



XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído

XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído

JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

CORRELAÇÃO ENTRE MICROCLIMA E PLANEJAMENTO URBANO: ANÁLISE DE IPATINGA - MG

Géssica Mara Rodrigues (1); Bárbara Carolina Soares Fortes (2); Marco Antônio Penido de Rezende (3)

- (1) Arquiteta e Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, gessica_mr@yahoo.com.br, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte
- (2) Arquiteta e Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, barbaracsfortes@gmail.com, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte
- (3) PhD, Professor do Departamento de Tecnologia, marco.penido.rezende@hotmail.com, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte

RESUMO

As alterações climáticas podem, cada vez mais, ser associadas aos grandes centros urbanos, os quais sofrem seus efeitos, assim como as edificações e o próprio homem. A identificação de zonas críticas e intervenções mitigadoras desses efeitos poderiam melhorar as condições de conforto ambiental. Nesse contexto, este trabalho apresenta uma análise da relação entre planejamento urbano e microclima em Ipatinga, uma cidade de porte médio, localizada no estado de Minas Gerais. Foram selecionados 32 pontos dentro do perímetro urbano da referida cidade, com diferentes ocupações, a fim de comparar a relação entre a largura das vias e altura dos edifícios. Os resultados mostram que o uso e ocupação do solo interferem nas variáveis climáticas e, conseqüentemente, no conforto térmico das cidades.

Palavras-chave: microclima, planejamento urbano, geometria urbana, ilhas de calor.

ABSTRACT

Climate change can increasingly be associated with large urban centers, which suffer their effects, as well as buildings and man himself. The identification of critical zones and mitigating interventions of these effects could improve the conditions of environmental comfort. In this context, this paper presents an analysis of the relationship between urban planning and microclimate in Ipatinga, a medium city located in the state of Minas Gerais. 32 points were selected within the urban perimeter of that city, with different occupations, in order to compare the relationship between the width of the roads and the height of the buildings. Results indicated that the use and occupation of the soil interfere in the climatic variables and, consequently, in the thermal comfort of the cities.

Keywords: microclimate, urban planning, urban geometry, heat islands.

1. INTRODUÇÃO

Os centros urbanos têm apresentado diversos problemas ambientais, como: poluição dos recursos hídricos, destinação e tratamento inadequado de resíduos, redução da cobertura vegetal, poluição atmosférica, dentre outros. Tais problemas prejudicam a vida de todas as espécies e trazem consequências que já são sentidas pela população.

As mudanças climáticas advindas desses problemas fazem com que a qualidade ambiental das cidades diminua e um esforço cada vez maior seja necessário para se alcançar ambientes mais confortáveis. Além disso, características urbanísticas, como a orientação e o dimensionamento dos lotes e quadras, podem afetar a disponibilidade de luz e ventilação natural no interior dos edifícios.

Marins e Roméro (2012) afirmam que a malha urbana é uma consequência da combinação de múltiplos elementos como espaços ocupados e livres, como os mais variados tipos de cobertura, formas, volumes e vegetação, influenciando diretamente na mobilidade urbana e no projeto de edifício. Os autores ainda dizem que a mobilidade urbana está condicionada às características de uso e ocupação do solo, devido à demanda de passageiros transportados e ao espaço físico necessário para a implantação de infraestrutura de circulação e transporte. Marins e Roméro (2012, p. 118) também relatam que “no que tange às edificações, as características de cânon urbano e a orientação e o dimensionamento dos lotes e quadras podem afetar a disponibilidade de luz e ventilação natural no interior dos edifícios”.

Neste cenário, esse artigo se propõe a analisar a relação entre geometria urbana e a possibilidade do surgimento de ilhas de calor urbano. O estudo de caso para tal é a cidade de Ipatinga – MG, uma vez que sua criação se dá a partir de um plano urbano na década de 1960, embora ocorra, nos anos seguintes, o seu crescimento desordenado. Assim, é possível comparar o microclima em diferentes formas de ocupação e discutir os possíveis impactos microclimáticos resultantes da expansão da cidade.

1.1. Microclima e conforto térmico das cidades

Um aspecto comum nas cidades é a alteração climática, havendo a elevação da temperatura local, que torna diferenciada das condições climáticas da região. “Esse fenômeno é denominado microclima urbano, e se desenvolve em escalas diferentes, sendo determinado pelas estruturas de cada cidade (pavimentação, área verde, indústrias, etc.)” (FRANCISCO, 2018).

O microclima urbano encontra-se em contínua mudança. Podem-se observar os efeitos locais do clima urbano na escala microclimática, seja em distribuição espacial ou temporal, sendo esses: a ilha urbana de calor, as modificações no balanço energético em comparação com os sítios naturais do entorno e a interação com as mudanças globais, que aumentam os riscos sociais e ambientais em eventos extremos (GONÇALVES; BODE, 2015). O estudo do microclima em áreas urbanas permite identificar zonas mais críticas que, através de intervenções mitigadoras, poderiam melhorar as condições de conforto ambiental.

