



ESTUDO SOBRE A FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE CRUZ ALTA-RS

Study on the Formation of Heat Islands in the Municipality of Cruz Alta - RS

PADILHA, Júlia Calvaitis¹; GIACOMELLI, Bruna²; BENCHE, Fabiane³;
MANTOVANI, Paula Renata Albrecht⁴; ECKERT, Natalia Hauenstein⁵; NOGUEIRA,
Bárbara Tatiane Martins Vieira⁶.

RESUMO: Nas áreas mais adensadas, no centro das cidades, são notáveis as extensas áreas revestidas com materiais impermeáveis e pouco refletivos, os quais absorvem e armazenam grande parte da radiação solar. A verticalização e a falta de vegetação influenciam diretamente nos microclimas, ocasionando as ilhas de calor. A presente pesquisa discute os resultados parciais do projeto intitulado “Investigação de ilhas de calor urbano em Cruz Alta: comparação entre a área central e o campus universitário”, visando apresentar e discutir uma síntese das médias de temperatura e umidade coletadas na estação de inverno e verão, além de sugerir estratégias para reduzir os efeitos das ilhas de calor. Como método de pesquisa foram coletados dados de temperatura e umidade em oito pontos elencados, com características diferentes em função da vegetação e edificação no centro da cidade e no campus universitário. Após as coletas, os dados foram analisados para buscar estratégias para minimizar os efeitos negativos. Como resultados foram indicadas a inserção de espaços verdes, o uso de revestimentos e tintas refletivas que diminuem a absorção de calor e melhoram a qualidade de vida ambiental para a população.

Palavras-chave: Mitigação. Centros Urbanos. Ilhas de Calor. Vegetação.

ABSTRACT: In the more densely populated areas, in the center of the cities, large areas are covered with impermeable and little reflective materials, which absorb and store much of the solar radiation. The verticalization and the lack of vegetation directly influence the microclimates, causing the islands of heat. The present research discusses the partial results of the project entitled "Investigation of islands of urban heat in Cruz Alta: comparison between the central area and the university campus", aiming to present and discuss a synthesis of the temperature and humidity averages collected in the winter and summer season and in addition to suggesting strategies to reduce the effects of heat islands. As a research method, temperature and humidity data were collected at eight listed spots, with different characteristics depending on the vegetation and edification in the city center and university campus. After the data collection, the data were analyzed to find strategies to minimize the negative effects. As results were indicated the insertion of green spaces, the use of reflective coatings and paints that decrease the absorption of heat and improve the environmental quality of life for the population.

Keywords: Mitigation. Urban centers. Islands of Heat. Vegetation.

¹ Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo, UNICRUZ – Bolsista PIBIC. juliapadilha@outlook.com

² Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo, UNICRUZ – Bolsista PIBIC. brunagiacomelli1@gmail.com

³ Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo, UNICRUZ – Voluntária PIBIC. fabinha-b@hotmail.com

⁴ Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo, UNICRUZ – Voluntária PIBIC. re.mantovani.21@hotmail.com

⁵ Professora de Arquitetura e Urbanismo, UNICRUZ – Coordenadora da pesquisa. eckert@unicruz.edu.br

⁶ Professora de Arquitetura e Urbanismo, UNICRUZ. bvieira@unicruz.edu.br



INTRODUÇÃO

As ilhas de calor são caracterizadas por serem regiões com concentração mais elevada de temperatura, quando comparadas às áreas rurais adjacentes. Esse fenômeno acontece devido à alteração e ocupação do meio natural pela ação humana, que levou a gerar a massiva densidade de edificações e grandes áreas pavimentadas e impermeáveis, que crescem em larga escala. Essas áreas que normalmente são estanques, não espalham o calor de forma homogênea para o meio urbano, acarretando diferentes condições térmicas em virtude dessas ocupações (GARTLAND, 2010).

