico, composto pelo clima local e pela cidade”. Desta forma, o S.C.U. (Sistema Clima Urbano) proposto por Monteiro (1975) foi subdividido em três subsistemas, sendo que nesta pesquisa teve como ênfase no subsistema termodinâmico, que aborda as influências do meio natural ou construído na formação do clima urbano.

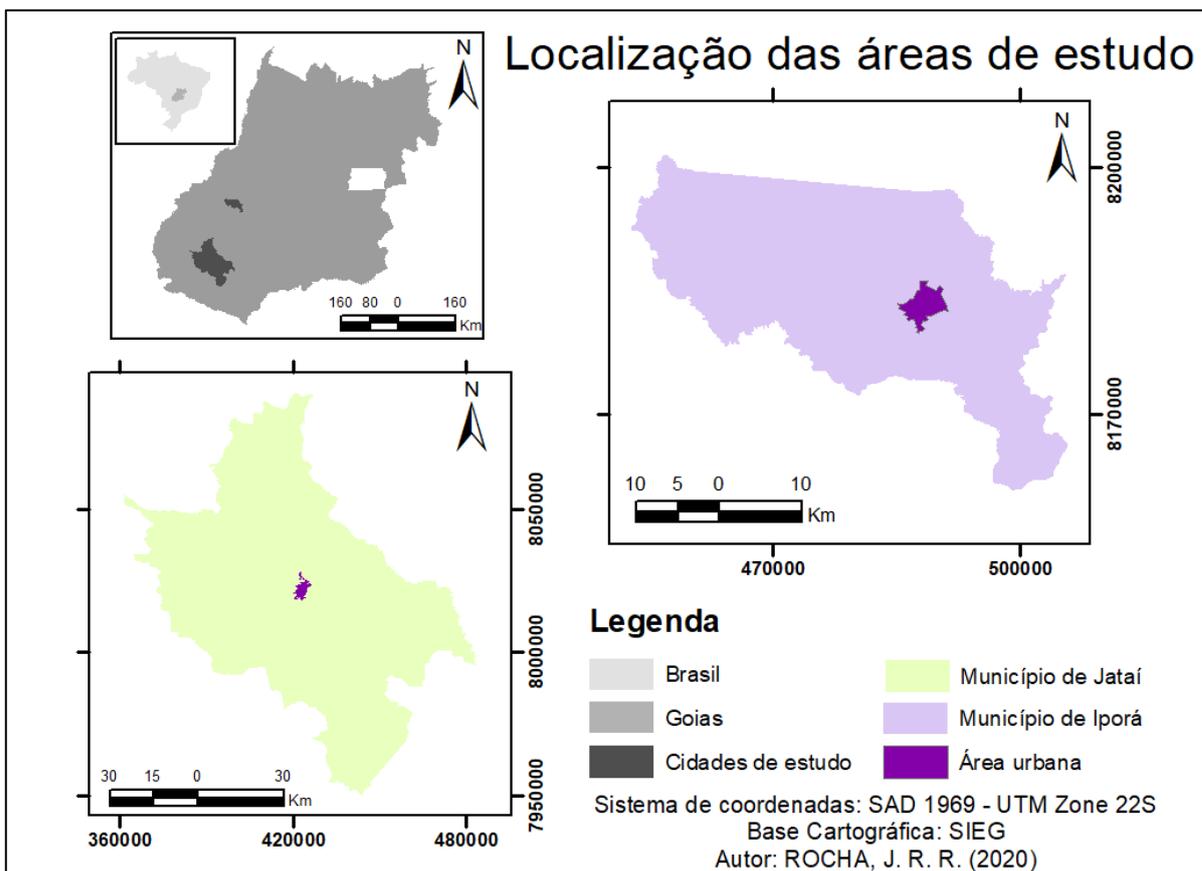


Figura 1 – Localização da cidade de Iporá e Jataí (Go).

Fonte: Próprios autores (2020)

Inicialmente para o desenvolvimento deste trabalho foi realizado o levantamento dos aspectos geoambientais (vegetação urbana, exposição de vertentes, hipsometria e hidrografia) e geourbanos (densidade de construção e pavimentação, uso e ocupação do solo).

Para o registro dos dados de temperatura do ar foram utilizados termohigrômetros digitais (dataloggers modelo HT-500 e HT-4000) acoplados em um mini abrigo de madeira, pintado na cor branca, revestidos de telas de náilon para proteger da radiação solar e insetos (Figura 2 - A, B e C). Os abrigos foram instalados em pontos estratégicos na malha urbana das cidades, escolhidos previamente e que se distinguem quanto a densidade de construção, pavimentação, área com vegetação, exposição das vertentes do relevo, hidrografia, função (comercia, residencial, mista) e o movimento de veículos e pessoas.

Devido à dificuldade de instalar na altura padrão (1,5 metros), realizou a compensação dos valores de temperatura do ar conforme estudo realizado por Rocha (2015), onde os mesmos foram instalados na estação do INMET, em Jataí-GO, a partir da altura padrão 1,5 metros até

4,0 metros (1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 e 4,0 m). Na Tabela 1 estão apresentados os valores de correção da temperatura nas diferentes alturas.

Tabela 1 – Fatores de correção da temperatura do ar em relação à altura

Altura (m)	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Temperatura (°C)	0,0	0,06	0,03	0,05	0,18	0,07

Fonte: Rocha (2015)

Desta forma, os data loggers foram programados para registrar os valores de temperatura do ar em intervalos de 1 hora, assim foram distribuídos em cinco pontos distintos da área urbana de Iporá e sete pontos em Jataí.