O calor excessivo pode afetar o desempenho, uma vez que gera prejuízos na execução de tarefas motoras e mentais mais complexas, o comportamento, gerando aumento da irritabilidade, e, ainda, a saúde das pessoas, sendo a exaustão física evidente (ASSIS et al., 2016). Devem-se gerar ambientes que interajam com a atmosfera, criando microclimas nos quais as pessoas se sintam confortáveis, seja do ponto de vista térmico, luminoso, acústico, tátil, dentre outros, o que, conseqüentemente, melhora a qualidade ambiental das cidades. Para isso, é importante identificar quais os elementos do microclima que mais comprometem o conforto humano e saber distinguir quais podem ser modificados pelo planejamento urbano (GONÇALVES; BODE, 2015).

Tanto na escala urbana, quanto na do edifício, as variáveis ambientais podem ser controladas pela atividade de planejamento e projeto (legislações de uso e ocupação do solo e código de edificações), ainda que, com algumas limitações (GONÇALVES; BODE, 2015). Informações climáticas podem compor o planejamento e a gestão das cidades por meio de um “planejamento urbano climaticamente responsável, pelo desenho urbano e pelo entendimento do papel dos edifícios na estratégia de climatização das cidades” (GONÇALVES; BODE, 2015, p. 156).

1.2. A influência do planejamento urbano sobre o microclima

A ocupação do solo em uma cidade é, sobretudo, caracterizada por elevada densidade edificada, áreas pavimentadas e impermeáveis, o que contribui para o aumento da temperatura na região, caracterizando as ilhas de calor urbanas. “Quanto maior a densidade de construção e a ocupação do solo, maiores as atividades antrópicas, e, conseqüentemente, maior a captação e difusão da radiação solar e menor a ventilação no ambiente climático urbano” (ROMERO, 2011, p. 9).

Com isso, deve-se compatibilizar adensamento e qualidade ambiental. Há uma relação entre densidade e morfologia urbana que deve ser explorada como critério de desempenho ambiental a fim de subsidiar políticas públicas, decisões de projeto urbano e de projeto de edificações.

São muitos os pontos a serem tratados: adensamento e acesso ao sol e à luz natural (para iluminação natural, conforto térmico, aquecimento de água e geração de energia), adensamento e ventilação urbana (para conforto térmico e dispersão de poluentes), adensamento e mobilidade (por razões óbvias), adensamento e resíduos sólidos, adensamento e qualidade do ar, adensamento e ruído urbano, além de muitas questões sociais e econômicas advindas da maior concentração e diversidade de pessoas, tais como os conflitos que podem surgir em áreas residenciais com diversidade de renda (GONÇALVES; BODE, 2015, p. 160-161).

Em regiões tropicais, o desconforto térmico está relacionado à radiação, sendo seu controle a maneira mais eficiente de minimizar os ganhos de calor pela envoltória e nas superfícies urbanas. Já no desenho urbano, os traçados das vias, a densidade construída, a altura dos edifícios, as diferenças de alturas entre eles, as tipologias dos edifícios, a infraestrutura verde, dentre outros, são os mecanismos de controle desse armazenamento de calor (GONÇALVES; BODE, 2015).

Ao longo de um ciclo diário, as superfícies que constituem a rua experimentam diferenças espaciais e temporais de temperatura, devido aos diferentes níveis de exposição solar. Os materiais de construção são também, tal como a vegetação, elementos com uma elevada absorção e baixa refletividade e, como tal, uma grande parte da radiação solar que neles incide é absorvida (ROMERO, 2011, p.12).

Segundo Romero (2011), as regiões mais opacas acumulam mais calor devido às propriedades térmicas dos materiais, necessitando de maior ventilação para realizar trocas térmicas. Assim, a porosidade do tecido urbano permite a ventilação natural em ambientes internos. Nas regiões muito porosas, há melhores trocas térmicas, renovação do ar e possibilidade de ventilação cruzada, o que é o ideal para regiões quentes. Os diferentes parâmetros que conformam a disposição de edifícios criam amoldamentos urbanos com grande permeabilidade, com média permeabilidade (em que podem ocorrer barreiras ao vento) e com baixa permeabilidade dos ventos (com grande possibilidade de ocorrência de efeitos barreira e de canalização).

O *canyon* urbano é uma estrutura afetada diretamente pelo balanço de radiação, “[...] definido como o espaço tridimensional formado pela rua e pelos edifícios lindeiros à via” (GONÇALVES; BODE, 2015, p. 169). Boa parte da visão da abóbada celeste é bloqueada pelos outros edifícios, o que causa múltiplas reflexões da radiação solar e, geralmente, restringe o movimento do ar, contribuindo para o aquecimento noturno. No *canyon* urbano, há uma estreita relação entre o padrão de temperatura das superfícies e a geometria das ruas (ROMERO, 2011).