As áreas centrais das cidades também são marcadas pela presença de grandes áreas revestidas com cores escuras, as quais absorvem e armazenam ainda mais o calor, quando comparada às áreas naturais. Os edifícios além de estarem cercados por grandes vias revestidas por pavimento asfáltico, devido a suas alturas, também são influenciadores das condições térmicas já que criam cânions de correntes de ar, impedindo a passagem natural das correntes de vento, que trazem uma temperatura mais agradável com o ar, através das áreas de entorno (GARTLAND, 2010; ROMERO b, 2011).

A formação das ilhas de calor é apenas uma das consequências que a população enfrenta diante do descaso com o meio natural dos centros urbanos. À medida que essas áreas se estendem, afetam diretamente as condições fundamentais para a vida urbana, com a qualidade da água, do solo e do ar, afetando o clima como um todo (FIALHO, 2012).

Em virtude disso, o estudo tem como objetivo analisar a formação de ilhas de calor na área central da cidade de Cruz Alta no estado do Rio Grande do Sul, em comparação à sua área rural, onde está localizado o Campus da Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ, visando também à indicação de estratégias para mitigação dos efeitos negativos desse fenômeno.

METODOLOGIA

O objeto de estudo é o município brasileiro de Cruz Alta, o qual é caracterizado por ser uma cidade de médio porte, pertencente ao noroeste do estado do Rio Grande do Sul, conforme Figura 01. A cidade apresenta um clima subtropical quente e temperado, com as quatro estações bem definidas e o mês de janeiro apresenta as temperaturas mais quentes (IBGE, 2017).



Figura 01 – Localização do município em estudo



Fonte: Google Earth, adaptado pelas autoras, 2018

A pesquisa foi realizada através da análise da temperatura e da umidade de quatro pontos urbanos e quatro pontos rurais do município, sendo que eles foram escolhidos em função da arborização e da presença de edificações de maior porte e altura no entorno, a localização dos pontos está representada na Figura 02.

Figura 02 - Distribuição dos pontos de medição nas áreas A (centro da cidade) e B (Campus UNICRUZ) elencadas no município de Cruz Alta- RS.



Legenda: 01 e 05 sem arborização e com edificação; 02 e 06 sem arborização e sem edificação; 03e 07 com arborização e sem edificação; 04 e 08 com arborização e com edificação

Fonte: Google Earth, adaptada pelas autoras, 2017

Os dados foram coletados nos dias 15, 16 e 17 de agosto de 2017 na estação de inverno e 12, 13 e 14 de março de 2018 na estação de verão, nos horários das 09:00hs às 10:00hs, das 15:00hs às 16:30hs e das 21:00hs às 22:30hs. As coletas de dados ocorreram em três dias de céu claro, com menos de 1/3 de nuvens e consecutivos de cada uma das estações. As medições foram realizadas com um medidor multiparâmetro, equipamento portátil HIGHMED modelo HM -875, e em cada uma das avaliações o instrumento foi posicionado a



1,10 metros acima do solo (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2009; MAYER E HOPE, 1987; MASCARÓ, 1991).

Após coletados, os dados foram analisados através das médias das temperaturas e da aplicação de método de estatística descritiva, através do teste de Tukey. O instrumento possuiu avaliar a grandeza das diferenças existentes, com comparações múltiplas, baseando-se na diferença mínima significativa (UFPR, 2009; CORREA, 2003). E por fim a indicação de estratégias viáveis de implantação para as áreas de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados coletados, foram comparadas as médias da temperatura e umidade presentes no Quadro 01, abaixo. Após esse passo, foram aplicados procedimentos estatísticos com intuito de buscar quais dos dados, quando comparados entre as áreas com as mesmas características, no campus e na cidade, apresentaram significância estatística. Para isso foi adotado o limite pré-estabelecido, com o nível de ($p < 0,05$) e número de amostra ($n = 9$), já que cada um dos dados, nos pontos coletados possuiu três repetições de medida conforme mostra nos Quadros 01 e 02 a seguir.