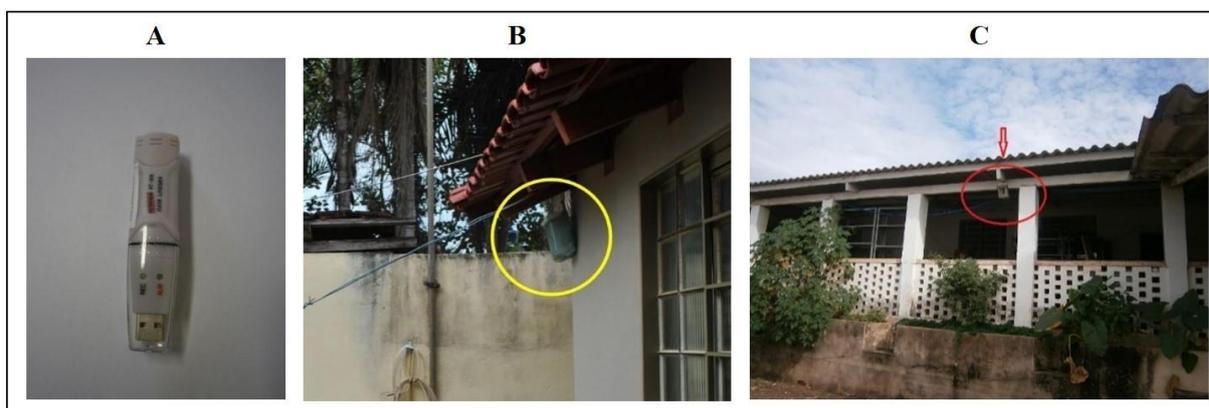


Figura 2 – A) Termohigrômetro HT-500; B) Ponto de coleta instalado no P4 em Iporá e C) Ponto de coleta instalado no P4 em Jataí.

Fonte: Alves (2014) e Rocha (2015)

Os dados de temperatura do ar foram coletados entre os horários de 18h e 23h com o objetivo de verificar o desenvolvimento da ilha de calor no período noturno, tendo em vista que a partir das 18h a intensidade da radiação solar diminui gradativamente até cessar. Sendo possível verificar a atuação dos materiais construtivos na retenção de calor e geração das ilhas de calor, pois conforme a literatura citada na introdução as áreas densamente construídas e com pouca ou nenhuma vegetação tendem a serem áreas propícias para geração de ilhas de calor.

Os dados obtidos neste intervalo de tempo foram organizados em planilhas de cálculo para obter as diferenças térmicas, bem como a interpolação horária dos dados por meio de software para que fosse identificado a região da cidade que demonstrou a formação da ilha de calor e sua evolução entre o intervalo de horários citados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa seção foram apresentados os resultados concernentes as condições atmosféricas predominantes sobre ambas as cidades nos dias dos experimentos, o levantamento das características dos pontos elencados e também dos experimentos realizados nas cidades de Iporá-GO e Jataí-GO.

Conforme foi mencionado por Amorim (2010) e Gartland (2010) as ilhas de calor se manifestam, em sua maior intensidade, durante condições de estabilidade atmosférica, pois não há uma redução das interferências de sistemas atmosféricos nas condições climáticas locais. Portanto, para a análise episódica utilizou-se duas estações para a área de estudo, sendo estação do inverno (dia 14/07/2015) e na primavera (dia 18/10/2015). Esses dias foram selecionados porque apresentarem condições de tempo favorável para a análise da formação de ilhas de calor. Foram dias ensolarados, sem nuvens em situação de calmaria, ou seja, condições de estabilidade atmosférica (Figura 3). Justifica-se também que esses episódios representam os dias da estação mais fria e mais quente do ano nas cidades de Iporá e Jataí-GO.

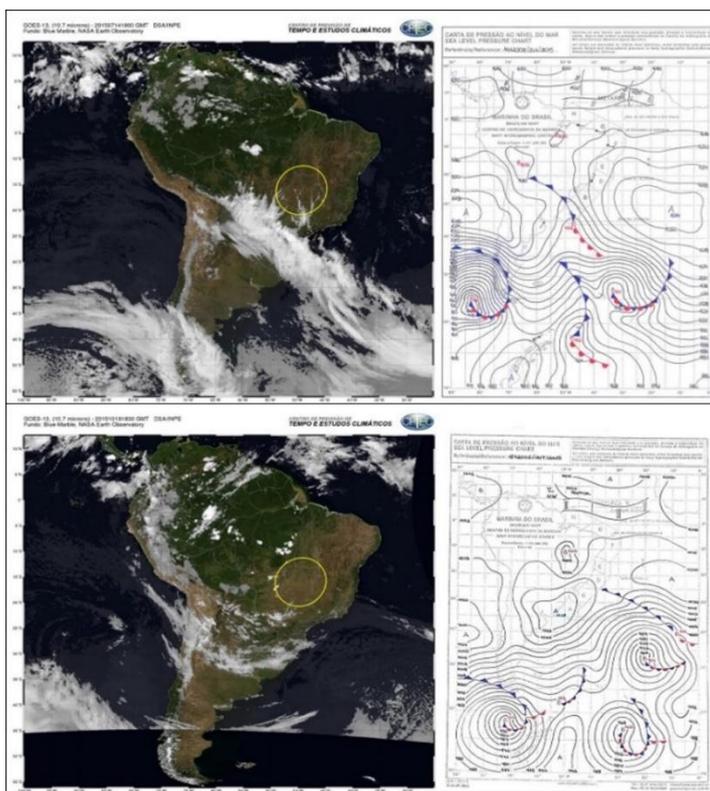


Figura 3 – Condição atmosférica nos dias 14/07/2015 e 18/10/2015
Fonte: CPTEC (2020) e Marinha do Brasil (2020)