Muitos modelos de simulação energética de edifícios trabalham com o edifício isolado, porém para resolver corretamente o balanço de energia, os edifícios do entorno devem ser considerados. Também se devem considerar os efeitos das superfícies no ofuscamento em espaços urbanos, em função das reflexões. O ofuscamento provoca desconforto no espaço externo, o que é causado, em muitos casos, pelas reflexões dos raios solares nas fachadas envidraçadas.

Para analisar os processos de planejamento e a reestruturação do meio urbano, os elementos de sensoriamento remoto, como as imagens orbitais e fotografias aéreas, são extremamente necessários. Esses elementos permitem a visualização de origens e características das causas transformadoras dos espaços, além da verificação da extensão e intensidade das mudanças causadas pelo homem (OLIVEIRA FILHO, 2015).

Embora se reconheça a importância de considerar o clima no planejamento urbano, pode-se ressaltar que muito pouco do conhecimento de climatologia é usado no planejamento das cidades. Assis (2005) já alertava sobre a necessidade do desenvolvimento de modelagem para a simulação, com base em situações observadas, para subsidiar o planejamento urbano.

1.3. Geometria Urbana e Ilhas de Calor

A geometria urbana (W/H) é a relação entre a largura das vias e a altura dos edifícios. “[...] é fundamental no controle da ilha de calor, por ter influência no processo de absorção da radiação solar e da radiação de ondas longas emitida pelas superfícies dos edifícios e do solo, na redução das perdas de calor, devido aos ventos e na produção antropogênica de calor” (ROMERO, 2011, p. 11). Ou seja, “Quanto maior for a relação H/W do

recinto urbano considerado, menor será a área de céu visível e menor a dissipação da radiação, reduzindo assim o resfriamento do ar em recintos urbanos” (NAKATA, SOUZA, RODRIGUES, 2014, p. 2).

Conforme Romero (2011), para o cálculo da estimativa H/W considera-se que a altura média das vias é a média das alturas dos edifícios analisados (H), em que cada pavimento tem em média três metros de altura, além de serem acrescentados dois metros correspondentes a cobertura do edifício. Para a largura da via (W) deve estar inclusa as larguras dos passeios. O resultado encontrado permite a classificação dos espaços urbanos, em três formas: claustrofóbicos, de recolhimento e expansivos, as quais possuem a seguinte definição:

Os espaços claustrofóbicos, em áreas de densidade alta com as proporções $W = 1/8H$, $W = 1/4H$ e $W = 1/2H$, absorvem calor muito acima do nível do solo. Existe um amortecimento do ciclo térmico e normalmente a temperatura permanece estável (calor ou frio) durante o dia e só é alterada por um fator extremo.

Em espaços de recolhimento, em áreas de densidade média com proporções $W = H$, $W = 2H$ e $W = 3H$, a absorção de calor se dá próxima ao nível do solo. Existe uma menor possibilidade de inversão térmica, ou seja, a temperatura no interior dos edifícios tende a ser igual à da parte exterior.

Nos espaços expansivos, em áreas de densidade baixa com proporções $W \geq 4H$, a maior parte da radiação é refletida. A possibilidade de inversão térmica é mínima e a temperatura no interior dos edifícios tende a ser igual à exterior, dada a exposição aos parâmetros meteorológicos a que estão submetidos (ROMERO, 2011, p. 11).

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar a relação entre geometria urbana e a possibilidade do surgimento de ilhas de calor urbano na cidade de Ipatinga-MG.

3. MÉTODO

Para a realização deste trabalho, inicialmente foi feito um levantamento do histórico da criação, formação e ocupação urbana da cidade de Ipatinga-MG e, também, a busca de dados climáticos da região em que a cidade está inserida. Em seguida, foi feito o estudo da geometria urbana de Ipatinga-MG, adaptado da metodologia utilizada por Romero (2011), conforme apresentado no subtítulo “Geometria Urbana e Ilhas de Calor” deste artigo. Por fim, é feita uma comparação dos resultados.

Assim, foram escolhidos 32 pontos na cidade para analisar e comparar a relação entre a largura das vias e altura dos edifícios. Estes pontos foram divididos entre quatro bairros, sendo que os dois bairros mais populosos foram projetados pela Usiminas e os outros dois bairros, também com maior densidade populacional, cresceram após a implantação do plano urbano feito de década de 1960.