Na estação de inverno de 2017 as principais variações significativas de temperatura foram constatadas no turno da noite, onde a diferença foi significativa em todos os pontos, independentemente do sombreamento. Nos pontos 1 e 5 que apresentam uma característica sem arborização e com edificação, se pode constatar uma diferença de temperatura de $2,66^{\circ}\text{C}$ do centro para o campus, no período da tarde, já à noite a variação foi de $2,7^{\circ}\text{C}$. Nos pontos 2 e 6, sem arborização e sem edificação, o centro apresentou uma temperatura de $4,01^{\circ}\text{C}$ mais elevada do que o campus no período noturno, e nos pontos 3 e 7, com arborização e sem edificação, o valor foi de $3,93^{\circ}\text{C}$ no mesmo período. Também se pode notar que nos pontos com arborização e com edificação (pontos 4 e 8) no período da tarde o centro apresentou a média de temperatura $2,1^{\circ}\text{C}$ mais alta que o campus e no período da noite o valor se elevou para $2,6^{\circ}\text{C}$.

Os dados comprovaram que a atuação da ilha de calor teve seu crescimento ao longo do dia, aparecendo com maior intensidade após o pôr-do-sol. Gartland (2010) já relatava que a intensidade dos resultados podem variar no decorrer do dia e da noite, porém no turno da manhã as diferenças de temperaturas são frequentemente menores, e no decorrer do dia a temperatura tende a aumentar, conforme o aquecimento do meio urbano. Já os pontos que



possuíam em seu entorno edificações, apresentaram diferença significativa de temperatura ainda no período da tarde, comprovando que as áreas edificadas irradiaram mais calor para o meio.

Quadro 1- Medidas descritivas, Teste t de Student da temperatura. Na área urbana central e do campus universitário da UNICRUZ. Cruz Alta/RS, 2018

Ponto de Coleta	Turno	Local	VERÃO			INVERNO		
			N	Média °C	p-valor	N	Média °C	p-valor
Sem arborização e com edificação (1 e 5)	Manhã	Campus	9	30,13	0,592	9	18,59	0,160
		Cidade	9	30,52		9	20,11	
	Tarde	Campus	9	34,41	0,948	9	24,62	0,003
		Cidade	9	34,36		9	27,28	
	Noite	Campus	9	25,30	0,023	9	16,66	0,001
		Cidade	9	26,19		9	19,36	
Sem arborização e sem edificação (2 e 6)	Manhã	Campus	9	28,09	0,015	9	20,59	0,980
		Cidade	9	30,19		9	20,62	
	Tarde	Campus	9	35,39	0,651	9	27,72	0,929
		Cidade	9	34,74		9	27,66	
	Noite	Campus	9	24,30	0,055	9	14,78	0,000
		Cidade	9	25,60		9	18,79	
Com arborização e sem edificação (3 e 7)	Manhã	Campus	9	26,00	0,011	9	18,33	0,627
		Cidade	9	30,41		9	18,80	
	Tarde	Campus	9	33,47	0,041	9	26,04	0,794
		Cidade	9	34,14		9	25,89	
	Noite	Campus	9	23,87	0,007	9	14,34	0,000
		Cidade	9	25,78		9	18,27	
Com arborização e com edificação (4 e 8)	Manhã	Campus	9	25,73	0,006	9	18,39	0,786
		Cidade	9	29,70		9	18,72	
	Tarde	Campus	9	33,39	0,712	9	23,51	0,047
		Cidade	9	33,00		9	25,61	
	Noite	Campus	9	23,64	0,023	9	15,54	0,001
		Cidade	9	25,47		9	18,14	

Fonte: Autoras, 2018.