Aspectos geocológicos e geourbanos dos pontos de coleta

Para a coleta de dados utilizou-se localizações que registraria informações das várias características geocológicas e geourbanos nas cidades, desta forma, em Iporá-GO o P1 estava localizado no Campus da Universidade Estadual de Goiás (UEG), uma área residencial com ruas e avenidas parcialmente pavimentadas ao norte da cidade. O P2 foi instalado na secretaria regional de saúde, área densamente construída, situada no centro da malha urbana da cidade, porém próximo ao córrego Tamanduá. O P3 estava situado na Vila Itajubá, uma área densamente construída, com baixo índice de vegetação, na parte leste da cidade. O P4 foi instalado no Setor Central, que possui área totalmente construída, com uso comercial, na parte sudoeste da cidade. O P5 que estava localizado no Bairro Mato Grosso, um bairro com área densamente construída e alto índice de vegetação, na parte noroeste da cidade. Por ser uma área residencial os moradores cultivam árvores frutíferas nos seus quintais. Além disso há presença de vegetação nas calçadas e nos canteiros centrais das avenidas do bairro.

Para a cidade de Jataí, no Quadro 1 está apresentado os pontos de coleta. O P1 estava localizado no Centro Tecnológico Sucam, local público, no Setor Epaminondas, a noroeste da cidade. É um bairro residencial, ainda com poucas casas e terrenos baldios. O P2 foi situado no Vila Vida, uma instituição que abriga casais de idosos, a nordeste da cidade, possui pavimentação asfáltica, arborização e solo exposto. O P3 foi instalado na Universidade Federal de Jataí, no Campus Riachuelo, no setor Samuel Graham; ao lado está o Parque Ecológico Samuel Graham. O P4 encontrava-se no Centro Sucam, localizada no setor Central da cidade, sendo uma área comercial e bancária da cidade, com intenso fluxo de carros e pessoas que possui uma grande densidade de edificações e pouca arborização. O P5 situou-se no Clube dos Sargentos (41° BIMtz de Jataí), ao sul da cidade, área de preservação e lazer com presença de gramíneas e piscinas, onde a vegetação é abundante. O P6 estava localizado em um bairro residencial, Cohacol V, sudoeste da cidade, possuindo pavimentação em todas as ruas, presença de pouca arborização nas calçadas, alta densidade de construção. Por fim, o P7 estava localizado na estação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), na Universidade Federal de Jataí (UFJ), sudeste da cidade, em uma área suburbana.

Quadro 1 - Síntese dos aspectos geocológicos e geourbanos analisados na cidade de Iporá-GO

Ponto	Iporá (GO)			Jataí (GO)		
	Altitude	Exposição das vertentes	Uso da terra	Altitude	Exposição das vertentes	Uso da terra
P1	602	Oeste	Serviços	788	Leste	Residencial
P2	576	Sul	Residencial	735	Sudoeste	Residencial
P3	620	Noroeste	Residencial	795	Sudeste	Serviços
P4	602	Oeste	Comercial	675	Sudeste	Comercial
P5	571	Sudoeste	Residencial	615	Oeste	Reserva cerrado
P6	-	-	-	675	Sul	Residencial
P7	-	-	-	670	Oeste	Universidade

Fonte: Próprios autores (2020)

Análise episódica das ilhas de calor no inverno em Iporá e Jataí (GO)

Durante o experimento realizado, o comportamento térmico no episódio de inverno de 2015, em Iporá, demonstrou que as temperaturas do ar oscilaram entre 27,0°C a 35,6°C. Durante o horário das 18h houve a configuração de uma ilha de calor sobre a área do P1, ao norte na área central da cidade. No horário das 19h é possível observar uma modificação na distribuição espacial da temperatura do ar, que configurou a formação de dois centros de calor. O primeiro, sobre a área do P1 permaneceu e desencadeou outro sobre a área do P4. Nos demais horários analisados a ilha de calor se configurou sobre a área do P4 (Figura 4). Cabe ressaltar que durante o horário de 18h a ilha de calor se formou na área do P1 em razão da vertente voltada para oeste, fator que contribuiu para a maior intensidade da radiação e o aquecimento nessa área.

As áreas que permaneceram com menores valores de temperatura do ar foram no P2 e P3 em todos os horários em razão da maior intensidade de vegetação presente nas localidades. Quanto a intensidade da ilha de calor observou que a menor ocorreu com 2,6°C, registrada no horário das 19h e a maior intensidade 4,1°C no horário das 23h.