3.1. Processo histórico da formação urbana de Ipatinga - MG

A cidade de Ipatinga, no Estado de Minas Gerais, está localizada na Região Metropolitana do Vale do Aço, a 220 km da capital Belo Horizonte. A área total do município é de 166,50 km², dos quais 92,50 km² são de zona rural e 74 km² de área urbana, sendo que 7,27 km² pertencem à Usiminas. Segundo o IBGE (2010), o Censo Demográfico 2010 constatou que a cidade possuía uma população de 236.968 habitantes, com população estimada de 261.203 habitantes para 2017. A região é classificada, de acordo com Köppen (1948), como tendo clima tropical subquente e seco, com clima tipo Aw, com invernos secos e amenos e verões chuvosos, com temperaturas moderadamente altas. De acordo com Dias (2011), Ipatinga era um povoado na década de 1930, até que, em 1956, foi criada legalmente a Usiminas. Assim, houve a necessidade de elaborar um plano urbanístico, com população estimada de 10 mil pessoas. Foram criados, então, nove bairros, cuja intenção era que cada um fosse independente, tendo sua própria área de comércio, lazer, saúde e educação.

Porém, com a geração de uma grande oferta de emprego, foram atraídas muitas pessoas para a região, o que fez com que a cidade crescesse além dos limites projetados. Com isto, foram surgindo problemas de saneamento básico, infraestrutura, educação e saúde. Como solução, foi criada a Companhia Urbanizadora do Vale do Aço, CURVA, na década de 1980. O objetivo era corrigir os problemas da estrutura urbana, traçando um sistema viário e paisagístico que atendesse as necessidades da cidade para a época, conforme relata Almeida (2004).

No entanto, segundo Aza (2016), o crescimento e desenvolvimento de Ipatinga, ao longo dos anos, resultaram em bairros com diferentes características em relação à dimensão territorial e à densidade

demográfica. Aza (2016) realizou uma pesquisa na qual foi constatado que mais da metade da cobertura arbórea da cidade está localizada justamente nos bairros que foram planejados pela Usiminas e que, para os bairros mais populosos, não houve esta preocupação, devido o crescimento desordenado, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Concentração da cobertura arbórea por bairros de Ipatinga-MG. Fonte: Adaptado de Aza (2016).

Unidades Administrativas	Número de Habitantes	Concentração da cobertura arbórea
USIMINAS, Usipa, Industrial, Vila Ipanema, Castelo, Cariru, Das Águas, Bela Vista, Bom Retiro, Imbaúbas, Horto, Ferroviários, Ideal, Novo Cruzeiro	65.475	52,84%
Iguaçu, Cidade Nobre, Veneza, Parque Ipanema, Centro, Caravelas, Jardim Panorama, Canaã, Vila Celeste, Betânia, Bom Jardim, Esperança e Limoeiro	161.911	23,64%
Chácaras Oliveira, Chácaras Madalena, Barra Alegre, Córrego Novo, Granjas Vagalume	9.582	23,52%

3.2. Análise climática de Ipatinga - MG

A cidade de Ipatinga não possui estação meteorológica dentro de seu território, sendo a estação mais próxima localizada a 24 km na cidade de Timóteo (INMET, 2019). Assim, as análises de climas apresentadas são oriundas da Análise Retrospectiva da Era Moderna (MERRA-2, na sigla em inglês) da NASA (WEATHERSPARK, 2019) e refere-se à cidade de Ipatinga como um todo, não se limitando aos recortes específicos desse estudo.

Conforme visto, o clima em Ipatinga é considerado como tropical subquente e seco. O Gráfico 1 é um resumo meteorológico da cidade. A análise demonstra que, em boa parte do ano, a cidade apresenta características como poucas nuvens, sensação de abafamento, períodos quentes e secos, os quais contribuem para uma sensação de desconforto térmico para a população.

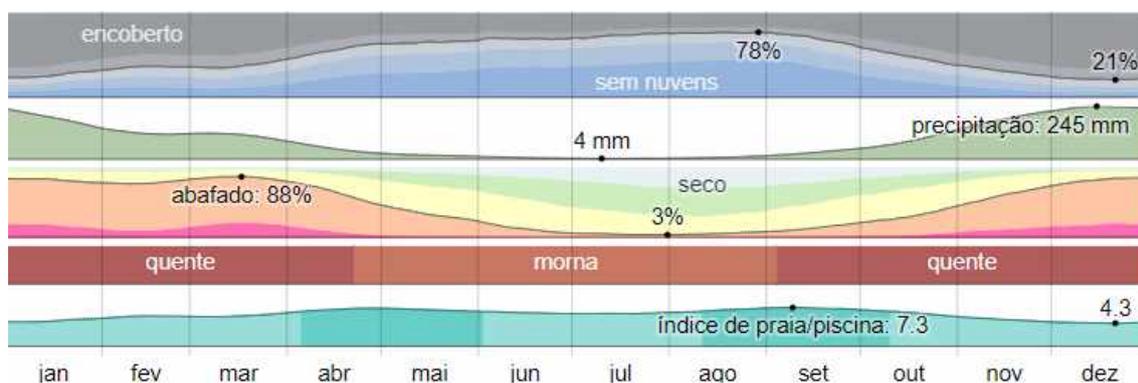


Gráfico 1: Resumo meteorológico de Ipatinga – MG. Fonte: Weatherspark (2018).