Na estação do verão foi possível visualizar a atuação da vegetação em áreas abertas com uma maior interferência, pois nos três turnos do dia a diferença entre as temperaturas na área do Campus e da cidade foi significativa, e em áreas com edificação no entorno, a diferença foi encontrada no turno da manhã e da noite. Os pontos que possuíam maior insolação, 2 e 6, também apresentaram diferenças nesses dois turnos. Pode-se observar pelos dados que em zonas sem arborização e com edificação, os pontos 1 e 5, apresentaram uma diferença de temperatura entre o centro e o campus de 0,89°C apenas no período noturno, já nos pontos 2 e 6, houve uma diferença de temperatura na parte da manhã e da noite, apresentando 2,1°C e 1,3°C respectivamente. Nos pontos 3 e 7, com arborização e sem



edificação, os resultados apresentam um acréscimo de temperatura no centro, no período da manhã, da tarde e da noite, sendo que as médias resultaram em diferenças de 4,41°C, 0,67°C e 1,91°C respectivamente, já nos pontos 4 e 8, com características de com arborização e com edificação, apresentaram uma diferença de temperatura de 3,97°C na parte da manhã e 1,83°C na parte da noite, sempre o centro apresentando as maiores temperaturas, e a comprovação da formação da ilha de calor.

A seguir é apresentado o Quadro 02, com a atuação da umidade nos pontos analisados.

Quadro 2- Medidas descritivas, Teste t de Student da umidade. Na área urbana central e do campus universitário da UNICRUZ. Cruz Alta/RS, 2018

Ponto de Coleta	Turno	Local	VERÃO			INVERNO		
			N	Média %	p-valor	N	Média %	p-valor
Sem arborização e com edificação (1 e 5)	Manhã	Campus	9	47,62	0,638	9	62,02	0,272
		Cidade	9	44,92		9	57,87	
	Tarde	Campus	9	36,88	0,817	9	43,31	0,002
		Cidade	9	35,12		9	38,41	
	Noite	Campus	9	58,48	0,616	9	64,80	0,060
		Cidade	9	55,82		9	62,17	
Sem arborização e sem edificação (2 e 6)	Manhã	Campus	9	52,44	0,054	9	57,54	0,732
		Cidade	9	42,34		9	58,69	
	Tarde	Campus	9	37,68	0,924	9	38,02	0,311
		Cidade	9	38,40		9	39,57	
	Noite	Campus	9	58,13	0,584	9	72,59	0,000
		Cidade	9	54,52		9	63,08	
Com arborização e sem edificação (3 e 7)	Manhã	Campus	9	55,37	0,070	9	63,79	0,230
		Cidade	9	45,96		9	60,20	
	Tarde	Campus	9	43,22	0,783	9	39,79	0,193
		Cidade	9	41,48		9	41,47	
	Noite	Campus	9	62,38	0,206	9	74,47	0,023
		Cidade	9	55,20		9	67,89	
Com arborização e com edificação (4 e 8)	Manhã	Campus	9	52,46	0,051	9	63,78	0,297
		Cidade	9	45,19		9	60,87	
	Tarde	Campus	9	44,73	0,802	9	45,69	0,287
		Cidade	9	46,29		9	43,20	
	Noite	Campus	9	62,37	0,261	9	69,18	0,001
		Cidade	9	55,30		9	63,71	

Fonte: Autoras, 2018.

A umidade na estação de inverno também apresentou suas diferenças mais significativas no turno da noite, em todos os pontos. Já sua diferença significativa foi encontrada na comparação entre os pontos 1 e 5 no turno da tarde, onde não há presença de arborização, assim o campus mostrou-se 5% mais úmido em média. De acordo com a Organização Mundial de Saúde o ideal para umidade relativa do ar varia entre 50% e 80%.



(OMS, 2018), e na pesquisa, no turno da noite a umidade se apresentou superior a 60% em todos os pontos. No centro em média se manteve em 64,21% e no campus 70,26% ,o que evidencia os benefícios das áreas rurais, as quais possuem normalmente mais vegetação.

A umidade na estação de verão demonstrou sua maior alteração na formação da ilha de calor no turno da manhã, no qual três pontos analisados e comparados apresentaram diferença significativa, onde a incidência dos raios solares é menor do que ao analisado no decorrer do dia. Na parte da manhã na área central a umidade se manteve abaixo de 50%, enquanto que se pode observar no campus, neste mesmo turno, a umidade superou essa porcentagem.