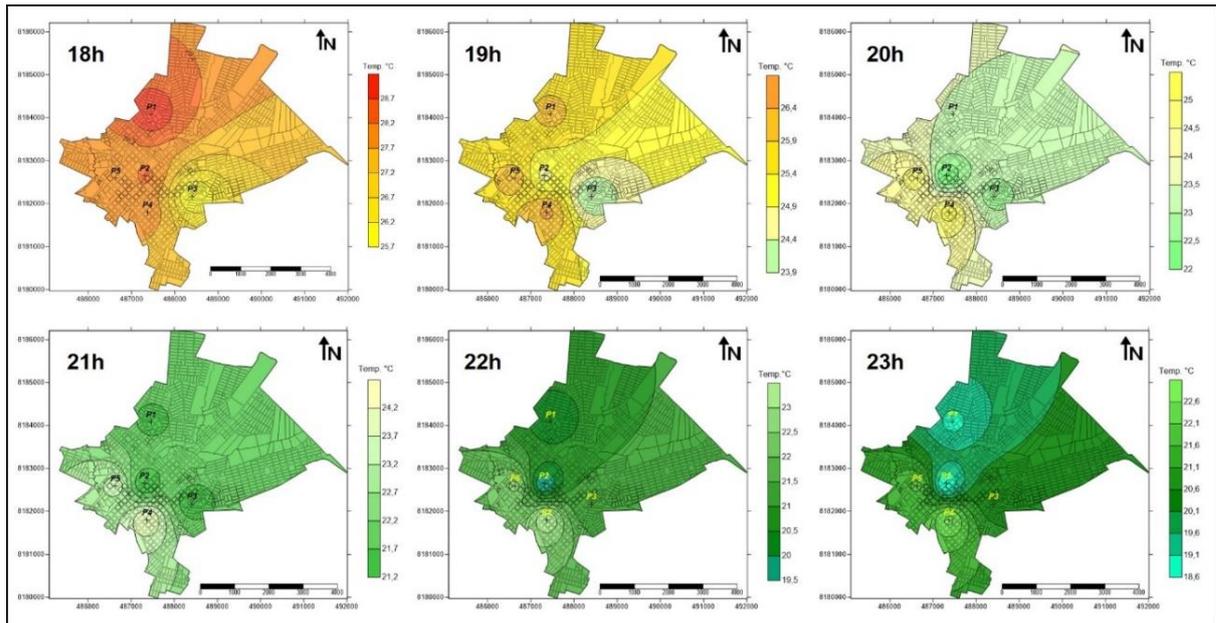


Figura 4 – Formação de ilhas de calor em Iporá-GO no dia 14/07/2015 entre o horário das 18h e 23h
 Fonte: Próprios autores (2017)

Esse resultado demonstrou que, mesmo se tratando de uma cidade pequena, houve a configuração de ilhas de calor durante o período noturno. Também foi possível verificar que as características morfológicas da cidade (densidade de construção, pavimentação e o movimento de veículos e pessoas) atuaram conjuntamente com a exposição da vertente voltada para oeste fazendo com que na área do P4 houvesse maior armazenamento de calor durante o dia. A atuação desses fatores na configuração espacial e na formação das ilhas de calor foi citada por Monteiro (1990), Amorim (2010) e Gartland (2010).

Para a cidade de Jataí (Figura 5), as temperaturas oscilaram entre 17,8 a 28,5 °C. Por meio da espacialização dos dados verificou que a ilha de calor prevaleceu na localidade P4, o qual manteve-se com temperaturas do ar elevadas em todos os horários, sendo que é a área central da cidade com alta densidade de construção. Desta forma, as características geourbanas contribuíram para os valores térmicos registrados.

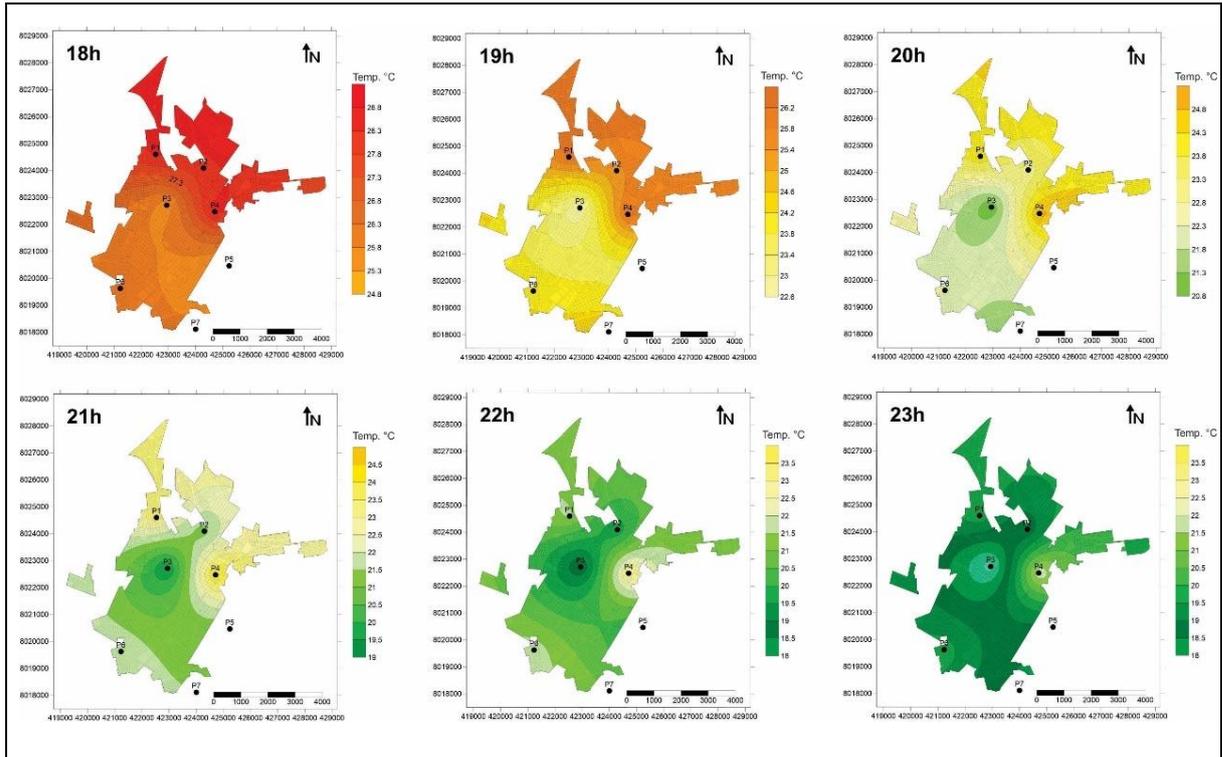


Figura 5 – Formação de ilhas de calor em Jataí-GO no dia 14/07/2015 entre o horário das 18h e 23h
 Fonte: Próprios autores (2020)

Nota-se também que houve a presença de ilha de frescor na malha urbana, a mesma ocorreu na localidade P3 e, esta situação só foi possível devido ao ponto de coleta possuir vegetação e estar localizado ao lado de um parque ecológico com presença de vegetação do cerrado. Portanto, a vegetação promoveu a elevação dos valores de umidade relativa do ar e atuou durante o dia absorvendo a radiação solar, impedindo com que ela chegasse à superfície com maior intensidade e provocasse o armazenamento de calor pelos materiais construtivos. Dessa forma contribuiu para que os valores térmicos registrados fossem os menores na malha urbana.

Na análise da variação horária da temperatura do ar, verificou-se que as taxas de resfriamentos entre as localidades diminuíram com o avanço do horário, fato provocado pelo ganho de calor durante o dia devido à incidência solar e, o resfriamento noturno pela perda de calor. Desta forma, entre 18h e 20h, observaram-se as maiores diferenças entre as taxas de aquecimento entre os pontos de coleta (Quadro 2).

A variação demonstrou que em Iporá, a localidade P3 foi a que registrou as menores taxas de resfriamento, sendo que a localidade está em uma área densamente construída com baixo índice de vegetação e vertente voltada à noroeste. Para a cidade de Jataí a menor taxa de

resfriamento ocorreu de forma diversificada, sendo que entre as 18 e 19 h ocorreu no P5 (1,6 e 0,4°C), sendo que é uma localidade com a presença de vegetação nativa do cerrado e, enfatiza-se que esta localidade apresentou as menores temperaturas no período de análise. Entre as 20 e 21h ocorreu no P6, área densamente construída com baixa vegetação e por último o no P2 com 0,5°C, sendo que a localidade também possui baixa vegetação.

Quadro 2 - Taxa de resfriamento noturno no dia 14/07/2015 em Iporá e Jataí-GO (°C/hora)

HORÁRIO	Iporá (GO)					Jataí (GO)						
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
18h	3,0	3,5	1,8	1,4	1,6	2,7	2,9	3,0	2,5	1,6	2,1	1,3
19h	2,5	2,8	1,1	1,3	1,3	1,6	2,3	1,8	1,0	0,4	1,8	3,4
20h	1,9	0,8	1,4	1,0	1,4	1,0	1,7	1,5	0,8	2,1	0,4	0,2
21h	1,4	1,7	0,4	0,8	0,8	1,7	1,7	0,9	0,9	1,2	0,1	0,0
22h	1,2	0,9	0,6	0,7	0,9	1,3	0,5	0,7	0,9	0,6	1,6	2,2

Fonte: Próprios autores (2020)

Análise episódica das ilhas de calor na primavera em Iporá e Jataí (GO)

No experimento realizado durante a primavera, no dia 18 de outubro de 2015, entre as 18h e 23h, na cidade de Iporá verificou que o ponto P4 (Setor Central) apresentou os maiores valores de temperaturas do ar em todos os horários, fazendo com que a ilha de calor se formasse sobre a área deste ponto. (Figura 6). A maior intensidade da ilha de calor 3,6°C, foi registrada durante os horários das 19h e 20h e a menor no horário de 23h (2,2°C). Cabe ressaltar que durante esse experimento na primavera a ilha de calor se formou, durante todos os horários analisados, sobre a área do P4. Esse fato difere do ocorrido no experimento realizado no inverno, onde ocorreu o desenvolvimento de ilha de calor na área do P1, as 18h. No entanto, deve-se considerar que durante a primavera a radiação solar que incidi sobre a cidade é mais intensa, portanto, a interação entre a radiação solar e os materiais construtivos presentes em maior abundância nas área densamente construídas, como a do P4, promoveu maior armazenamento de calor.

Também deve ser considerado que, além da elevada taxa de construção (entre 76% e 100% dos lotes construídos) na área do P4 há pouca vegetação e maior fluxo de pessoas e veículos, que são variáveis que contribuem para a geração de calor antropogênico e contribuem

para a geração da ilha de calor, conforme foi apontado por Gartland (2010). Outro fator que associa a formação da ilha de calor no P4 durante a primavera é a vertente voltada para Oeste, que favoreceu maior intensidade de radiação solar nessa área durante o período da tarde.

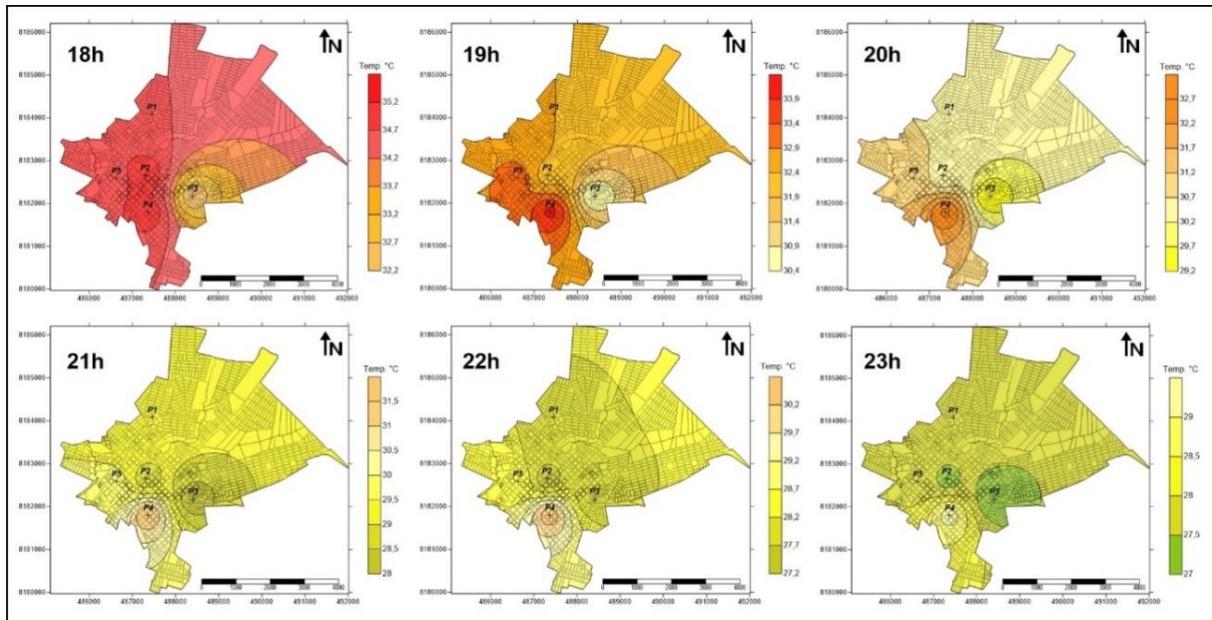


Figura 6 – Padrão espacial da ilha de calor em Iporá-GO no dia 18/10/2015 entre os horários de 18h e 23h

Fonte: Próprios autores (2017)

Os dados de Jataí demonstraram que a localidade P4 apresentou os maiores valores térmicos nos primeiros horários (localizado na parte central da cidade) porém não deixa de se destacar entre as maiores temperaturas (Figura 7).

Esse fato ocorre devido ao intenso fluxo de carros, pessoas que ocorre em horário comercial. Após às 19 horas nota-se que a localidade P7 que sobressaiu com os maiores calores térmicos em relação aos demais pontos. O P7 está em uma área rural com a presença de gramíneas (estação do INMET), as quais nesta época do ano (estiagem) secam, desta forma, como evidenciado por Teixeira e Amorim (2016) é notável que esse acontecimento contribua para o aquecimento da superfície e automaticamente para a temperatura do ar.

A localidade P3 manteve-se entre os pontos com menores registros de temperatura do ar, não tão expressivamente como no inverno, porém, percebe-se que a vegetação contribuiu para que formasse uma ilha de frescor na localidade. Em relação à intensidade da ilha de calor em Jataí, verificou que o menor registro de temperatura do ar ocorreu as 18h com 4,2°C e a maior com 7,2°C as 20h.

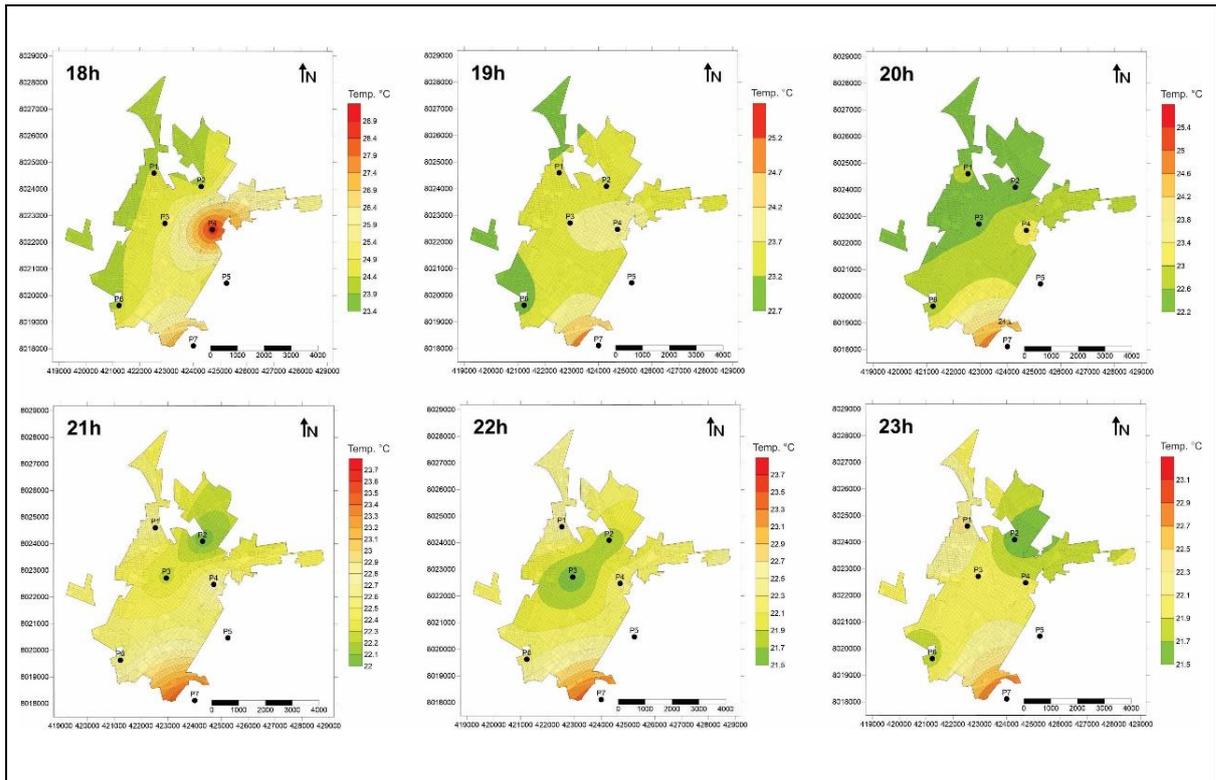


Figura 7 – Formação de ilhas de calor em Jataí-GO no dia 18/10/2015 entre o horário das 18h e 23h
Fonte: Próprios autores (2020)

Esse fato ocorre devido ao intenso fluxo de carros, pessoas que ocorre em horário comercial. Após às 19 horas nota-se que a localidade P7 que sobressaiu com os maiores calores térmicos em relação aos demais pontos. O P7 está em uma área rural com a presença de gramíneas (estação do INMET), as quais nesta época do ano (estiagem) secam, desta forma, como evidenciado por Teixeira e Amorim (2016) é notável que esse acontecimento contribua para o aquecimento da superfície e automaticamente para a temperatura do ar.

A localidade P3 manteve-se entre os pontos com menores registros de temperatura do ar, não tão expressivamente como no inverno, porém, percebe-se que a vegetação contribuiu para que formasse uma ilha de frescor na localidade. Em relação à intensidade da ilha de calor em Jataí, verificou que o menor registro de temperatura do ar ocorreu as 18h com 4,2°C e a maior com 7,2°C as 20h.

Para a primavera, verificou que as menores taxas de resfriamento ocorreram em Iporá no P2, P3 e P4, sendo que no P2 não ocorreu às 22h apresentando o mesmo registro entre as 22 e 23h, no P3 ocorreu entre as 19 e 21h (1,2; 1,1 e 0,4°C respectivamente) e no P4 nos primeiros

horários (1,5 e 1,2°C respectivos). Já as maiores taxas de resfriamento, ocorreu no P2, sendo a localidade densamente construída o que armazena calor durante o dia e libera sobre a atmosfera durante a noite, fato que fez com que as 22h não apresentasse nenhuma taxa de resfriamento (Quadro 3).

Em Jataí, as menores taxas de resfriamento ocorreram no P5, sendo que o ponto apresentou as menores temperaturas entre as localidades. Para o maior resfriamento ocorreu no P3 as 18 e 21h com 4,8 e 0,4°C respectivamente, esta localidade é densamente construída com intenso fluxo de pessoas e veículos durante o dia.

Quadro3 - Taxa de resfriamento noturno no dia 18/10/2015 em Iporá e Jataí-GO (°C/hora)

HORÁRIO	Iporá (GO)					Jataí (GO)						
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
18h	2,3	3,4	1,9	1,5	2,0	1,1	1,3	4,8	1,2	0,6	1,0	2,6
19h	1,8	1,9	1,2	1,2	2,1	1,3	0,3	0,9	0,6	0,3	1,2	0,0
20h	1,4	1,6	1,1	1,3	1,4	0,3	0,1	0,5	0,0	0,0	0,3	1,7
21h	1,1	1,4	0,4	1,0	1,1	0,8	0,4	0,4	0,1	0,3	0,3	0,0
22h	0,1	0,0	0,7	1,3	0,7	0,4	0,5	0,4	0,3	0,0	0,3	0,6

Fonte: Próprios autores (2020)

Diante dos registros de temperatura do ar em ambas cidades, nota-se que a partir do início do experimento a intensidade da ilha de calor foi se elevando com o passar das horas. As localidades P4 tanto em Iporá quanto Jataí possuem elevada densidade de construção além de fluxo de pessoas, veículos e o centro comercial (Figura 8 - A e B), as quais possui um maior armazenamento de calor durante o dia e, conseqüentemente ao longo da noite libera calor e aquece o ar durante a noite, quando é liberado em forma de ondas curtas para atmosfera e permanece mais aquecido do que nas áreas adjacentes, formando ilhas de calor.

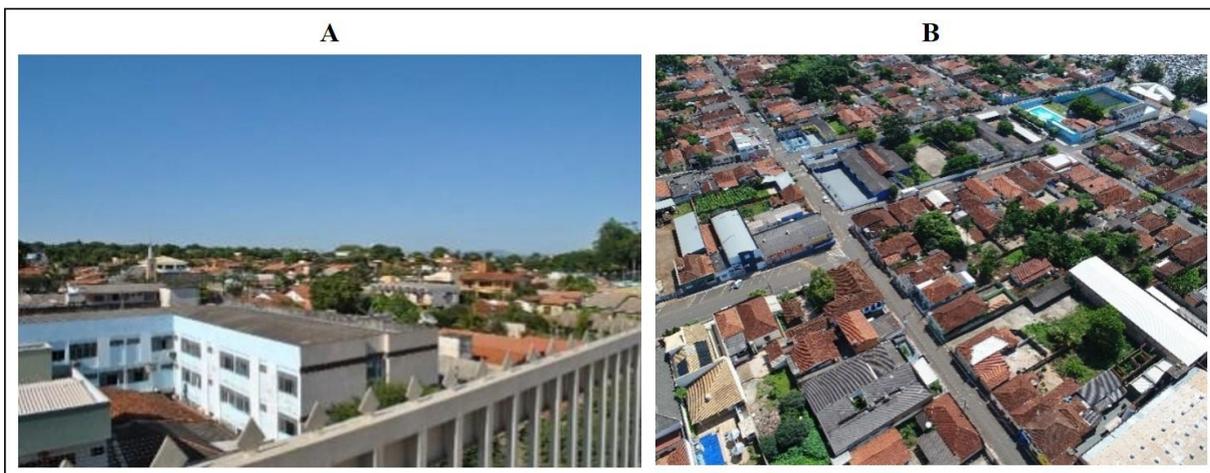


Figura 8 – A) Setor Central em Iporá (GO) B) Setor Central em Jataí (GO)
 Fonte: Próprios autores (2020)

Em contrapartida, verifica-se que em alguns pontos na área urbana apresenta características de área de frescor, sendo que nessas áreas possui bastante vegetação, o que contribui para os dados registrados, como é o caso do P3 e P5 em Jataí (Figura 9 - A e B), os quais apresentaram os menores valores térmicos durante a análise.



Figura 9 – Áreas com a presença de vegetação do Cerrado em Jataí-GO: A) P3 e B) P5
 Fonte: Próprios autores (2020) e Google Earth (2020)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução da urbanização das cidades de Iporá e Jataí mesmo que em análise episódica demonstram que o processo de uso e ocupação da terra tem um papel muito importante para determinar as variações climáticas na malha urbana. Nesse contexto, o uso dos

dados analisados permitiu evidenciar as ilhas de calor presentes nas cidades e, por meio disso é possível contribuir com o planejamento urbano das cidades.