Ao analisar a temperatura média ao longo do ano (Gráfico 2), nota-se que a estação quente permanece por volta de 2 meses com temperatura máxima média diária acima de 31 °C. O dia mais quente do ano é 12 de fevereiro, cuja temperatura máxima média é de 32 °C e a mínima média é de 23 °C. Já a estação amena permanece por 3 meses com temperatura máxima diária em média abaixo de 28 °C. O dia mais frio do ano é 20 de julho, com média de 17 °C para a temperatura mínima e 27 °C para a máxima.

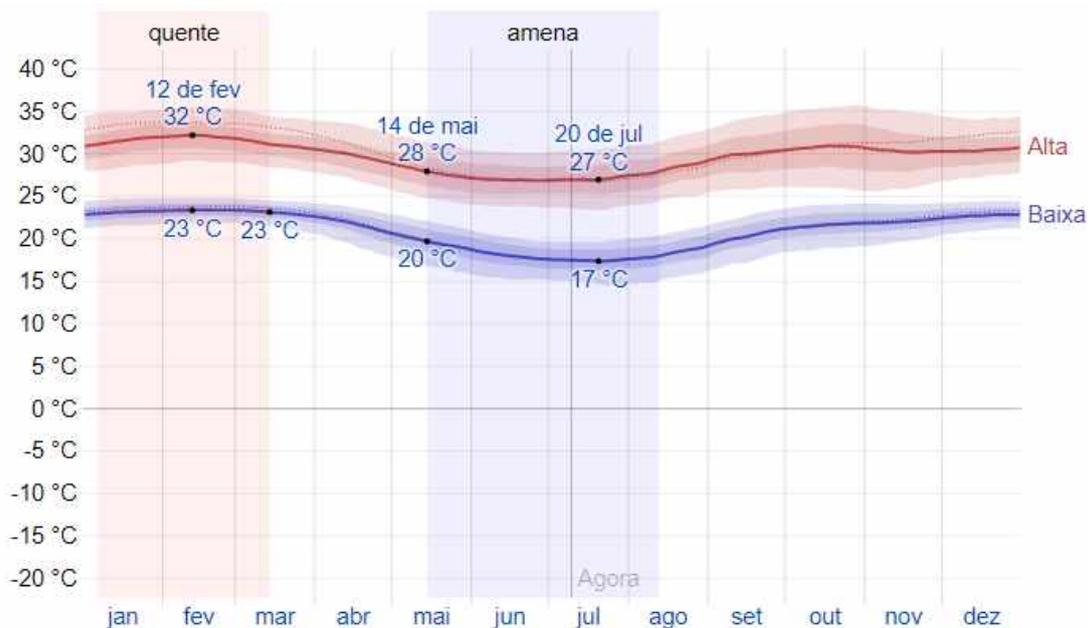


Gráfico 2: Temperatura do ar máxima (linha vermelha) e mínima (linha azul) médias de Ipatinga – MG. Fonte: Weatherspark (2018).

O Gráfico 3 representa a temperatura média horária. Neste gráfico, percebe-se que, ao longo do ano, somente na parte da manhã e no período de maio a setembro, durante a madrugada, é que a temperatura é considerada agradável, com variação entre 18° e 24° Celsius. Nos períodos da tarde e noite a cidade é considerada morna e, principalmente, quente, nos períodos entre setembro e abril. E, apenas no início da manhã, no mês de junho, é que a cidade de Ipatinga possui temperaturas amenas, ou seja, entre 13° e 18° Celsius.