Em virtude dos dados apresentados e analisados, é verificada a atuação da ilha de calor na cidade de Cruz Alta que acarreta um espaço urbano de menor qualidade para seus moradores. Assim a pesquisa sugere estratégias de mitigação das ilhas de calor, as quais podem ajudar na obtenção de espaços com maior qualidade e conforto ambiental para a população que os circunda, tratados de forma pontual, para trazer modificações positivas ao microclima existente.

Vegetação

As árvores e vegetações em geral são componentes funcionais essenciais para uma cidade saudável, elas trazem inúmeros benefícios como comunidades mais confortavam, um consumo de energia reduzido, e menores índices de poluição do ar e enchentes. Apesar de serem vistas como despesas adicionais, as árvores podem aumentar os valores de uma propriedade e podem gerar benefícios financeiros durante suas vidas (GARTLAND, 2010).

O plantio de árvores nas áreas urbanas tem se destacado em várias vantagens ecológicas, ambientais e sociais, pois elas são responsáveis por integrar aos espaços urbanos. Para isso, existem diretrizes que definem sobre a diversidade de espécie que podem ser implantadas nos centros urbanos, como por exemplo, não é indicado que se insira mais de 10% de qualquer tipo de espécie, 20 % menos de qualquer gênero e não mais que 30% de qualquer família, para que a manutenção e preservação das espécies possam ser resguardadas (SEVER MUTLU; SELIM; UN, 2017).

Quando se refere à escolha da vegetação para implementação nos meios urbanos, muitos são os argumentos abordados para demonstrar as vantagens às espécies nativas sobre as exóticas, dentre elas, o que possui maior destaque é a adequação das espécies nativas no



ambiente regional, o que proporcionam um maior recurso nutritivo para os animais desse habitat (SAGOFF, 2005).

As árvores podem reduzir as ilhas de calor, produzindo sombreamento nos edifícios, pavimentações e pessoas, protegendo-os da ação do sol, elas mantêm as superfícies mais frescas e reduzem o calor que é transferido para o meio (GARTLAND, 2010). Além disso, as vegetações nas áreas urbanas agem contra a poluição sonora e maximiza a poluição na atmosfera, minimizando o calor ambiente e melhorando a qualidade de vida (PISELLO et. al, 2018).

Se superfícies frescas e vegetação forem amplamente usadas em uma localidade, a temperatura média da superfície pode ser reduzida em mais de 14°C. Estudos apontam que temperaturas no interior de veículos estacionados, foram reduzidas em aproximadamente 25°C quando o carro estava sombreado por vegetação. Árvores e vegetações em geral absorvem água pelas suas raízes e liberam vapor através de suas folhas, este processo, retira o calor do ar para evaporar a água. Diversos estudos (HUANG et al., 1990; KURN et al., 1994) concluíram que temperaturas de picos em áreas arborizadas são 5°C mais frescas do que em ambientes abertos, estando o ar acima de campos vegetação 3°C mais fresco do que em terrenos sem a mesma, e áreas suburbanas com árvores maduras se apresentaram entre 2 e 3°C mais frescas que loteamentos sem as mesmas. Já a temperaturas sobre campos esportivos gramados foram de 1 a 2°C mais frescas que o ar sobre estacionamentos totalmente pavimentados (GARTLAND, 2010.)

Pisos Alternativos e tinta refletantes

Com a crescente urbanização global, grandes áreas pavimentadas estão sendo inseridas nos espaços urbanos. Com essa ampliação, surgiram pavimentos nos mais diversos tipos, que são implantados para solucionar diferentes funções de revestimento, como em estacionamentos, vias, calçadas, playgrounds e praças. Em virtude de essas áreas ocuparem grandes extensões, elas são uma das atuantes no aquecimento do meio urbano, auxiliando para o surgimento das ilhas de calor (LI; SABOORI; CAO, 2014).

