



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

FLORESTA URBANA COM ELEMENTO MITIGADOR MICROCLIMÁTICO

Daniela Maroni (1)

(1) Arquiteta, Especialista em Gerenciamento Obras, danimaroni92@gmail.com

RESUMO

Presencia-se nos últimos anos, o aumento significativo da temperatura do ar nas cidades em todo o mundo. Esse fenômeno chama a atenção das associações governamentais, que buscam, juntamente com o âmbito científico, compreender suas causas e buscar medidas para minimizar os impactos negativos provenientes desse cenário. Sabe-se que o número de pessoas que migraram das áreas rurais para os centros urbanos aumentou significativamente nos últimos anos, trazendo a necessidade de ampliação e implantação de novas infraestruturas, ocorrendo a supressão do solo natural para a inserção de estruturas artificiais. Esse processo de intensa urbanização ocasiona o aquecimento localizado, conhecido cientificamente como o efeito da ilha de calor urbana, ocasionando o aumento da temperatura local e a redução da umidade relativa do ar, criando um ambiente desagradável e insalubre para as pessoas que ali habitam. Inúmeros estudos internacionais comprovam o efeito da vegetação no balanço energético das áreas urbanas, auxiliando na redução da temperatura e no aumento da umidade do ar. O presente estudo, buscou analisar e comprovar, através de um estudo de campo, o efeito de uma infraestrutura verde presente na centralidade urbana da cidade Erechim, situada ao norte do Rio Grande do Sul, na redução da temperatura e no aumento da umidade do ar em seu entorno urbanizado. Para comprovar esse afeito, a pesquisa consiste em analisar e identificar locais próximos a infraestrutura verde, que possuem características propícias a formação das ilhas de calor, devido aos materiais e as condições morfológicas, definindo assim pontos de coleta referentes as condições micrometeorológicas no entorno da massa verde e em seu interior, para poder comparar os resultados coletados, e verificar a influência da vegetação nos dados de temperatura e umidade do ar.

Palavras-chave: Mitigação, temperatura do ar, umidade do ar, urbanização.

ABSTRACT

There has been a significant increase in air temperature in cities around the world in recent years. This phenomenon draws the attention of governmental associations, which seek, along with the scientific scope, to understand its causes and seek measures to minimize the negative impacts arising from this scenario. It is known that the number of people migrating from rural areas to urban centers has increased significantly in recent years, bringing the need for expansion and implementation of new infrastructures, with the suppression of natural soil for the insertion of artificial structures. This process of intense urbanization causes localized heating, known scientifically as the effect of the urban heat island, causing local temperature increase and the relative humidity of the air, creating an unpleasant and unhealthy environment for the people who live there. Numerous international studies confirm the effect of vegetation on the energy balance of urban areas, helping to reduce temperature and increase air humidity. The present study sought to analyze and prove, through a field study, the effect of a green infrastructure present in the urban centrality of the city of Erechim, located in the north of Rio Grande do Sul, in the reduction of temperature and in the increase of humidity of the air in its urbanized environment. In order to prove this affection, the research consists of analyzing and identifying sites near the green infrastructure, which have characteristics conducive to the formation of heat islands, due to the materials and the morphological conditions, thus defining collecting points referring to the micrometeorological conditions in the surroundings of the mass green and indoors, in order to compare the results collected, and to verify the influence of vegetation on the data of temperature and humidity of the air.

Key words: Mitigation, air temperature, air humidity, urbanization.

1. INTRODUÇÃO

Os autores Janković e Hebbert (2012); Argüeso et al. (2015) e Levermore et al. (2017) evidenciam que o aumento exacerbado da urbanização, impacta significativamente nas alterações climáticas, agravando no aumento da temperatura nas cidades, efeito esse conhecido cientificamente como ilha de calor urbana (UHI). A formação de uma UHI tem consequências ambientais, sanitárias, sociais e econômicas. Incluindo a redução da produtividade e desempenho de pessoas que habitam e circulam nesses locais (Sharifi et al., 2016).