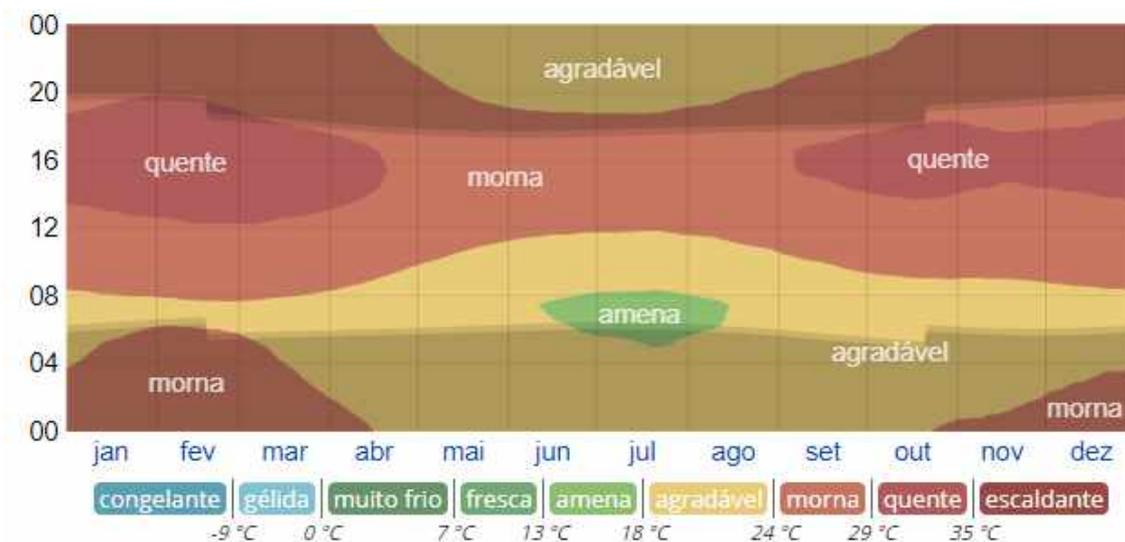


Gráfico 3: Temperatura média horária de Ipatinga – MG. Fonte: Weatherspark (2018).

Já no Gráfico 4, foram demonstrados os níveis de conforto de umidade da cidade. A análise revela que, em boa parte do ano, a cidade é abafada, principalmente no período de outubro a abril. No restante do ano, entre maio e setembro, o clima pode ser úmido, agradável ou seco.

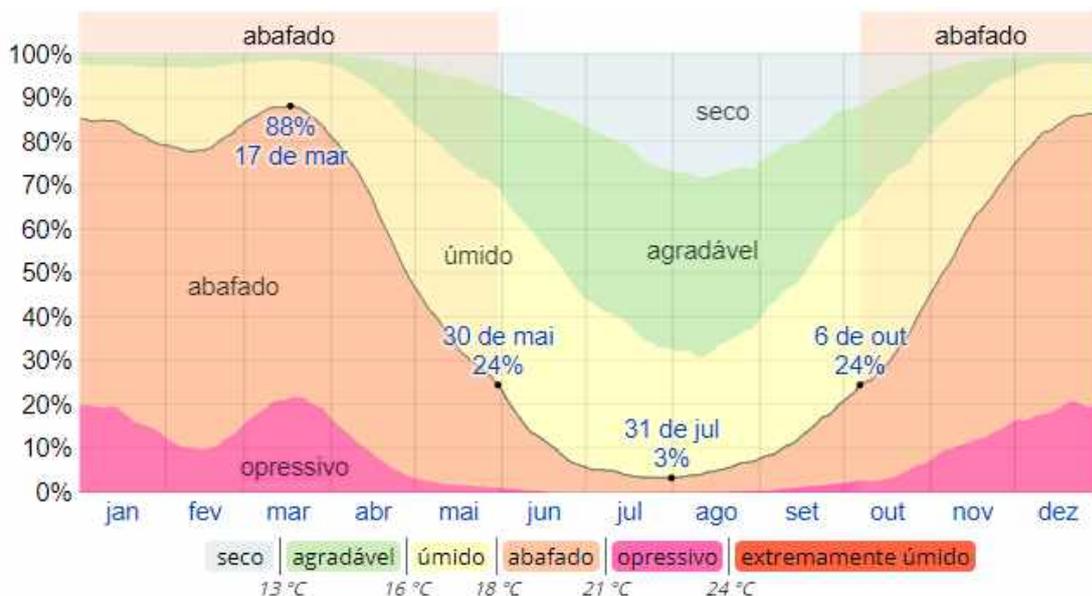


Gráfico 4: Nível de conforto em umidade de Ipatinga – MG. Fonte: Weatherspark (2018).

Portanto, diante da análise dos gráficos 1,2 e 3, independente do bairro, a cidade tem como característica elevadas temperaturas e abafamento. Assim, torna-se imprescindível que haja planejamento urbano na cidade, levando em consideração o seu comportamento térmico.

3.3. Análise da geometria urbana de Ipatinga - MG

Ipatinga, conforme dito anteriormente, tem como característica na sua conformação urbana a divisão entre uma parte da cidade, que foi planejada na década de 1960, e outra que, posteriormente, cresceu de forma desordenada. Assim, para a escolha dos pontos de análise da geometria urbana foram selecionados os quatro bairros mais populosos dessas duas partes da cidade – dois bairros de cada uma. De acordo com IBGE, divulgado no Censo Demográfico 2010, os maiores bairros da cidade, seguindo os critérios determinados na metodologia, são Canaã, Bethânia, Ideal e Cariru, sendo estes dois últimos planejados pela Usiminas. A figura 1 é um mapa de localização dos bairros e a tabela 2 trás a população total e a área que cada um ocupa no município.



Figura 1: Mapa da cidade de Ipatinga com a demarcação dos bairros Cariru, Ideal, Canaã e Bethânia. Fonte: Autoras (2018) com base do Google Earth.

Tabela 2: Bairros com maior número de habitantes de Ipatinga. Fonte: IBGE/Censo 2010.