Como proposta de implementação de alternativas que viabilizem a redução da influência das cidades no aquecimento da temperatura global, Yaghoobian e Kleissl (2012) apontam que os pavimentos reflexivos podem diminuir o consumo de energia elétrica que é gerada através dos condicionadores de ar nos edifícios, pois os pavimentos escuros tendem a



absorver e irradiar mais calor tanto para o meio urbano, quanto para o residencial, já que a reflexão solar pode ser absorvida e transmitida para os interiores através das paredes e janelas. A melhor solução a ser tomada para sanar casos em que a absorção de temperatura dos materiais de revestimento se apresentar alta, é utilizar a pintura de tinta branca sem brilho, como estratégia de minimização.

Esses materiais refletem uma grande parte da incidência solar, que resulta em uma menor temperatura da superfície do pavimento. Porém a durabilidade dos pavimentos refletivos é relativamente curta por conta do tráfego de pessoas ou veículos e até mesmo pelas intempéries do tempo. Os revestimentos reflexivos utilizados para ciclovias ou calçadas pode ter de 0,5 até 3 anos de durabilidade, o mesmo acontece com vias de alto fluxo de veículos que sua durabilidade pode ser ainda menor. Rachaduras, envelhecimento e até descamação são causados pelo uso frequente e por conta disso dificultará o resfriamento desses pavimentos (LI; SABOORI; CAO, 2014).

Contudo, pavimentos que possuem baixo tráfego de uso, como estacionamentos, calçadas, praças, pátios de escolas, são locais mais apropriados para utilização desse tipo de revestimentos, pois a sua durabilidade é maior. Os revestimentos refletivos disponíveis no mercado dividem-se em dois grupos: a base de solvente, que tem durabilidade maior, porém com liberação de componentes orgânicos para a atmosfera impactando negativamente no meio ambientes e para a saúde do homem; e os revestimentos a base d'água que possuem uma vida mais curta, mas que não agridem o meio ambiente, causando menos impacto a saúde humana. “A taxa de aplicação de revestimentos refletivos normalmente varia de 0,25 a 1,0 kg / m² (ou 20 a 60 pés 2/gal) dependendo dos tipos de revestimento e tipo de pavimento” (LI; SABOORI; CAO, 2014).

Um exemplo de como mitigar as ilhas de calor foi implantado em grande escala em uma das principais vias de circulação do lado oeste da cidade de Atenas, cobrindo uma área total de 37.000 m² com pavimento asfáltico frio e de concreto. Esse projeto é um dos maiores exemplos de mitigação das ilhas de calor projetado no centro urbano a nível mundo (KYRIAKODIS; SANTAMOURIS, 2018).

Após a aplicação desses elementos o monitoramento de temperatura dos materiais e do ambiente que foi realizado no período do verão (maio a setembro), constatou-se que a aplicação do asfalto frio tendeu a registrar uma temperatura menor que o asfalto convencional,



com redução de 7,5°C para o asfalto e 6,1°C para o concreto. Concluindo que o pavimento frio foi atuante como instrumento de redução do calor que foi liberado, melhorando as condições de conforto térmico no ambiente (KYRIAKODIS; SANTAMOURIS, 2018). Pavimentos asfálticos tradicionais normalmente são escuros, com valores de refletância solar entre 5-10% quando novos, tornando-se mais claros e refletivos com a idade. Já os pavimentos de concreto são cinza-claros, com valores de refletância solar a 25-35%, tendem a se manter mais frescos sob o sol, devido a sua coloração mais clara (GARTLAND, 2010).

Não apenas para cobertura de pavimentação dos leitos carroçáveis que os materiais refletivos ou frios podem ser utilizados, eles também podem atuar positivamente para o revestimento de telhados e coberturas de prédios, em paredes e também em calçadas e vias do espaço urbano. Muitos são os estudos que apontaram os seus benefícios, com diversos tipos de materiais refletivos e frios como, produtos refletivos asfálticos, materiais retrorefletivos (KYRIAKODIS; SANTAMOURIS, 2018) e revestimento termocrômicos (NOGUEIRA, 2010).

Os revestimentos frescos têm a consistência de uma tinta grossa, que são preferencialmente aplicados em coberturas com pequena inclinação e em bom estado, porém eles têm aditivos em sua composição que os tornam bem superiores às tintas convencionais em termos de aderência, durabilidade, habilidade de “autolimpar” e ao evitar a produção de algas e fungos. Os tipos de revestimento geralmente têm a coloração branca reluzente e apresentam altos valores de refletância solar e emissividade térmica (GARTLAND, 2010).

Dentre outras alternativas que podem ser utilizadas para a minimização do efeito das ilhas de calor, como biovaletas, telhados verdes, bacias de retenção, essas foram as estratégias indicadas para a área em estudo, devido a facilidade de implementação no município, já que não demandam de grandes reestruturações de infraestrutura, e são caracterizadas por serem intervenções pontuais que já trariam benefícios para a melhora da ambiência urbana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos referentes às consequências das ilhas de calor nos ambientes urbanos ressaltam principalmente o problema com o conforto térmico, uma vez que o comportamento do frio e do calor, influenciam na saúde populacional, no alto consumo de energia elétrica, de urbanidade, do rendimento no trabalho, enfim, da qualidade de vida das comunidades (SOUZA; NERY, 2012).



As altas temperaturas geralmente são registradas aonde o crescimento vertical é mais intenso, onde existe alta densidade demográfica e poucas áreas arborizadas, ocorrendo principalmente em setores como o residencial e o industrial (ALMEIDA JUNIOR, 2005). Quando há diferença de temperatura entre os centros urbanos (valor mais altos de temperatura) e as periferias (valor mais baixos), se caracterizam como ilhas de calor a área mais quente (NASCIMENTO; BARROS, 2001).

Comprava-se através dos levantamentos climáticos que há variações entre as áreas mais adensadas, no caso o centro da cidade, área mais edificada e populosa, em relação ao Campus Universitário que compreende temperaturas inferiores e áreas mais vegetadas. E comparando as áreas sombreadas no centro a área com vegetação tem temperaturas mais amenas. Mascaró e Mascaró (2009) sugerem que um dos recursos eficientes contra o calor, seja a implantação de áreas vegetadas, pois elas permitem a passagem do vento, absorvendo assim a radiação solar e colaborando com o sombreamento das áreas edificadas, protegendo-as contra a insolação.

Os materiais tradicionalmente usados na construção na maioria das cidades, atualmente ficam muito quentes sob o sol. Os principais benefícios que a mitigação das ilhas de calor pode trazer a uma comunidade são a redução de temperaturas, economia de energia, melhoria da qualidade do ar, do conforto humano e melhorias para a saúde, a redução de enchentes, manutenção e redução de resíduos e benefícios estéticos (GARTLAND, 2010).

Os resultados da pesquisa apontaram que há necessidade de aplicação de alguns artifícios para o tratamento desses espaços, como maior aplicação de vegetação principalmente, já que as temperaturas registradas na sombra enfatizam uma condição climática mais favorável e diferenciação de alguns materiais tradicionais da construção das cidades.

Agradecimentos

À UNICRUZ pelo apoio a realização da pesquisa através do edital N°59/2017.

REFERÊNCIAS

ALMAS, Andrew D.; CONWAY, Tenley M. The role of antive species in urban forest planning and practice: A case study of Carolinian Canada. *Urban Forestry & Urban Greening*, p. 54-62, 2016.



ALMEIDA JUNIOR, Nicácio Lemes de. **“Estudo de clima urbano: uma proposta metodológica”**. Cuiabá: Dissertação (Mestrado). Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, 2005.

CHALKER-SCOTT, Linda. **Nonnative, noninvasive woody species can enhance urban landscape biodiversity**. *Arboric. Urban For.* p. 173–186, 2015.

CORREA, SONIA MARIA BARROS BARBOSA. *Probabilidade e Estatística*. – 2º ed. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003.

FIALHO, Edson Soares. **Ilha de calor: reflexões acerca de um conceito**. Universidade Federal de Viçosa. Boa Vista: ACTA Geográfica, ed. esp., p.61-76, 2012.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

HUANG, J., et al. **The Wind-Shielding and Shading Effects of Trees of Residential Heating and Cooling Requirements**. ASHRAE Winter Meeting, Atlanta, Georgian American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 1990.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 26 jul. 2017.

KURN, D., et al. **The Potential for Reducing Urban Air Temperatures and Energy Consumption through Vegetative Cooling**. ACEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Pacific Groove, CA, American Council for an Energy Efficient Economy. 1994.

KYRIAKODIS, G-E; SANTAMOURIS, M. **Using reflective pavements to mitigate urban heat island in warm climates - Results from a large scale urban mitigation Project**. *Urban Climate* 24, p. 326-399, 2018.

LI, Hui; SABOORIL; Arash; CAO, Xuejuan. **Efective coatings for cool pavements: information synthesis and preliminary case study for life cycle assessment**. International Symposium on Pavement LCA 2014 Davis, California, USA October 14-16 2014.

MASCARÓ, L. **Energia na edificação: estratégias para minimizar seu consumo**. São Paulo: Projeto Editores Associados, 1991.

MASCARÓ, Lucia; MASCARÓ, Juan José. **Ambiência Urbana**. 3.ed. Porto Alegre: Masquatro, 2009.

MAYER, H.; HOPE, P. **Thermal conforto f man in diferente urban enviromments**. In: **Theoretical and applied climatology**, 1987, 38p.

NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira; BARROS, Juliana Ramalho. **Identificação de ilhas de calor por meio de sensoriamento remoto: estudo de caso no município de Goiânia – GO/2001**. *Boletim Goiano de Geografia*, v.29, n.1, p. 119-134, jan. / jun. 2009.



NOGUEIRA, Adriana Filipa Tiago. **Desenvolvimento de materiais termocrômicos/termoelétricos em filmes finos.** Dissertação de Mestrado de Engenharia de Materiais. Universidade Nova de Lisboa, 2010.

OMS | Brasil: Organização Mundial da Saúde. Disponível em: <<http://www.who.int/eportuguese/countries/bra/pt/>>. Acesso em: 8 set. 2018.

PISELLO, Anna Laura; SALIARI, Maria; VASILAKOPOULOU, konstantina; HADAD, Shamila; SANTAMOURIS, Mattheos. **Facing the urban overheating:** Recent developments. Mitigation potential and sensitivity of the main Technologies. WIREs Energy Environ, 2018.

ROLOFF, A., KORN, S., GILLNER, S., 2009. **The climate-species-matrix to select tree species for urban habitats considering climate change.** Urban For. Urban Green. 8 (4), 295–308.

ROMERO a, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura do lugar: uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília.** São Paulo: Nova Técnica, 2011.

ROMERO b, Marta Adriana Bustos. **Correlação entre o microclima urbano e a configuração do espaço residencial de Brasília.** Belo Horizonte: Fórum Patrimônio, Mudanças climáticas e o impacto das cidades, v. 4, n.1, p. 9-22, 2011.

SAGOFF, Mark. **Do non-native species threaten the natural environment?** J. Agric. Environ. Ethics, p. 215–236, 2005.

SEVEN MUTLU, Songül; SELIM, Ceren; UN, Gülçin. **Plant Biodiversity of Urban Roadside trees in Antalya, Turkey.** Kastamonu Uni., Orman Fakültesi Dergisi, 2017, p. 80-87.

SOUZA, Débora Moreira de; NERY, Jonas Teixeira. **Parâmetros climáticos de Ourinhos, Estado de São Paulo.** Maringá: Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, v.33, n.1, p.107-115, 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – Setor de ciências exatas, departamento de estatística. Apostila Estatística II. Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://www.est.ufpr.br/ce003/material/apostilace003.pdf>> Acessado em: 06 ago. 2018, 17:24:15

World Meteorological Organization. Handbook on Climat and Climat Temp Reporting. 2009. Disponível em: <https://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/Publications/TD1188/HandbookCLIMAT-CLIMATTEMP_en.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2018.

YAGHOUBIAN, Neda; KLEISSL, Jan. **Effect of reflective pavements on building energy use.** Urban Climate, p. 25-42, 2012.