De modo geral, verificamos que os fatores geocológicos e geourbanos influenciaram nos valores térmicos na malha urbana das cidades, sendo que para a cidade de Jataí, na localidade P3 foi possível observar que as temperaturas do ar se deram em sua maioria como área de frescor, sendo que na localidade e em seu entorno há a presença de arborização, assim, pode-se firmar que a presença da vegetação tem papel fundamental para amenizar as altas temperaturas durante a noite, contribuindo para áreas de frescor principalmente para as estações mais quentes.

Com base no estudo pode-se concluir que o fenômeno ilhas de calor ocorre também em pequenas cidades e não somente nas grandes. Os dois experimentos realizados na cidade de Iporá, durante o inverno e a primavera, demonstraram que o fenômeno da ilha de calor ocorreu exatamente sobre o Setor Central, onde há maior densidade de construção, pavimentação e pouca vegetação, comparada aos demais bairros da cidade.

Quanto a taxa de resfriamento, verificou-se que o calor armazenado durante o dia é liberado lentamente para atmosfera durante a noite, período em que foram realizados os experimentos analisados nesse trabalho, e promove o aquecimento do ar atmosférico, principalmente em dias de tempo estável, sem nuvens e em condições de calmaria, conforme predominava nos dias dos dois experimentos. Nesse sentido, o ar atmosférico presente sobre a área do P4 permaneceu mais aquecida do que as áreas adjacentes, favorecendo a formação da ilha de calor urbana.

Portanto, para minimizar a intensidade das ilhas de calor é necessário implantar mais vegetação nesta área, pois impede que os raios solares atinjam diretamente a superfície e promova o aquecimento da mesma.

REFERÊNCIAS

ALVES, WASHINGTON SILVA. **As interações espaciais e o clima urbano de Iporá.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Geografia, Jataí, 2014.

AMORIM, M. C. C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Revista Mercator.** Fortaleza - CE. 2010, p. 71 - 90. Disponível em:

<<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/534/299>>. Acesso em: 21 maio. 2022.

BASANE, A. C.; SILVA, R. F.; MIRANDA, Y. C.; BALDO, M. C. A influência do clima urbano em cidades de pequeno porte: uma revisão teórica. In: **Anais...** Simpósio de Estudos Urbanos: Desenvolvimento Regional e Dinâmica Ambiental, 1, 2011.

GARTLAND, L. O que é uma ilha de calor. In: GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos. 2010. p. 09-23.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Editora Hucitec, 1985.

AMORIM, M. C. de C. T.; DUBREUIL, V.; QUENOL H.; SANT'ANA NETO, J. L. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins**, 7, 2009. Acesso em 27 ago. 2022. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/confins/6070>>.

MENDONÇA, F. A Clima e planejamento urbano em Londrina. **Clima Urbano**. Org. Mendonça, F.; Monteiro, C. A de F. São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, C. A. de F. M. Teoria e clima urbano: Um projeto e seus caminhos. In: MENDONÇA, F. A. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 9 - 67.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: Tese. (Apresentada ao concurso de livre-docência junto ao Departamento de Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. 1975.

MONTEIRO, C.A de F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Revista Geosul**, Florianópolis, v.5, n.9, p. 61-79,1990.

ROCHA. J. R. R. **Microclima do Cerrado: Características higrotérmicas em Jataí e Caçu (GO)**. Programa de Pós-Graduação em Geografia (Mestrado), Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí. 2014.

ROSSATO, P. S. **O sistema termodinâmico do clima urbano de Nova Palma, RS: contribuição ao clima urbano de cidades pequenas**. 2010. Dissertação (Mestrado Programa de Pós-graduação em Geografia e Geociências – Área de concentração Sociedade e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, RS, Santa Maria, 2010.

SOBRE A AUTORA E OS AUTORES

JOSÉ RICARDO RODRIGUES ROCHA

Graduado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás e doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Jataí. Atua principalmente nos seguintes temas: clima urbano, dengue, chuvas, variabilidade da temperatura e umidade relativa do ar e ensino em geografia.

WASHINGTON SILVA ALVES

Graduado em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás – Unidade de Iporá. Especialista em Gestão e Conservação do Meio Ambiente pela Faculdade Montes Belos. Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Goiás – Regional de Jataí. Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Jataí. Atualmente é professor do curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás – Unidade de Iporá e atua no estudo da variabilidade da precipitação pluviométrica, do Fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), do clima de cidades e da variabilidade climática em bacias hidrográficas.

REGINA MARIA LOPES

Graduada em Licenciatura e Bacharelado Geografia (2003/2004), especialização em Educação e Meio Ambiente (2009) e mestrado em Geografia (2011) ambos pela Universidade Federal de Goiás. Doutorado em Geografia pela Universidade Federal da Grande Dourados (2018). Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em Geografia, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino e extensão em climatologia geográfica, pesquisas no monitoramento de clima urbano, bacias hidrográficas, áreas de conservação e topoclima. Docente dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Geografia desde 2018, colaboradora do PPGGEO/UFJ. Coordenadora do Parque da Ciência da UFJ/Gestão 2022/23, coordena o Grupo de Estudos e Pesquisa em Climatologia do Cerrado e o Laboratório de Climatologia da UFJ.

DIVINO JOSÉ LEMES DE OLIVEIRA

Possui Doutorado em Geografia pela UFG-Regional Jataí (2021); Mestrado em Geografia pela UFG Regional Jataí-GO (2014); Especialista em Educação para Diversidade e Cidadania pela UFG-Faculdade de Direito (2012). Especialista em Desenvolvimento Regional e Planejamento Turístico pela UEG (2006). Graduado em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás (2002). É professor na UEG-UnU Iporá desde 2007. Atualmente é coordenador setorial do curso de Geografia da UEG-Unidade de Iporá.