Iping et al. (2019) enfatiza que o efeito da ilha de calor urbana (UHI) é extremamente complexa para definir e medir, porém através de inúmeras pesquisas científicas concebidas no campo da climatologia urbana, identificou-se alguns elementos presentes na morfologia urbana que influenciam no aumento da temperatura, entre eles, a energia solar foi considerada a maior contribuinte para o efeito UHI (Wong et al., 2013), baixo albedo dos materiais de construção (Razzaghmanesh et al., 2016), superfícies urbanas impermeáveis (Argüeso et al., 2014), inibição do resfriamento por superfícies urbanas (Argüeso et al., 2013).

As mudanças na superfície do solo proveniente do processo de urbanização é um dos efeitos intensificador da UHI, visto como um problema inevitável (Mallick et al., 2008), considerando que há uma projeção das Nações Unidas, estimando que até 2050, 68% da população mundial viverá em áreas urbanas (Nações Unidas, 2018). O aumento da temperatura é o impacto considerado mais nocivo, observando que durante 2006-2015 a temperatura média global foi 0,87°C mais alta em comparação ao período de 1850-1900 (IPCC, 2018).

Segundo Akbari et al. (2016) as condições sinóticas, as características urbanas, as características meteorológicas, os materiais urbanos, a ausência de espaços verdes, a velocidade e direção dos ventos e as atividades humanas, são contribuintes significativos para a formação das UHI. São inúmeras as consequências sociais e econômicas provenientes da formação das UHI, impactando principalmente na saúde e no bem-estar da população (Iping et al., 2019). Um conjunto de estratégias compensatórias de gestão e/ou mitigação são consideradas eficazes, dentre elas, a introdução de vegetação ou infraestrutura verde urbana (UGI) é vista como a estratégia mais eficaz para mitigar os efeitos da UHI (Lehmann, 2014; Norton et al., 2015; Livesley et al., 2016; Lin et al., 2016).

A UGI pode ser definida como uma rede de planejamento e espaços verdes não planejados, abrangendo as esferas pública e privada, e gerenciados como um sistema integrado fornecendo uma gama de benefícios (Norton et al., 2015). Os benefícios incluem a redução da quantidade de radiação solar absorvida em materiais de construção (Lin et al., 2016), melhorando a qualidade do ar, reduzindo a poluição sonora, melhorando o bem-estar social e a segurança, e melhorando a capacidade adaptativa dos espaços públicos e seus ambientes externos (Sharifi et al., 2016), através do sombreamento e da redução das temperaturas da superfície do solo (Saaroni et al., 2018).

As pesquisas realizadas por Spronken-Smith e Oke (1998) e Bowler et al. (2010) visaram compreender a diferença da temperatura entre os espaços verdes urbanos e seus territórios adjacentes em microescala, verificando que o efeito de mitigação térmica está localizado na vizinhança imediata das UGI, subestimando o efeito de resfriamento além dos limites da área verde. Em particular, grandes áreas com coberturas arbóreas, as vezes chamadas de “florestas urbanas”, são agentes de resfriamento mais eficazes durante o dia (Brown et al., 2015; Yoshida et al., 2015).

Devido ao cenário descrito, a presente pesquisa buscou avaliar o efeito de uma floresta urbana, presente na centralidade urbana da cidade de Erechim, situada ao norte do estado do Rio Grande do Sul, nos efeitos da redução de temperatura do ar no seu perímetro urbanizado, no intuito de comprovar o efeito mitigador e fornecer subsídios a futuros planejamentos urbanos, para a implementação de estruturas verdes urbanas no cenário das cidades, com o objetivo de proporcionar um ambiente qualitativo em termos ambientais e de conforto.

2. OBJETIVO

O objetivo da presente pesquisa é avaliar o efeito de uma floresta urbana na redução da temperatura do ar em seu perímetro urbanizado, afim de fornecer subsídio, através dos resultados obtidos para futuros planejamentos ou adaptações urbanas, com a finalidade de auxiliar na mitigação dos impactos gerados pelo processo de urbanização exacerbada.

3. MÉTODO

A metodologia deste trabalho contempla 4 etapas:

1. Apresentação do local e objeto de estudo;

2. Mapeamento da área urbana delimitada;
3. Localização e caracterização dos pontos de monitoramento;
4. Coleta de dados de temperatura do ar.

3.1. Apresentação do local e objeto de estudo

Com o objetivo de comprovar o efeito mitigador das infraestruturas verdes no microclima urbano, delimitamos a cidade de Erechim como local para estudo, pois apresenta uma área de preservação contemplada por 23 hectares de mata nativa em sua morfologia urbana.

A cidade localiza-se ao norte do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), situado a 360 quilômetros da capital Porto Alegre, e 40 quilômetros da divisa com o estado de Santa Catarina. Possui 430km² de área territorial total, e 26,42km² de perímetro urbano. Está situada geograficamente a 27°38'26" Sul de latitude e 52°16'26" a Oeste de longitude. Possui um clima subtropical, com temperaturas médias de 18,7°C.

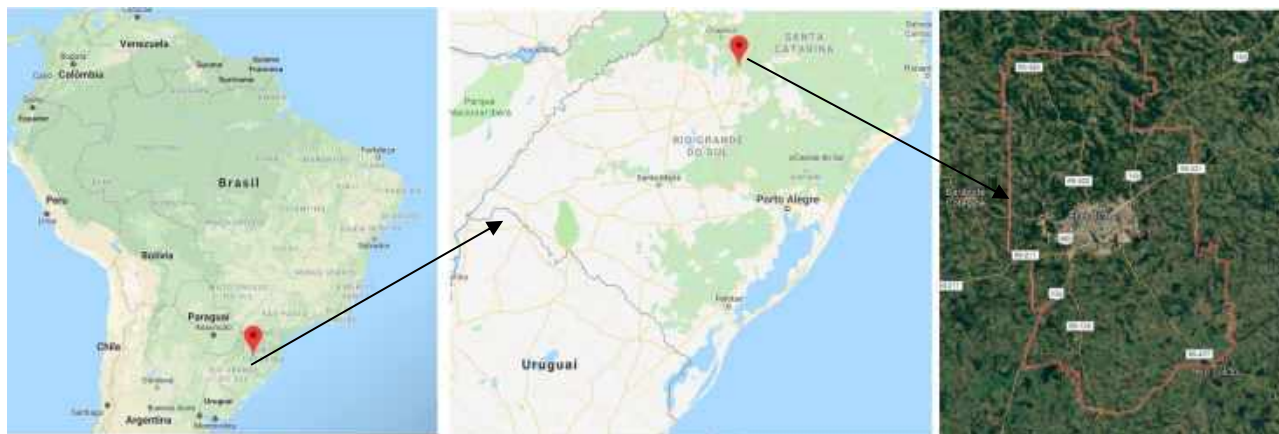


Figura 1: Localização Cidade de Erechim/RS, Brasil

O objeto estudado está situado no perímetro urbano do município (Figura 2), caracterizado como uma Unidade de Conservação e Proteção Integral pelo Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC), com a finalidade de preservar sua natureza, admitindo apenas o uso indireto de seus recursos naturais.



Figura 2: Localização do objeto de estudo

Segundo o Plano de Manejo Sustentável do Parque Nacional Municipal Longines Malinowski – PNMLM (2011), a área possui 10 classificações diferentes no seu uso, sendo que 85,66% da área total caracterizada por área verde. A flora do parque está em transição entre Floresta Estacional Semidecídua e a Floresta Ombrófila Mista. A vegetação está estruturada por estratificação vertical e distribuição horizontal. A estratificação vertical é marcada pela presença de indivíduos de grande porte, entre eles, espécies *Nectandra anceolata* (canela-amarela), *Cryptocarya moschata* (canela-fogo), *Matayba laeagnoides* (camboatá-branco) e *Atelesia glazioviana* (timbó) *Araucaria angustifolia* (pinheiro).

3.2 Mapeamento da área urbana delimitada

Delimitou-se um perímetro de 500 metros a partir da borda do parque para caracterizar morfologicamente a área urbana em seu entorno imediato, a fim de descrever a paisagem e encontrar locais com características homogêneas que apresentam a possibilidade do aumento da temperatura, segundo a revisão bibliográfica contida na introdução do artigo.

Locais com asfalto na cobertura do solo, ausência de vegetação, presença de edificações com elevados índices construtivos, alta rotação de veículos e pedestres, e exposição direta a radiação solar sem a interferência de sombreamento, foram escolhidos para local os pontos de medições, pois são as características que influenciam no aumento da temperatura do ar.

O primeiro passo foi mapear as vias que possuem a pavimentação asfáltica (Figura 3) na área delimitada ao estudo, pois sabe-se que a pavimentação escura absorve mais de 80% da energia da radiação solar, emitindo calor e aumentando a temperatura do local. A partir dessa análise, observou a ausência de vegetação nas vias (Figura 4).

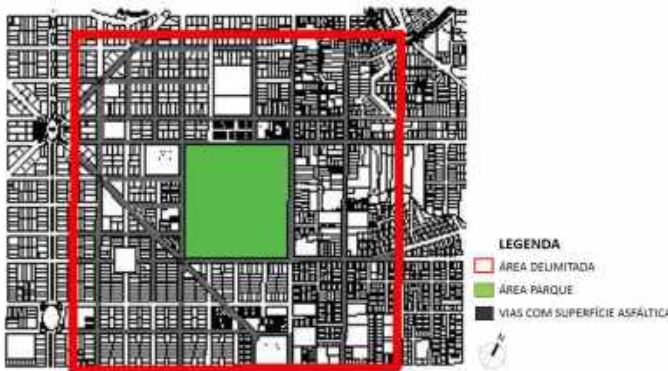


Figura 3: Superfície asfáltica nas vias



Figura 4: Presença arbórea nas vias

3.3 Locação dos pontos de monitoramento

Os pontos de coleta de dados da temperatura do ar, foram locados em locais estratégicos para realizar as análises. O primeiro ponto (P1) locou-se no interior da floresta urbana para coletar o dado de temperatura sem a influência de materiais e estruturas urbanas e a radiação solar direta. Quatro pontos referenciais foram locados nas bordas da estrutura verde, (PR1) situado a noroeste, (PR2) à nordeste, (PR3) à sudeste e o (PR4) à sudoeste, para verificar a temperatura dos pontos caracterizados pela presença de vegetação e as estruturas e materiais urbanos.

Os demais oito pontos de coleta (PA – PH) estão situados em locais onde há a ausência da vegetação, caracterizado por possuir asfalto em sua superfície, alto fluxo de pessoas e pedestres e a radiação solar direta. Outro parâmetro utilizado na decisão dos locais para realizar as medições, foi o tempo delimitado em uma hora para realizar o percurso de todas as coletas, afim de evitar a interferência de mudanças significativas. A Figura 5 apresenta a localização dos pontos. O deslocamento do percurso foi realizado com o auxílio de um automóvel.

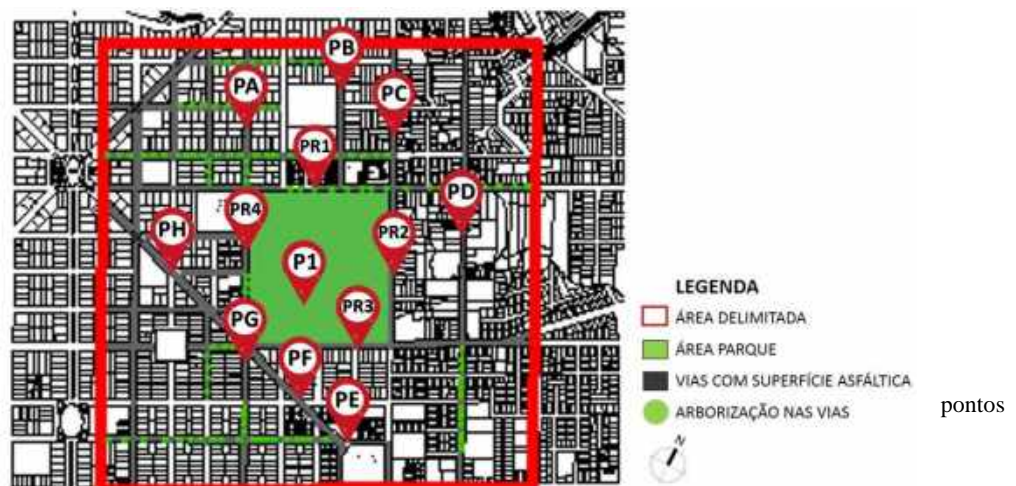


Figura 5: Localização dos pontos de medição

3.4 Coleta de dados de temperatura do ar

Para a coleta dos dados de temperatura do ar, foi utilizada uma estação móvel CEM DT – 8820 (Figura 6), obtendo alguns cuidados a fim de evitar possíveis interferências, entre eles, o posicionamento do aparelho a um metro e meio da superfície do solo, afastado do corpo e de qualquer estrutura vertical na imediação.



Figura 6: Estação Móvel

O pico da temperatura no período da tarde ocorre entre as 14:00 e 15:00 horas, intervalo esse delimitado para coletar o dado referente a temperatura do ar em todos os pontos estabelecidos, esperando três minutos de estabilização do aparelho em cada ponto.

4. RESULTADOS

Para facilitar o entendimento dos dados coletado, foi criada uma ficha para descrever cada ponto de medição, contendo a localização no mapa, uma imagem, e as principais características avaliadas (cobertura da superfície, presença de vegetação e radiação direta), e o dado de temperatura obtido. A Figura 7 apresenta todos os dados de temperatura do ar coletados.



P1 – CARACTERÍSTICAS DO PONTO	
Localização	Centralidade do Parque
Revestimento de superfície	Solo Natural
Vegetação	Possui a presença de vegetação
Horário da medição:	15:00 horas
Temperatura do ar	24,2°C
Umidade do ar	89,5%



PR1 – CARACTERÍSTICAS DO PONTO	
Localização	Borda do Parque - noroeste
Revestimento de superfície	Asfalto
Vegetação	Possui a presença de vegetação
Horário da medição:	14:00 horas
Temperatura do ar	30,1°C
Umidade do ar	73,9%



PR2 – CARACTERÍSTICAS DO PONTO	
Localização	Borda do Parque - nordeste
Revestimento de superfície	Asfalto
Vegetação	Possui a presença de vegetação
Horário da medição:	14:05 horas
Temperatura do ar	30,0°C
Umidade do ar	80,5%



PR2 – CARACTERÍSTICAS DO PONTO	
Localização	Borda do Parque - sudeste
Revestimento de superfície	Asfalto
Vegetação	Possui a presença de vegetação
Horário da medição:	14:10 horas
Temperatura do ar	24,7°C
Umidade do ar	84,7%



PR4 – CARACTERÍSTICAS DO PONTO	
Localização	Borda do Parque - sudoeste
Revestimento de superfície	Asfalto
Vegetação	Possui a presença de vegetação
Horário da medição:	14:15 horas
Temperatura do ar	30,1°C
Umidade do ar	73,9%



PA – CARACTERÍSTICAS DO PONTO	
Localização	Rua Severiano de Almeida – oeste do parque
Revestimento de superfície	Asfalto
Vegetação	Não possui vegetação
Horário da medição:	14:20 horas
Temperatura do ar	30,5°C
Umidade do ar	63,1%



PB – CARACTERÍSTICAS DO PONTO

Localização	Rua Aires Pires – noroeste do parque
Revestimento de superfície	Asfalto
Vegetação	Não possui vegetação
Horário da medição:	14:25 horas
Temperatura do ar	30,6°C
Umidade do ar	64,8%



PC – CARACTERÍSTICAS DO PONTO

Localização	Rua Jacinto Godoy – noroeste do parque
Revestimento de superfície	Asfalto
Vegetação	Não possui vegetação
Horário da medição:	14:30 horas
Temperatura do ar	30,6°C
Umidade do ar	64,7%



PD – CARACTERÍSTICAS DO PONTO

Localização	Rua Machado de Assis – nordeste do parque
Revestimento de superfície	Asfalto
Vegetação	Não possui vegetação
Horário da medição:	14:35 horas
Temperatura do ar	30,3°C
Umidade do ar	50,8%



PE – CARACTERÍSTICAS DO PONTO

Localização	Rua Goiás – sudeste do parque
Revestimento de superfície	Asfalto
Vegetação	Não possui vegetação
Horário da medição:	14:40 horas
Temperatura do ar	28,8°C
Umidade do ar	70,0%



PF – CARACTERÍSTICAS DO PONTO

Localização	Rua Quinze 15 de novembro – sudeste do parque
Revestimento de superfície	Asfalto
Vegetação	Não possui vegetação
Horário da medição:	14:45 horas
Temperatura do ar	28,5°C
Umidade do ar	46,4%



PG – CARACTERÍSTICAS DO PONTO

Localização	Rota Rua Pernambuco
Revestimento de superfície	Asfalto
Vegetação	Não possui vegetação
Horário da medição:	14:50 horas
Temperatura do ar	29,6°C
Umidade do ar	76,4%

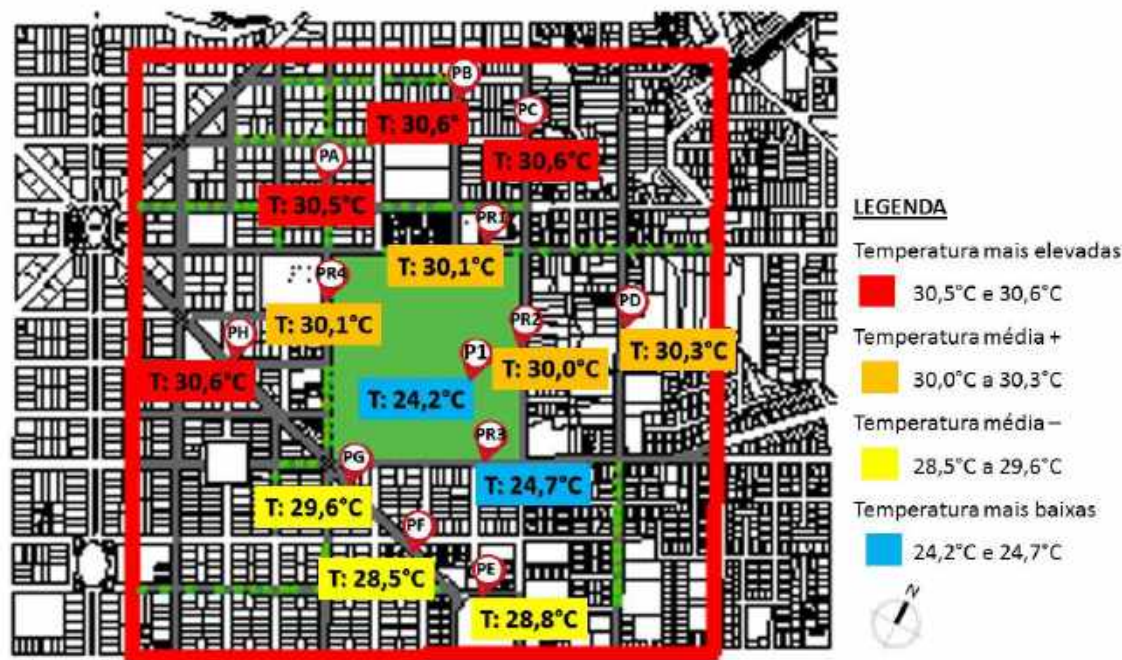


Figura 7: Dados referentes a temperatura do ar

Através dos dados coletados na área delimitada, verificou-se que os pontos PA, PB, PC E PH obtiveram as temperaturas mais elevadas entre 30,5 e 30,6°C. Foram analisados os elementos que caracterizam esses pontos, que podem ser correlacionados com os dados obtidos, entre eles, a localização topográfica em nível mais alto em relação a infraestrutura verde e os demais pontos, o vento dominante no quadrante noroeste no dia da coleta, onde incide nos pontos sem a interferência da massa vegetativa, e a elevada densidade construtiva das áreas que circunscrevem os pontos.

Em seguida os pontos PR1, PR2, PR4 e PD, obtiveram as temperaturas entre 30,0 a 30,3°C. Verifica-se que esses pontos já possuem a interferência da massa verde, pois situam em poucos metros da mesma. Os pontos PE, PF, PG obtiveram as temperaturas entre 28,5 a 29,6°C, recorrente a influência do vento dominante, que passa pela infraestrutura verde e sofre a redução da temperatura até chegar nesses pontos.

A temperatura mais baixa encontrada no perímetro urbano, encontra-se no PR3, com 24,7°C, situado na borda sudeste, sendo o primeiro ponto que o vento atinge após a interferência da massa vegetativa. E o dado de temperatura mais baixo, encontra-se no interior na floresta urbana, obtendo uma temperatura de 24,2°C, essa temperatura sofre a influência direta da vegetação, não possui a interferência de materiais estruturas artificiais e nem a ação da radiação solar direta.

Entre os pontos propícios a elevação da temperatura do ar, sem a influência de vegetação em seu perímetro imediato, obtivemos uma diferença de 2,1°C, sob a influência e interferência do vento dominante como elemento primordial para essa diferença.

Obtivemos uma diferença de 6,4°C entre a temperatura mais elevada, encontrada nos locais urbanizados, de 30,6°C, e a mais baixa no interior da infraestrutura verde de 24,2°C. De acordo com esses dados, podemos verificar nitidamente como a vegetação atua na mitigação do processo de elevação de temperatura proveniente do processo de urbanização.

5. CONCLUSÕES

O efeito do aumento das temperaturas do ar nos centros urbanos decorrente ao processo de urbanização é indiscutível. A presente pesquisa serviu para exemplificar o efeito mitigador de uma infraestrutura verde

nesse caso. O intuito do trabalho é servir de subsídio teórico para futuros planejamentos urbanos, que visem compreender a importância do estudo da climatologia urbana no processo de aprimoramento das infraestruturas e características morfológicas dos centros urbanos, obtendo condições adequadas ambientalmente, fornecendo ambientes agradáveis e confortáveis, resultando no aumento da qualidade de vida para as pessoas que habitam em centros urbanos.

É de suma importância a correlação do governo, do âmbito científico e do público em geral, no planejamento de ações benéficas, de abordagem promissora, que objetiva o aperfeiçoamento da qualidade dos ambientes que são resididos e usufruídos, melhorando as condições qualitativas da sustentabilidade, da resiliência e da adaptabilidade desses espaços.

Para que isso advenha, é necessário dissipar o conhecimento adquirido por pesquisadores da área da climatologia e da saúde, no intuito de conscientizar a população do seu direito em usufruir ambientes que propiciem o aumento da qualidade de vida. Além de trazer inúmeros benefícios a saúde pública, ainda mitigamos os efeitos nocivos do processo necessário da urbanização para o meio ambiente e as mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akbari, H., Cartalis, C., Kolokotsa, D., Muscio, A., Pisello, A.L., Rossi, F., Santamouris, M., Synnefa, A., Wong, N.H., Zinzi, M., 2016. Local climate change and urban heat island mitigation techniques – the state of the art. *Journal of Civil Engineering and Management* 22 (1), 1–16. <https://doi.org/10.3846/13923730.2015.1111934>.
- Argüeso, D., Evans, J.P., Fita, L., Bormann, K.J., 2013. Simulated impact of urban expansion on future temperature heatwaves in Sydney. In: *20th International Congress on Modelling and Simulation*, Adelaide, Australia, 1–6 December 2013.
- Argüeso, D., Evans, J.P., Pitman, A.J., Luca, A.D., 2015. Effects of city expansion on heat stress under climate change conditions. *PLoS One* 10 (2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117066>.
- Argüeso, D., Evans, J.P., Fita, L., Bormann, K.J., 2014. Temperature response to future urbanization and climate change. *Clim. Dyn.* 42, 2183–2199. <https://doi.org/10.1007/s00382-013-1789-6>.
- Bowler, D., Buyung-Ali, L., Knight, T., Pullin, A., 2010. Urban greening to cool towns and cities: a systematic review of the empirical evidence. *Landsc. Urban Plan.* 97, 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>.
- Brown, RD, Vanos, J., Kenny, N. e Lenzholzer, S. (2015). *Projetando parques urbanos que melhorem os efeitos da mudança climática. Landscape and Urban Planning*, 138, 118–131. doi: 10.1016 / j.landurbplan.2015.02.006
- IPCC, 2018. Summary for policymakers. In: *Global Warming of 1.5°C*. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland (33p).
- IPING, Alexander et al. (Re)presenting urban heat islands in Australian cities: A study of media reporting and implications for urban heat and climate change debates. *Urban Climate*, [s.l.], v. 27, p.420-429, mar. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2018.12.014>.
- Janković, V., Hebbert, M., 2012. Hidden climate change—urban meteorology and the scales of real weather. *Clim. Chang.* 113 (1), 23–33. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0429-1>.
- Lehmann, S., 2014. Low carbon districts: Mitigating the urban heat island with green roof infrastructure. *City Cult. Soc.* 5 (1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ccs.2014.02.002>.
- Levermore, G., Parkinson, J., Lee, K., Laycock, P., Lindley, S., 2018. The increasing trend of the urban heat island intensity. *Urban Climate* 24, 360–368. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.02.004>.
- Lin, B.B., Meyers, J., Beaty, R.M., Barnett, G.B., 2016. Urban green infrastructure impacts on climate regulation services in Sydney, Australia. *Sustainability* 8 (8), 788. <https://doi.org/10.3390/su8080788>.
- Livesley, S.J., McPherson, E.G., Calfapietra, C., 2016. The Urban forest and ecosystem services: impacts on urban water, heat, and pollution cycles at the tree, street, and city scale. *J. Environ. Qual.* 45, 119–124. <https://doi.org/10.2134/jeq2015.11.0567>.
- Mallick, J., Kant, Y., Bharath, B.D., 2008. Estimation of land surface temperature over Delhi using Landsat-7 ETM+. *J. Indian. Geophys. Union* 12 (3), 131–140.
- Norton, B.A., Coutts, A.M., Livesley, S.J., Harris, R.J., Hunter, A.M., Williams, N.S., 2015. Planning for cooler cities: a framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes. *Landsc. Urban Plan.* 134, 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.018>.
- Oke, T.R., 1973. City size and the urban heat island. *Atmos. Environ.* 7 (8), 769–779. [https://doi.org/10.1016/0004-6981\(73\)90140-6](https://doi.org/10.1016/0004-6981(73)90140-6).

PARSAEE, Mojtaba et al. Urban heat island, urban climate maps and urban development policies and action plans. **Environmental Technology & Innovation**, [s.i], v. 14, p.100341-0, maio 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eti.2019.100341>.

Razzaghmanesh, M., Beecham, S., Salemi, T., 2016. The role of green roofs in mitigating urban heat island effects in the metropolitan area of Adelaide, South Australia. *Urban For. Urban Green*. 15, 89–102. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.11.013>.

Sharifi, E., Sivam, A., Boland, J., 2016. Resilience to heat in public space: a case study of Adelaide, South Australia. *J. Environ. Plan. Manag.* 59 (10), 1833–1854. <https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1091294>.

Spronken-Smith, R.A., Oke, T.R., 1998. The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates. *Int. J. Remote Sens.* 19(11), 2085–2104. <http://dx.doi.org/10.1080/014311698214884>.

United Nations, 2018. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Population Division, Department of Economic and Social Affairs, New York, USA.

Wong, K.V., Paddon, A., Jimenez, A., 2013. Review of world urban heat islands: many linked to increased mortality. *J. Energy Res. Technol.* 135 (2), 022101. <https://doi.org/10.1115/1.4023176>.