Bairro	Nº de Habitantes	Área (km ²)
Canaã	28.510	3,3
Bethânia	27.910	3,6
Ideal	9.695	1,7
Cariru	4.719	1,2

De acordo com o último Censo realizado no Brasil, em 2010, o bairro Canaã possui 28.510 pessoas e área territorial 3,3 km², ou seja, a densidade demográfica é de 8.639,39 pessoas por km². Já o bairro Bethânia conta com 27.910 habitantes, 3,6 km² de área e densidade demográfica de 7.752,78. O bairro Ideal, 9.695 moradores e 1,7 km², ou seja, apresenta densidade demográfica de 5.702,94 pessoas por km². E, por fim, o bairro Cariru, com 4.719 habitantes, área de 1,2 km² e com densidade demográfica de 3.932,5 pessoas por km². Assim, ao analisar a densidade demográfica, percebe-se que os bairros Ideal e Cariru, que foram planejados pela Usiminas, são justamente os menos densos, sendo que, o Canaã chega a ser duas vezes mais denso que o Cariru.

Conforme visto, quanto maior a densidade populacional, mais propícia a área se torna para a formação de ilhas de calor urbano. Romero (2011) diz que a geometria urbana é fundamental para o controle da formação de ilhas de calor e que quanto menor este valor, maiores são as chances de ocorrer este fenômeno. A autora ainda classifica os espaços urbanos como claustrofóbicos, de recolhimento e expansivos.

3.4. Análise comparativa

Os resultados foram comparados entre si, o que possibilitou observar qual deles é mais propenso à formação da ilha de calor urbana. Além disso, foi feita a classificação de cada ponto em claustrofóbico, de recolhimento ou expansivo, conforme a metodologia utilizada.

4. RESULTADOS

A Tabela 3 trás a geometria dos bairros, obtidas através de análise de oito vias, sendo elas as principais avenidas e também as ruas que representavam a conformação urbana mais recorrente em cada bairro. Na tabela abaixo, os espaços em amarelos são considerados de recolhimento e em vermelho são os espaços classificados como claustrofóbicos. As alturas das edificações e larguras das vias foram obtidas e medidas no Google Earth e os cálculos feitos conforme Romero (2011): W é a soma da largura das vias com as calçadas. Já a altura das edificações (H) foi obtida através de uma análise dos tipos de edificações de cada rua, considerando três metros de altura cada andar e mais dois metros para a cobertura.

Tabela 3: Geometria urbana dos bairros mais populosos de Ipatinga. Fontes: Autoras, 2018.

Bairro	Via	Largura da Via (m)	Altura da Edificação (m)	Relação W/H	Média do bairro
Canaã	Av. Selim José de Salles	38,45	18	2,14	1,01
	Av. Gerasa	20	14	1,43	
	Rua Arão	7,5	10	0,75	
	Rua dos Cânticos	9	10	0,9	
	Rua Abdan	8,8	14	0,63	
	Rua Cádiz	9,5	10	0,95	
	Passagem Gerivã	3,5	5	0,7	
	Rua Jonas	8	14	0,57	
Bathânia	Av. Selim José de Salles	29	18	1,61	0,87
	Rua Argel	8	17	0,47	
	Rua Lion	6	8	0,75	
	Rua Berlim	10,5	17	0,62	
	Rua Ravena	10,5	10	1,05	
	Rua San Remo	9,5	10	0,95	
	Rua Lausanne	6,5	10	0,65	
Rua Lagos	6	7	0,86		
Ideal	Av. Pedro Nolasco	24	11	2,18	1,35
	Rua Manoel Izídio	7	19,5	0,36	
	Rua Manoel Ataíde	7	8	0,88	
	Rua Mestre Vitalino	12	5	2,40	
	Rua Lupicínio Rodrigues	9	6	1,50	
	Rua Vicente Celestino	9	6	1,50	
	Rua Noel Rosa	9	8	1,13	
	Rua Ari Barroso	7	8	0,88	
Cariru	Av. Japão	16,5	11	1,5	1,92
	Rua Hungria	6,5	5	1,3	
	Rua Portugal	10,6	8	1,33	
	Rua México	12	5	2,40	
	Rua Equador	12	5	2,40	
	Rua Síria	12	5	2,40	
	Rua Guatemala	9,5	5	1,90	
Rua França	10,6	5	2,12		

A análise da geometria urbana revela que entre as vias analisadas, e, conseqüentemente, os bairros, não existem nenhum espaço que possa ser classificado como expansivo, isto é, com $W > 4H$. A maioria dos bairros – Canaã, Ideal e Cariru – é classificada como de recolhimento (em cor amarela na tabela), ou seja, a temperatura interna dos edifícios tende a ser igual à da parte exterior, havendo, portanto, uma menor possibilidade de inversão térmica.

Entretanto, deve ser ressaltado que o bairro Ideal, apesar de ser classificado como de recolhimento, obteve resultado claustrofóbico em três das quatro ruas analisadas, ou seja, o bairro não tem um comportamento microclimático uniforme. Neste contexto, destaca-se o bairro Canaã, que, apesar de ter sido classificado como de recolhimento, este resultado só foi obtido devido às duas avenidas que nele estão inseridas, as quais influenciaram a média. Mas, ainda sim, este resultado ficou próximo de 1,00 e as demais ruas são classificadas como claustrofóbicas. Desta forma, pode-se concluir que o Canaã tem uma tendência maior para a formação de uma ilha de calor.

O bairro Bathânia, quando se verifica a média das relações W/H das vias analisadas, é classificado como claustrofóbico, em cor vermelha, quer dizer que é um espaço que absorve calor acima do nível do solo. Nesta área, portanto, há um amortecimento do ciclo térmico e a estabilidade da temperatura, ocasionando, assim, uma maior possibilidade de ocorrer o fenômeno da ilha de calor.

5. CONCLUSÕES

Conforme visto, a ilha de calor urbano é o aumento da temperatura em determinada região, causada pela elevada densidade edificada e as áreas pavimentadas e impermeáveis. E que em regiões tropicais, como é o caso de Ipatinga, uma forma de controlar o armazenamento de calor, através do desenho urbano é o planejamento. Isto é, por meio do controle da altura dos edifícios, da densidade construída, traçados das vias, entre outros.

Assim, este trabalho buscou relacionar o planejamento urbano com o microclima presente nas cidades, através de análise das características urbanísticas. Mesmo com o trabalho de campo restringindo-se a uma amostra pequena, foi possível verificar a influência existente sobre o microclima e como é possível controlá-la através de políticas públicas.

Ao analisar a geometria urbana da cidade de Ipatinga-MG, pode-se observar como o adensamento populacional somado ao desenho urbano incompatível favorece a formação das ilhas de calor. Áreas com edifícios altos precisam de ruas largas, que permitam a circulação dos ventos. A variação de altura dos edifícios também é uma forma de impedir a formação de “muros”, que mantêm o ar quente aprisionado. Isto ficou claro quando se compara os bairros que foram planejados com os que surgiram com o crescimento de Ipatinga-MG. Canaã e Bethânia, que não foram planejados pela Usiminas, apresentaram uma maior tendência para formação de ilhas de calor urbana.

O estudo do microclima urbano permite identificar soluções estratégicas para seus diversos elementos que afetam as cidades, edificações e, conseqüentemente, o conforto humano. O planejamento urbano apresenta-se como uma solução possível para tal situação. Sendo assim, o uso de informações climáticas, como integrantes do planejamento e gestão das cidades, é fundamental para a mitigação de efeitos adversos da mudança climática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, E. S. Abordagem do clima urbano e aplicação no planejamento: reflexões sobre uma trajetória. In: VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, 2005, Maceió. **Anais...** Maceió: ENCAC-ELACAC, 2005.
- ASSIS, E. S.; FIGUEIREDO, A. M.; GARCIA, M.; MASCARELLO, A.V.S. **Análise da percepção de variáveis climáticas urbanas por residentes da cidade de Belo Horizonte**, Brasil. 7º Congresso Luso Brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado e sustentável. Maceió, 2016.
- AZA, N. M. F. **Análise da distribuição espacial da cobertura arbórea urbana através da relação das variáveis socioeconômicas**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/9295>. Acesso em: set. 2018.
- DIAS, F. C. **O tratamento dos espaços livres em uma cidade média planejada: o caso de Ipatinga-MG**. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.
- FRANCISCO, W. C. **Microclima urbano**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/microclima-urbano.htm>. Acesso em: out.2018.
- GONÇALVES, Joana (Org.); BODE, Klaus (Orgs.). **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. ISBN 978-85-7975-130-1.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Estações e Dados** - Rede de Estações. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/mapaEstacoes>. Acesso em: out. 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: out. 2018.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478p.
- OLIVEIRA FILHO, P. C. **Análise da Influência do Uso da Terra no Microclima Urbano: Caso Irati-PR**. Floresta e Ambiente, 2015.
- MARINS, K. R. de C. C.; ROMÉRO, M. de A. Integração de condicionantes de morfologia urbana no desenvolvimento de metodologia para planejamento energético urbano. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 12, p.117-137, out. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ac/v12n4/09.pdf>. Acesso em: set. 2018.
- NAKATA, C. M.; SOUZA, L. C. L.; RODRIGUES, D. S. Geometria urbana e ilha de calor noturna: análise baseada em um modelo numérico. In: 6º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável - PLURIS, 2014, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Revista UR, 2014. Disponível em: http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/31313/1/1982-Pluris2014_paper918.pdf. Acesso em: out. 2018.
- ROMERO, M. A. B. **Correlação entre o microclima urbano e a configuração do espaço residencial de Brasília**. Fórum Patrimônio, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 9-22, 2011.
- WEATHERSPARK. **Dispõe sobre o clima de Ipatinga-MG**. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30691/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Ipatinga-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: out. 2018.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Capes pelos recursos financeiros aplicados no Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais.