



ESTUDO DA ILHA DE CALOR URBANA ATMOSFÉRICA EM SÃO BERNARDO DO CAMPO-SP E PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO

STUDY OF URBAN ATMOSPHERIC HEAT ISLANDS AND ITS MITIGATION IN SÃO BERNARDO DO CAMPO-SP

ESTUDIO DE LA ISLA DE CALOR URBANO ATMOSFERICA EN SAN BERNARDO DO CAMPO-SP Y PROPUESTAS DE MITIGACIÓN

Adriel de Barros Simeão¹
Stefânia Bernardi Scopel²
María Cleofé Valverde³

Resumo: O estudo teve como objetivo caracterizar as ilhas de calor urbanas atmosféricas no município de São Bernardo do Campo-SP, de maneira que se possa compreender o seu impacto no conforto térmico da região e propor medidas mitigadoras da intensidade do fenômeno. Os resultados indicaram uma ilha de calor urbana de média magnitude (2,4°C a 2,9°C). Entre as tecnologias de mitigação, recomenda-se a aplicação de coberturas de TPO (Polioléfina termoplástica) para telhados de pequenas inclinações e coberturas metálicas pigmentadas para galpões e áreas industriais, além da implantação de mais áreas verdes em espaços públicos, institucionais e privados.

Palavras-chave: Ilhas de calor. Urbanização. Uso e ocupação do solo. Mitigação.

Abstract: The objective of this study was to characterize the atmospheric urban heat islands in the city of São Bernardo do Campo-SP, in order to understand their impact on the thermal comfort of the region and to propose mitigating measures of the intensity of the phenomenon. The results indicated an urban heat island of medium magnitude (2.4°C to 2.9°C). Among mitigation technologies, it is recommended the application of TPO (thermoplastic polyolefin) roofs for small sloping roofs and pigmented metallic roofs for sheds and industrial areas, as well as the implantation of more green areas in public, institutional and private spaces.

Keywords: Heat islands. Urbanization. Use and occupation of soil. Mitigation.

Resumen: El estudio tuvo como objetivo caracterizar las islas de calor urbano atmosféricas en el municipio de São Bernardo do Campo-SP, para comprender su impacto en el confort térmico de la región y proponer medidas mitigadoras para la intensidad del fenómeno. Los resultados indicaron una isla de calor urbano de media magnitud (2,4 °C a 2,9 °C). Entre las tecnologías de mitigación, se recomienda la aplicación de cubiertas de TPO (Polioléfina termoplástica) para tejados de pequeñas inclinaciones y coberturas metálicas pigmentadas para galpones y áreas industriales, además de la implantación de más áreas verdes en espacios públicos, institucionales y privados.

¹ Engenheiro Ambiental e Urbano. Universidade Federal do ABC. E-mail: adriel.debarros@hotmail.com

² Aluna do curso de Engenharia Ambiental e Urbana. Universidade Federal do ABC. E-mail: ste.scopel@hotmail.com

³ Professora Dr^a Adjunta. Universidade Federal do ABC. E-mail: maria.brambila@ufabc.edu.br



Palabras-clave: Las islas de calor. La urbanización. El uso y la ocupación del suelo. La mitigación

Envio 09/03/2019

Revisão 29/03/2019

Aceite 31/03/2019

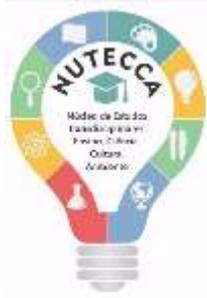
672

Introdução

O processo da urbanização tem se tornado cada vez mais presente nas sociedades modernas. De acordo com dados do relatório *World Urbanization Prospects* de 2014 redigido pela Divisão das Nações Unidas para População do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais (DESA), a população mundial tem se tornado cada vez mais urbanizada, de modo que 54% da população mundial vive em áreas urbanas e as projeções são de que este dado se eleve para 66% até o ano de 2050, estimando-se um acréscimo de 2,5 mil milhões de pessoas em áreas urbanas (UN DESA, 2015). Em contrapartida, as cidades e grandes metrópoles se tornaram demasiadamente populosas, impactando significativamente na qualidade de vida de seus habitantes.

As diferenças entre o clima das áreas urbanizadas e áreas rurais (ou menos urbanizadas) afetam as sensações de conforto térmico dos habitantes dos centros urbanos, de maneira que tais diferenças são expressas principalmente pela temperatura e velocidade do vento próximo ao nível das ruas (Lopes, 2016). As definições do fenômeno de ilhas de calor urbanas, ainda que verificadas da perspectiva de diferentes autores, expressam a relação do fenômeno com o padrão de uso e ocupação do solo nos centros urbanos, bem como sua dinâmica, de modo que como consequência destas interações se tenham temperaturas mais elevadas nas regiões centrais das grandes cidades em relação às áreas rurais periféricas (Amorim, 2005).

Pode-se entender como ilhas de calor urbanas as áreas urbanizadas (geralmente centrais) nas quais se encontram maiores temperaturas, seja do ar ou da superfície terrestre, em relação às áreas rurais e, portanto, menos urbanizadas nas quais geralmente se encontram solos menos impermeabilizados e maior intensidade de espaços verdes (Lopes, 2016). De modo geral, a divergência de temperaturas em áreas mais e menos urbanizadas se dá pela diferenciação no padrão de ocupação do solo, índice de pavimentação das vias, materiais de construção utilizados nos processos de urbanização, intensidade de espaços verdes, entre



outros fatores (Oke, 1987). Desta forma, a variação da temperatura é representada pelo ΔT , que corresponde à diferença de temperatura entre uma área urbanizada e uma área rural ou menos urbanizada e pode ser expressa através da equação (1), onde T_u representa a temperatura de um espaço urbano e T_r a temperatura de um espaço rural ou menos urbanizado sendo esta equação comumente utilizada para determinação da intensidade de uma ilha de calor urbana :

$$\Delta T = T_u - T_r \quad (1)$$

As ilhas de calor urbanas podem ser caracterizadas considerando-se seus três principais aspectos: forma, intensidade e localização do núcleo mais quente e quanto a sua tipologia podem ser de dois principais tipos: ilhas de calor de superfície e ilhas de calor atmosféricas. A ilha de calor de superfície se caracteriza por apresentar maior intensidade principalmente durante o dia e na estação do verão (US EPA, 2008) e pode ser identificada pela captura da temperatura de superfícies por meio de sensores remotos e tratamento dos dados obtidos através de sensoriamento remoto termal. Os produtos gerados nos estudos de ilhas de calor urbanas de superfície se constituem em mapas, onde é possível observar o comportamento da temperatura (devidamente corrigida) registrada pelo canal termal dos satélites para um dia e horário analisado (Fialho, 2012).

A ilha de calor atmosférica se caracteriza pela verificação da modificação de parâmetros na camada basal da troposfera, consequente da alteração do espaço e uso e ocupação do solo (Fialho, 2012). Este tipo de ilha de calor pode ser subdividida em outras duas: ilha de calor urbana na camada do dossel urbano, identificada na camada de ar onde as pessoas vivem, desde o chão até abaixo das copas das árvores e telhados e ilhas de calor na camada limite urbana, que se formam a partir do último piso e do nível das árvores e se estendem até o ponto onde a paisagens urbanas já não influenciam a atmosfera, sendo que esta região tipicamente se estende há mais de uma milha (1,5 km) da superfície (US EPA, 2008).

A identificação e observação de ilhas de calor atmosféricas podem ser realizadas através de diversas técnicas como, por exemplo, análise de série histórica da temperatura do ar de estação meteorológica de uma área anteriormente rural e que com o desenvolvimento da região se tornou urbana, análise de séries históricas e tendências de estações meteorológicas em áreas urbanas e em áreas rurais próximas às áreas urbanas analisadas, através da criação



de uma rede fixa de monitoramento do fenômeno utilizando mini abrigos e estações meteorológicas portáteis. Além destas técnicas, pode-se usar também o método do transecto móvel, o qual permite a identificação das variáveis de interesse para estudo de ilhas de calor urbanas atmosféricas em diversos pontos da região de estudo e posterior espacialização dos dados (Fialho, 2012).

Desta forma, o presente artigo tem como objetivo identificar e caracterizar as ilhas de calor urbanas atmosféricas no município de São Bernardo do Campo – SP, de maneira que se possa compreender qual o comportamento deste fenômeno, seu impacto no conforto térmico da região e proposição de medidas mitigadoras para diminuição da intensidade do fenômeno, uma vez que tal município é caracterizado pela alta concentração de indústrias e ocupação do solo.

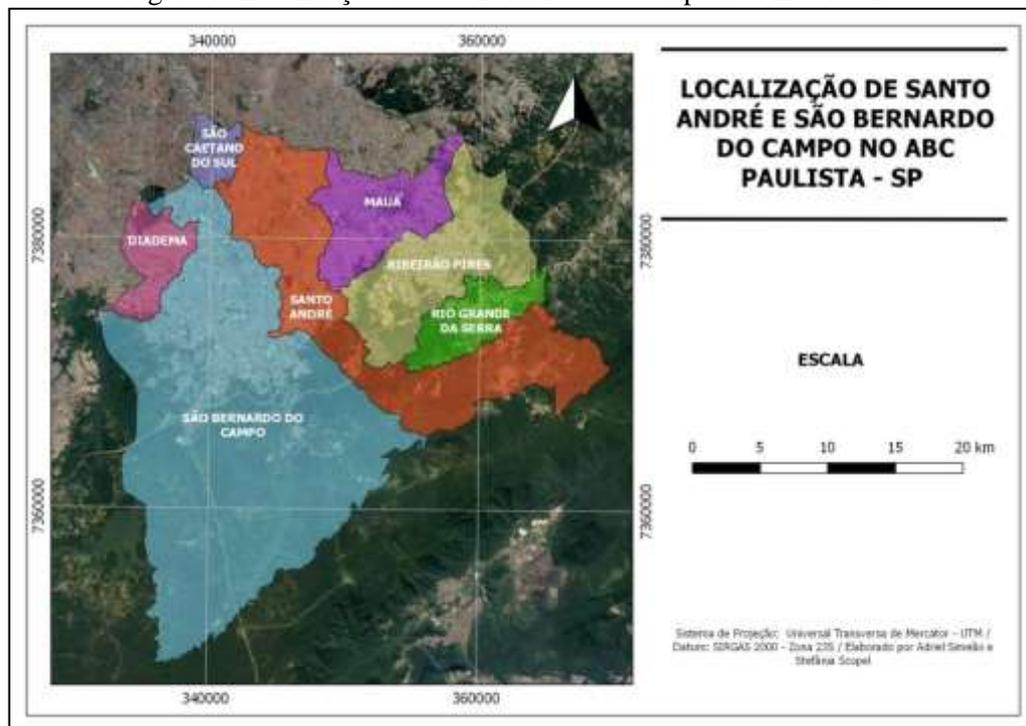
Caracterização da área de estudo

Características físicas e ambientais

O município de São Bernardo do Campo está localizado nas coordenadas geográficas latitude 23° 41' 38" S e longitude 46° 33' 54" W e se encontra inserido na Sub-Região Sudeste da Região Metropolitana de São Paulo, fazendo parte do Grande ABC Paulista, sendo esta a região formada pelos municípios de São Caetano do Sul, São Bernardo do Campo, Diadema, Mauá, Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Santo André, o qual faz fronteira com os demais municípios, exceto Diadema. A figura 1 apresenta a inserção do município de São Bernardo do Campo na região do ABC Paulista.



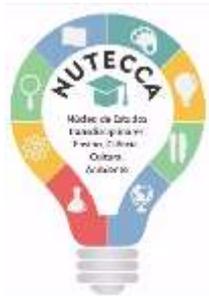
Figura 1: Localização de São Bernardo do Campo no ABC Paulista.



Fonte: Os autores.

De acordo com a Prefeitura de São Bernardo do Campo (2017), o município possui um território de 408,45 km², sendo 118,21 km² em zona urbana, 214,42 km² em zona de preservação ambiental, além de ter 75,82 km² pertencentes à represa Billings. Estima-se que 53,7% do território está inserido na área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B e cerca de 27% no Parque Estadual da Serra do Mar. Além disso, o município possui uma rica hidrografia formada pelas Bacias do Tietê e da Baixada Santista (Teixeira, 2016).

Quanto às características climáticas, São Bernardo do Campo possui clima caracterizado como subtropical úmido e possui temperaturas médias entre 15° e 24°C e média anual de índices pluviométricos de 1.324 mm (Prefeitura de São Bernardo do Campo, 2017). Os bairros que se aproximam da Serra do Mar, assim como Riacho Grande, possui clima caracterizado como subtropical de altitude, com temperaturas médias de 22°C no verão e invernos úmidos e frios (Prefeitura de São Bernardo do Campo, 2017). Teixeira (2016), em seu estudo sobre as chuvas e seus impactos no município de São Bernardo do Campo,



encontrou uma clara diferença na intensidade das chuvas entre a área urbana e a área de preservação ambiental, onde a represa Billings se localiza. Enquanto na área urbana, em média, a chuva anual é 1398,4 mm, na área de preservação ambiental é de 3316,5 mm, aproximadamente 2,5 vezes maior do que a precipitação na área urbanizada.

Características demográficas

São Bernardo do Campo possuía uma população estimada de 822.242 habitantes no ano de 2016 segundo consta no site do IBGE, apresentando uma taxa geométrica de crescimento anual de 0,85% (considerando os dados de população do censo de 2010 do IBGE para o município que registrou 765.463 habitantes), sendo sua densidade demográfica estimada de 2.012,6 habitantes/km² em 2016 (IBGE, 2017).

Características urbanísticas

Quanto ao município de São Bernardo do Campo, a Lei 13.579/09, a qual define a área de proteção e recuperação dos mananciais da bacia hidrográfica do reservatório Billings – APRM-B, estabelece aos municípios compreendidos pela bacia hidrográfica que compatibilizem sua legislação urbanística às diretrizes, normas ambientais e índices urbanísticos de interesse para a preservação, conservação e recuperação dos mananciais, como condição à municipalização das atividades de licenciamento e de regularização (São Paulo, 2009), fazendo com que o Plano Diretor Municipal estabelecido pela Lei nº 6.184/11 se adequasse e pudesse então dividir o município de São Bernardo do Campo em três Macrozonas, sendo elas (São Bernardo do Campo, 2011):

I – Macrozona Urbana Consolidada – MUC: Onde se encontram grande parte dos domicílios, comércios, indústrias e estruturas urbanas consolidadas;

II – Macrozona de Proteção e Recuperação do Manancial – MPRM: Área onde se encontra urbanização em estruturação e com manejo sustentável a qual pode ser dividida em duas macroáreas:

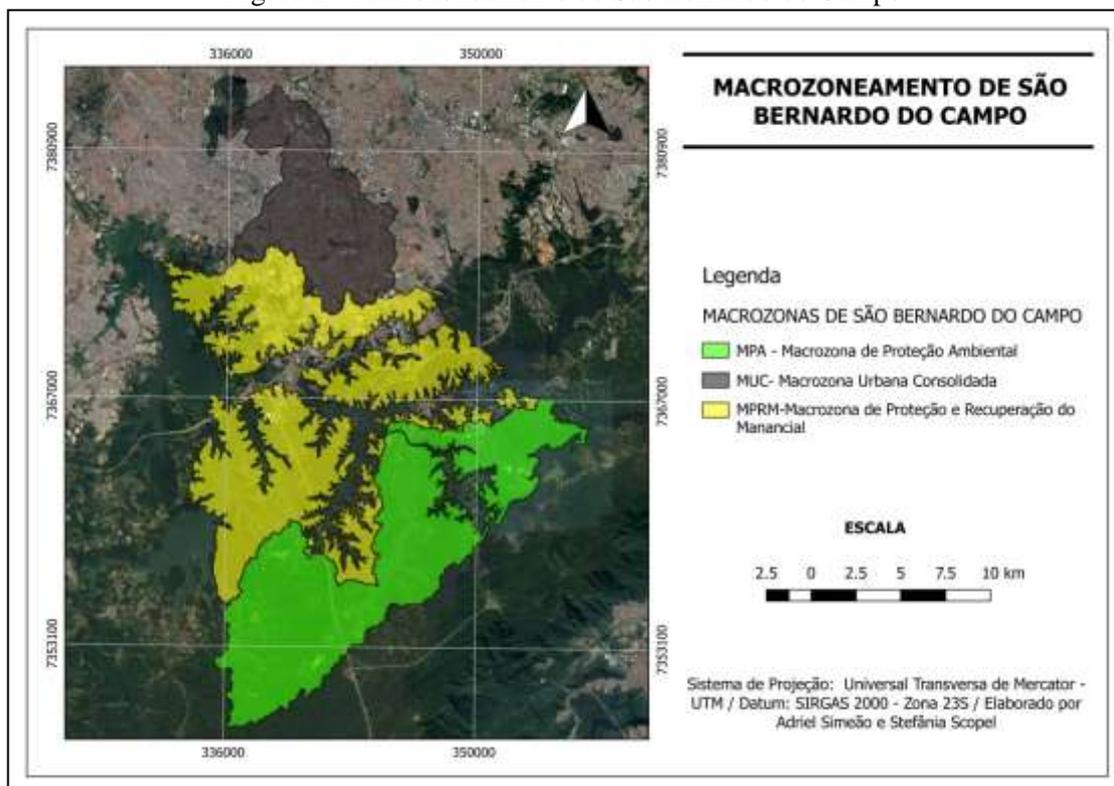
- a) Macroárea Urbana em Estruturação – MURE;
- b) Macroárea de Manejo Sustentável – MMS; e

III – Macrozona de Proteção Ambiental – MPA.



A figura 2 apresentada na sequência identifica a localização das três grandes Macrozonas do município de São Bernardo do Campo.

Figura 2 - Macrozoneamento de São Bernardo do Campo.



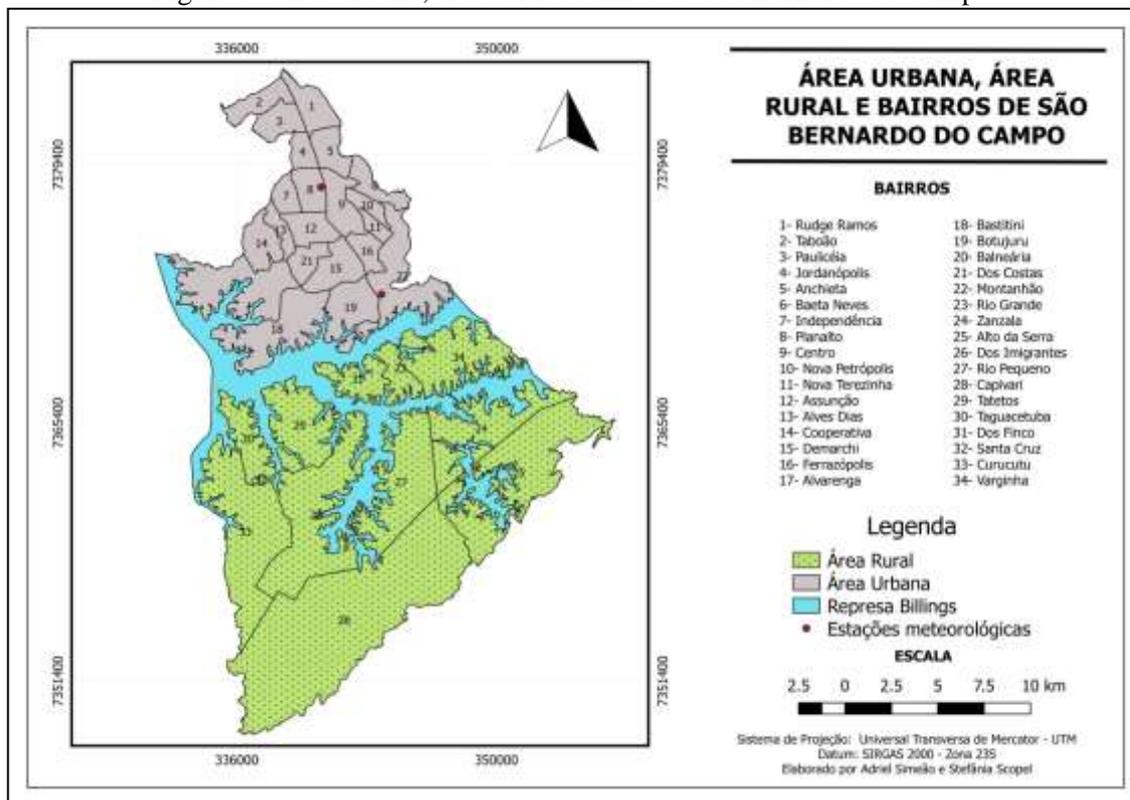
Fonte: Os autores.

Inicialmente a ocupação urbana do município de São Bernardo centralizou-se na área que pertence à Bacia do Tamanduateí através do Ribeirão dos Meninos. Logo após, essa ocupação chegou à parte da Bacia do Rio Pinheiros em direção à Represa Billings (Teixeira, 2016). A presença da Serra do Mar e da Represa Billings limita as possíveis áreas de expansão urbana.

A figura 3 apresenta os bairros, delimitação da área urbana e rural do município e localização das estações meteorológicas. Vale ressaltar que as estações meteorológicas possuem características térmicas diferentes, visto que estação São Bernardo do Campo, localizada mais ao norte da área urbana, encontra-se em área densamente ocupada, enquanto a estação Riacho Grande, localizada mais ao sul da área urbana, encontra-se em ambiente mais preservado e menos urbanizado.



Figura 3 - Área urbana, área rural e bairros de São Bernardo do Campo.



Fonte: Os autores.

A área urbana de São Bernardo do Campo se apresenta densamente ocupada, de forma que do ponto de vista do uso e ocupação do solo encontramos nesta área predominantemente áreas urbanizadas, as quais são compreendidas por moradias e edifícios residências e compreendem também as áreas comerciais do município, seguidas das industriais, estas se concentrando nos eixos norte, centro e sul da área urbana. Além destas classes de uso do solo, para o município em questão também se observa presença de assentamentos precários, especialmente na região leste da área urbana e grande presença de vegetação na porção ao sul, sendo esta já considerada área de transição e com características de uso e ocupação do solo e densidade habitacional bem distintas do centro da área urbana. A figura 4 apresentada na sequência nos permite observar a variabilidade das classes de uso do solo presentes na área urbana do município, predominando áreas urbanas, industriais e áreas verdes.

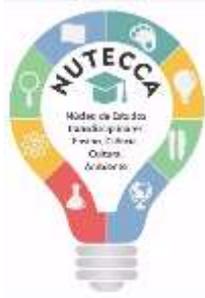
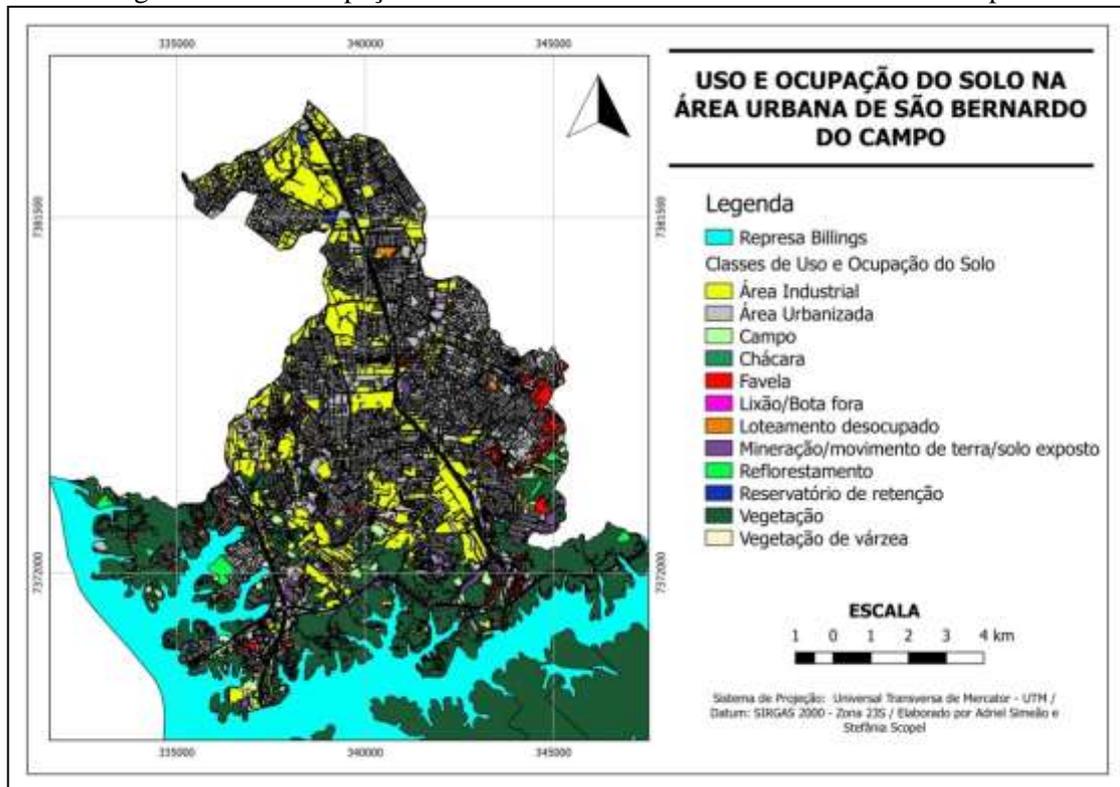


Figura 4- Uso e ocupação do solo na área urbana de São Bernardo do Campo.



Fonte: Os autores.

Dados e metodologia

Dados

Para estudo e identificação das ilhas de calor urbanas e determinação dos índices de conforto e desconforto térmico foram utilizados dados de temperatura média do ar (°C), que pode ser definida como a média das temperaturas mensuradas em um intervalo de tempo definido, ou ainda a média da temperatura máxima e mínima para uma determinada medição e também umidade relativa (%), que corresponde à razão percentual entre a pressão de vapor do ar e a pressão de vapor do ar obtida em condições de equilíbrio ou saturação (CPTEC, 2017).

As variáveis anteriormente mencionadas e que foram utilizadas na presente pesquisa são registradas por estações meteorológicas automáticas do Sistema de Alerta e Inundações de São Paulo (SAISP) e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).



A tabela 1 apresenta as informações geográficas das estações meteorológicas fornecedoras dos dados da presente pesquisa, órgão gerenciador e período dos dados disponíveis, enquanto que a localização das estações meteorológicas no município pode ser visualizada na figura 3.

Tabela 1 - Localização das estações meteorológicas geradoras dos dados utilizados na pesquisa, órgão gerenciador e periodicidade dos dados.

| Município | Nome da Estação Meteorológica | Latitude (°S) | Longitude (°W) | Órgão gerenciador | Período dos dados |
|-----------------------|-------------------------------|---------------|----------------|-------------------|------------------------------|
| São Bernardo do Campo | Riacho Grande | -23,7521 | -46,5325 | SAISP | Dezembro/2014 - Janeiro/2018 |
| | São Bernardo do Campo | -23,6993 | -46,564 | CETESB | Dezembro/2014 – Janeiro/2018 |

Fonte: Os autores.

Métodos

Identificação da intensidade das ilhas de calor e ciclo diurno

Com os dados de temperatura do ar na escala de médias horárias, foi possível a realização do cálculo do ciclo diurno da ilha de calor para os verões 2014/2015, 2015/2016 e 2017/2018 para o município de São Bernardo do Campo, de modo que o período analisado é relativamente curto devido às medições nas estações analisadas para este município se iniciaram em 2014 e devido também à inúmeras falhas de medição registradas entre fevereiro de 2016 e fevereiro de 2017 na estação Riacho Grande, impossibilitando a realização da análise dos verões 2016/2017.

O cálculo do ciclo diurno foi realizado através da equação (2), proposta por Oke (1987) onde $\Delta T(u,r)$ corresponde à diferença de temperatura entre uma área urbana (T_u) e rural (T_r) ou menos urbanizada:

$$\Delta T(u,r) = T_u - T_r \quad (2)$$

Utilizou-se a seguinte classificação enunciada por García (1996) em seu manual de climatologia aplicada que pode ser identificada na tabela 2:



Tabela 2 - Valores de Intensidade de ilha de calor e frescor.

| Magnitude das ilhas de calor | |
|------------------------------|-----------------|
| ΔT (°C) | Magnitude |
| $0 < \Delta T < 2$ | Fraca |
| $2 < \Delta T < 4$ | Média |
| $4 < \Delta T < 6$ | Forte |
| $\Delta T > 6$ | Muito forte |
| $\Delta T < 0$ | Ilha de frescor |

Fonte: Adaptado de García (1996).

Cálculo dos índices de conforto e desconforto térmico

Foram calculados o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice de Desconforto Térmico Humano (IDH) para os verões 2014/2015, 2015/2016 e 2017/2018 utilizando dados organizados em médias diárias, gerando-se tabelas e gráficos para apresentação dos resultados significativos.

Para obtenção do ITU foram utilizados dados diários de temperatura do ar e umidade relativa. O índice ITU foi obtido através da equação (3) de Barbirato et al. (2007), também enunciada e adotada por Nóbrega & Lemos (2011), na qual se expressa a relação deste índice calculado e as variáveis temperatura do ar (°C) denotada por T_a e umidade relativa (%) denotada por UR.

$$ITU = 0,8 * T_a + \left(\frac{T_a * UR}{500}\right) \quad (3)$$

Optou-se por utilizar a metodologia anteriormente apresentada para cálculo do ITU devido esta ser comumente utilizada na região dos trópicos e também devido a facilidade em se obter este índice, visto que como entrada deste modelo necessitou-se apenas de dados de temperatura do ar e umidade relativa. Segundo Nóbrega & Lemos (2011), a interpretação deste índice está relacionada à evaporação, de modo que para dias mais úmidos a perda de calor através de evaporação se reduz, de maneira que dias mais quentes e úmidos costumam, em geral, causar maior desconforto à população se comparado aos dias quentes e secos, sendo



que o limiar de 24°C deste índice define as zonas de conforto e desconforto térmico. A tabela 3 apresenta a classificação do ITU utilizada no presente estudo.

Tabela 3 - Classificação do ITU.

| Índice de Temperatura e Umidade | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Valores de ITU (°C) | Nível de desconforto |
| 21 < ITU < 24 | Confortável |
| 24 < ITU < 26 | Levemente desconfortável |
| ITU > 26 | Extremamente desconfortável |

Fonte: Adaptado de Nóbrega e Lemos. (2011).

Para obtenção do IDH (Equação 6) foi utilizada a temperatura do ar (°C) e umidade relativa (%) da mesma forma que para o índice ITU. Além destes dados, necessitou-se da temperatura do ponto de orvalho (Td) que para ser calculada precisou do termo $\alpha(T_a, UR)$ obtido através da equação (4), onde T_a é a temperatura do ar em (°C), $a=17,27$ e $b=237,7$ sendo estes coeficientes de ajustes da equação e UR é a umidade relativa em valor decimal.

$$\alpha(T_a, UR) = \frac{a \cdot T_a}{b + T_a} + \ln(UR) \quad (4)$$

Com o $\alpha(T_a, UR)$ calculado, pode-se calcular o Td através da equação (5).

$$T_d = \frac{b \cdot \alpha(T_a, UR)}{a - \alpha(T_a, UR)} \quad (5)$$

Com todas as informações necessárias, calculou-se o IDH através da expressão abaixo enunciada por Ono & Kawamura (1991) e foram gerados gráficos para representação dos resultados significativos de acordo com a classificação da Tabela 4.

$$IDH = 0,99T_a + 0,36T_d + 41,5 \quad (6)$$



Tabela 4 - Valores parâmetros de IDH.

Classificação do IDH

| Intervalo do IDH | Efeito |
|------------------|-----------------------------|
| IDH > 80 | Estresse devido ao calor |
| 75 - IDH - 80 | Desconforto devido ao calor |
| 60 - IDH - 75 | Confortável |
| 55 - IDH - 60 | Desconforto devido ao frio |
| IDH < 55 | Estresse devido ao frio |

Fonte: Melo & Santos (2010).

Para complementar a análise do índice do ITU e do IDH calcularam-se também os decêndios para cada um dos períodos analisados e suas respectivas estações. Este cálculo consiste na média dos índices ITU e IDH a cada 10 dias durante o período analisado, de forma que se procurou observar qual decêndio teve uma maior contribuição para a identificação de algum período de desconforto térmico.

Análise do fenômeno de ilhas de calor urbanas atmosféricas com o uso e ocupação do solo em São Bernardo do Campo e propostas de mitigação

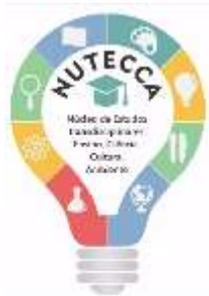
Através dos resultados obtidos na análise dos ciclos diurnos das ilhas de calor urbanas, conforto e desconforto térmico, buscou-se inferir se as configurações de uso e ocupação do solo do município estão relacionadas aos resultados obtidos. A partir da caracterização do uso e ocupação do solo das áreas estudadas, foram apresentadas as formas de mitigação do fenômeno proposta por Gartland (2010) e se associou as alternativas de mitigação possíveis de serem aplicadas nas áreas estudadas.

Resultados

Ciclo diurno das ilhas de calor urbanas atmosféricas

Uma das formas de se identificar ilhas de calor urbanas atmosféricas é através do estudo de seu ciclo diurno, identificando-se as maiores magnitudes de diferença de temperatura do ar entre os pontos estudados e horários de ocorrência.

Para o município de São Bernardo do Campo, calculou-se a ilha de calor urbana com base em duas estações meteorológicas em áreas bastante distintas do ponto de vista do uso e



ocupação do solo, sendo uma delas (Estação São Bernardo) localizada em área densamente urbanizada no centro da área urbana do município e a outra (Estação Riacho Grande) localizada no limite entre a área urbana e rural, com pouca ocupação e grande densidade de vegetação, além da proximidade da represa Billings. Tal distinção morfológica da urbanização e uso e ocupação do solo permitem com que se identifiquem as diferenças entre as temperaturas do ar entre as regiões próximas a ambas as estações.

A tabela 5 apresenta os resultados obtidos do ΔT para o ciclo diurno entre as estações São Bernardo e Riacho Grande no período de Dezembro de 2014 à Janeiro de 2018, valendo-se ressaltar que os resultados expressos na tabela correspondem as maiores magnitudes de diferença de temperatura do ar em escala de média horária entre os pontos analisados para cada um dos meses do período estudado. Conforme se pode observar, há diferenças bem definidas de temperatura do ar entre ambos os pontos, sendo estas em média superiores a 2°C e com maior ocorrência durante o período vespertino (entre às 12:00hs e 17:00hs), o que, segundo apresentado na Tabela 2, corresponde à uma ilha de calor de intensidade média. O mês de fevereiro de 2015 apresentou a maior intensidade de $2,91^{\circ}\text{C}$.

Tabela 5- ΔT ($^{\circ}\text{C}$) do ciclo de diurno da ilha de calor urbana atmosférica entre as estações São Bernardo e Riacho Grande.

| Período | ΔT ($^{\circ}\text{C}$)* | Intensidade** | Horário |
|-----------------|------------------------------------|---------------|-----------------------|
| Dezembro/2014 | 2,71 | Média | 12:00 hs – Vespertino |
| Janeiro/2015 | 2,67 | Média | 12:00 hs – Vespertino |
| Fevereiro/2015 | 2,91 | Média | 14:00 hs - Vespertino |
| Verão 2014/2015 | 2,76 | Média | - |
| Dezembro/2015 | 2,71 | Média | 13:00 hs - Vespertino |
| Janeiro/2016 | 2,43 | Média | 11:00 hs – Diurno |
| Dezembro/2017 | 2,40 | Média | 10:00 hs - Diurno |
| Janeiro/2018 | 2,50 | Média | 23:00 hs - Noturno |

Fonte: Os autores.

* ΔT ($^{\circ}\text{C}$) corresponde à diferença de temperatura entre a estação meteorológica São Bernardo e Riacho Grande.

** Intensidade de acordo com as classificações apresentadas na Tabela 2 adaptada da literatura de García (2009).

As figuras 5 e 6 apresentadas abaixo expressam o padrão do ciclo diurno das ilhas de calor urbanas atmosféricas para os meses de Dezembro de 2014 e Fevereiro de 2015,



respetivamente. De acordo com o observado, fica evidente que embora as curvas de temperatura dos pontos estudados tenham formas e desenvolvimento ao longo do dia similares como é de se esperar, as temperatura se apresentaram mais amenas durante todo o dia na estação Riacho Grande em comparação à estação São Bernardo, com diferenças de temperatura sempre superiores a 1°C e inferiores a 3°C, sendo possível também identificar que as maiores diferenças de temperaturas se iniciam no período diurno e atingem seu máximo no período vespertino, horário em que geralmente a radiação em onda longa emitida pela superfície terrestre é mais intensa.

Figura 5- Ciclo diurno da ilha de calor urbana atmosférica entre estações São Bernardo e Riacho Grande em Dezembro de 2014.



Fonte: Os Autores.



Figura 6 - Ciclo diurno da ilha de calor urbana atmosférica entre estações São Bernardo e Riacho Grande em Fevereiro de 2015.



Fonte: Os Autores.

Os resultados obtidos através do estudo do ciclo diurno corroboram com o esperado para esta região, visto que embora ambas as estações meteorológicas estejam localizadas dentro do limite da área urbana, conforme apresentado anteriormente na figura 3, o grau de urbanização nos locais onde estão localizadas são bastante distintos. A figura 7 apresenta uma visão geral da urbanização no entorno de ambas as estações meteorológicas, verificando-se discrepante diferença do padrão de urbanização e cobertura de vegetação em ambas as áreas.



Revista Hipótese



ISSN: 2446-7154

Figura 7-Visão geral da localização das estações meteorológicas São Bernardo e Riacho Grande no município de São Bernardo do Campo.

687



Fonte: Google Earth.

A estação São Bernardo (figura 8), por se localizar mais próxima do centro de São Bernardo do Campo, encontra-se inserida em uma área densamente ocupada e urbanizada conforme anteriormente apresentado através da figura 4, com fluxo intenso de pedestres e veículos automotores, além da energia liberada para atmosfera devido às demais atividades que ocorrem neste espaço como, por exemplo, as industriais. Este conjunto de fatores contribui para o aumento da temperatura do ar nesta região, visto que o fluxo de calor antropogênico e seu armazenamento no dossel urbano são relativamente maiores em ambientes com estas características. Localizada no limite entre os bairros Planalto e Centro (figura 3), a estação meteorológica se encontra em área densamente urbanizada com atuação de empresas de grande porte, como é o caso da Mercedes Benz do Brasil, Ford do Brasil e Kostal Eletromecânica Ltda. localizadas ao norte da estação meteorológica; Arno do Brasil ao sul e Toyota do Brasil e SMC Pneumático do Brasil ao oeste e noroeste, respectivamente. Deste modo, justifica-se o fato das temperaturas do ar registradas neste local serem superiores às do outro ponto analisado.



Figura 8- Padrão de urbanização, uso e ocupação do solo no entorno da estação São Bernardo.



Fonte: Google Earth.

A estação Riacho Grande (figura 9) se encontra próxima ao limite da área urbana e rural no bairro Montanhão (figura 3), em uma região cuja densidade construtiva e grau de urbanização são bem diferentes aos observados no entorno da estação São Bernardo. A área em que se localiza a estação meteorológica é caracterizada pela presença de assentamentos precários e grande densidade de áreas verdes (figura 4). Estes fatores, associados a grande densidade de vegetação e maior proximidade da Serra do Mar, contribuem para que os mecanismos reguladores da temperatura do ar atuem com maior intensidade nesta região; sendo a própria vegetação um importante mecanismo que contribui diretamente para o arrefecimento da temperatura do ar. Sendo assim, as menores temperaturas do ar encontradas nesta região em comparação com a estação São Bernardo são coerentes, caracterizando, desta forma, a ilha de calor urbana atmosférica identificada entre os pontos estudados.



Figura 9- Padrão de urbanização, uso e ocupação do solo no entorno da estação Riacho Grande.



Fonte: Google Earth.

As diferenças de uso e ocupação do solo representam um fator importante na ocorrência de ilhas de calor urbanas. Destaca-se que, embora os resultados obtidos tenham indicado a existência de ilhas de calor urbanas de média intensidade na área urbana do município, as diferenças de temperatura entre os pontos analisados poderiam ser ainda maiores caso se dispusesse de estação meteorológica localizada na área de preservação ambiental do município propriamente dita, sem urbanização, com maior proximidade da represa Billings e ausência de interferências antrópicas, como o tráfego de veículos. Tal configuração do espaço possibilitaria identificar de forma ainda mais precisa o núcleo mais quente da ilha de calor urbana.

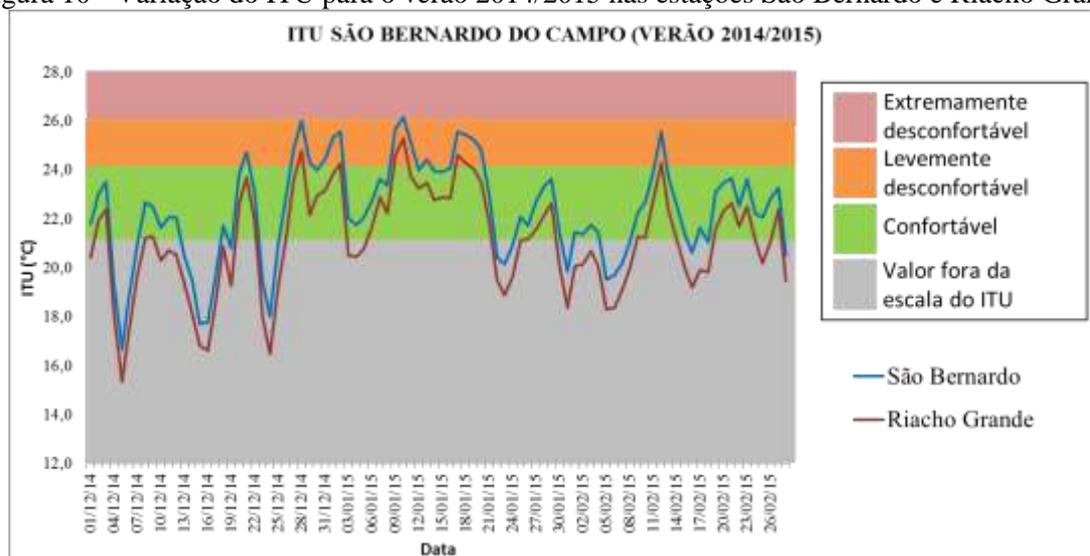
Análise do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice de Desconforto Térmico Humano (IDH)

Os índices de temperatura e umidade e desconforto térmico humano permitem analisar a relação entre o comportamento das variáveis meteorológicas de uma dada área de estudo e a resposta dos agentes e seres vivos expostos a estas condições, através de padrões de classificação de conforto e desconforto térmico que variam de acordo com cada metodologia. Para o cálculo destes índices, utilizaram-se as médias diárias de temperatura do ar (°C) e umidade relativa (%) das estações meteorológicas de São Bernardo e Riacho Grande para os meses de dezembro de 2014, janeiro de 2015, fevereiro de 2015, dezembro de 2015, janeiro



de 2016, dezembro de 2017 e janeiro de 2018. A figura 10 ilustra os resultados obtidos para o cálculo do ITU para o verão de 2014/2015 (dezembro de 2014, janeiro de 2015 e fevereiro de 2015). Observa-se que os graus de conforto obtidos variaram dia a dia entre levemente desconfortável e confortável, sendo este último o de maior ocorrência durante o período analisado. Para o verão de 2014/2015 nota-se, de forma geral, que até 20/12/2014 o grau de conforto em ambas as estações meteorológicas era considerado confortável, sendo observado a partir desta data dias, em alguns casos consecutivos, cujo grau de conforto obtido foi levemente desconfortável de acordo com a classificação apresentada na tabela 3, valendo-se ressaltar que conforme verificado nas figuras os índices de temperatura e umidade são mais elevados na Estação São Bernardo que é mais densamente ocupada e urbanizada do que em relação à Estação Riacho Grande. Como mencionado por Nóbrega e Lemos (2011), os elevados índices de ITU que acarretaram na obtenção de grau de conforto levemente desconfortável podem estar associadas às maiores temperaturas e umidades observadas neste período, contribuindo para que a perda de calor via evaporação seja menor.

Figura 10 - Variação do ITU para o verão 2014/2015 nas estações São Bernardo e Riacho Grande.



Fonte: Os autores.

A tabela 5 apresenta os resultados obtidos ao serem calculadas as médias do ITU e IDH para os decêndios de cada mês analisado do verão 2014/2015. Conforme se observa, o 2º decêndio de Janeiro de 2015 (11/01 à 20/01) contribuiu de forma mais significativa para



obtenção do grau de conforto levemente desconfortável através do ITU em relação aos decêndios analisados para este verão, sendo que quase todos os dias durante este decêndio se apresentaram levemente desconfortáveis, podendo, desta forma, ter apresentado impacto ambiental negativo a população a partir da geração de desconforto térmico e suas consequências.

Tabela 5- ITU e IDH obtidos para os decêndios do verão 2014/2015 nas estações São Bernardo e Riacho Grande.

| Mês | Decêndio | São Bernardo | | Riacho Grande | |
|----------|----------|--------------|------|---------------|------|
| | | ITU(°C) | IDH | ITU(°C) | IDH |
| Dez/2014 | 1° | 21,1 | 69,2 | 19,8 | 67,9 |
| | 2° | 20,6 | 68,6 | 19,4 | 67,3 |
| | 3° | 22,8 | 71,7 | 21,4 | 70,0 |
| Jan/2015 | 1° | 23,8 | 73,0 | 22,7 | 71,7 |
| | 2° | 24,7* | 74,2 | 23,6 | 73,0 |
| | 3° | 22,0 | 70,6 | 20,9 | 69,4 |
| Fev/2015 | 1° | 21,2 | 69,6 | 19,9 | 68,3 |
| | 2° | 22,7 | 71,7 | 21,4 | 70,1 |
| | 3° | 22,6 | 71,5 | 21,4 | 70,2 |

Fonte: Os Autores.

* Levemente desconfortável (ITU>24°C).

Com relação aos meses de dezembro de 2015 e janeiro de 2016, observou-se que de forma geral o ITU para esta região apresentou-se como confortável, sendo observada algumas oscilações e obtenção de grau de conforto levemente desconfortável em dias isolados, especialmente no 3° decêndio de janeiro de 2016. O resultado obtido é consequência das menores temperaturas diárias do ar obtidas neste período se comparadas as do verão 2014/2015, embora a umidade relativa tenha sido expressivamente maior para o período analisado. Em relação aos meses de dezembro 2017 e janeiro de 2018, observou-se que o ITU se apresentou dentro da escala confortável, embora alguns dias isolados tenham apresentado o grau de conforto levemente desconfortável. A tabela 6 apresentada na sequência resume o resultado obtido para a análise dos decêndios deste período tanto para o ITU quanto IDH, observando-se que todos os decêndios contribuíram para obtenção de grau de conforto confortável pelo ITU.



Tabela 6 - ITU e IDH obtido para os decêndios do verão 2015/2016 e 2017/2018 nas estações São Bernardo e Riacho Grande.

| Mês | Decêndio | São Bernardo | | Riacho Grande | |
|----------|----------|--------------|------|---------------|------|
| | | ITU(°C) | IDH | ITU(°C) | IDH |
| Dez/2015 | 1º | 20,6 | 68,9 | 18,9 | 66,8 |
| | 2º | 22,6 | 71,5 | 21,4 | 70,2 |
| | 3º | 22,8 | 71,7 | 21,8 | 70,7 |
| Jan/2016 | 1º | 21,9 | 70,6 | 20,7 | 69,3 |
| | 2º | 20,3 | 68,5 | 19,1 | 67,2 |
| | 3º | 21,7 | 70,2 | 20,5 | 69,0 |
| Dez/2017 | 1º | 20,2 | 68,5 | 18,6 | 63,6 |
| | 2º | 21,1 | 69,4 | 19,5 | 67,4 |
| | 3º | 21,8 | 70,6 | 20,4 | 68,7 |
| Jan/2018 | 1º | 21,5 | 70,0 | 19,8 | 67,8 |
| | 2º | 23,0 | 69,4 | 21,2 | 68,6 |
| | 3º | * | * | 20,6 | 69,0 |

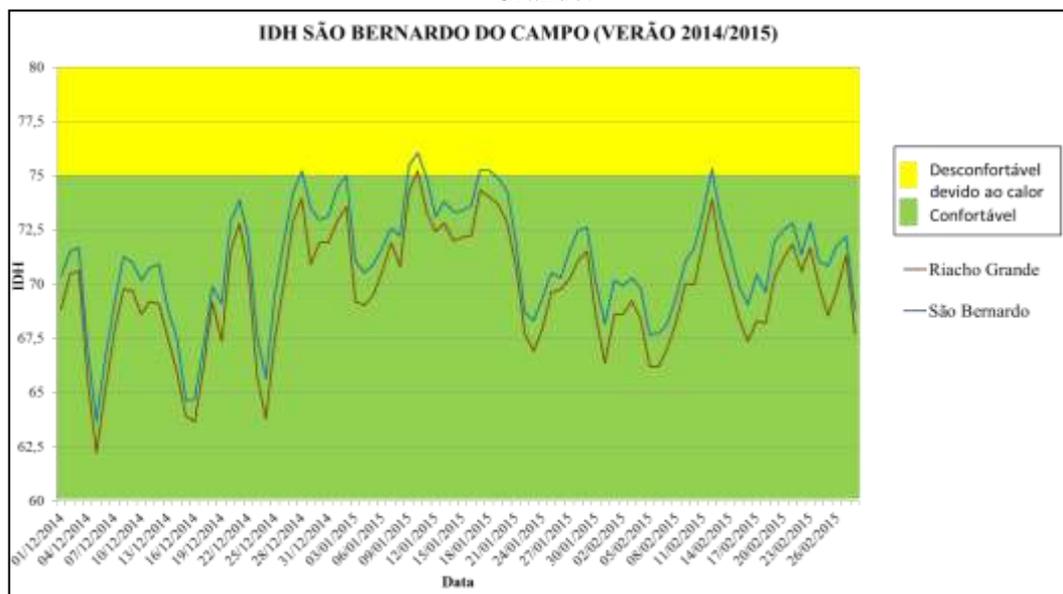
Fonte: Os autores.

* Não foi possível calcular o índice devido a falhas de monitoramento meteorológico.

A seguir é apresentado na figura 11 o resultado obtido, mais crítico, para o índice do IDH. Para o verão 2014/2015, verifica-se a ocorrência de dias com índice de desconforto térmico classificado como desconfortável devido ao calor ($75 < IDH < 80$), embora em grande parte do período analisado a classificação obtida seja confortável. Em relação ao desconforto térmico observado em 28/12/2014, 09/01/2015, 10/01/2015, 17/01/2015, 18/01/2015 e 12/02/2015, destaca-se o fato destes dias serem os de maior temperatura média diária no período analisado, de modo que os maiores índices de desconforto são obtidos na estação São Bernardo, o que, de acordo com as características de ocupação e uso do solo, era de se esperar para esta região. Nos meses de dezembro de 2015 e janeiro de 2016 se observa para os pontos estudados que, embora em alguns períodos os índices de desconforto térmico se apresentem próximos da classificação de desconforto devido ao calor, em média, estes meses se apresentaram como confortáveis ($60 - IDH - 75$).



Figura 11-Variação do IDH para o verão 2014/2015 nas estações São Bernardo e Riacho Grande.



Fonte: Os autores.

Do ponto de vista da análise dos decêndios para o verão 2014/2015, resultado apresentado nas tabelas 5 e 6, observa-se que embora grande parte dos decêndios tenham contribuído para obtenção de grau de conforto confortável para o IDH, o 2º decêndio de janeiro de 2015 apresentou-se próximo do valor da escala de desconforto térmico, com valores de IDH variando entre 73,08 e 75,25. Já em relação ao verão de 2015/2016 (dezembro de 2015 e janeiro de 2016) e verão de 2017/2018 (dezembro de 2017 e janeiro de 2018), todos os decêndios contribuíram para obtenção de grau de conforto confortável, não sendo identificado nenhum dia neste período com IDH >75.

Medidas mitigadoras de ilhas de calor urbanas

A preocupação com a qualidade de vida nas cidades e conforto de seus habitantes tem sido cada vez mais discutida, sendo necessário mitigar os problemas que comprometem a saúde e bem-estar da população nestes espaços. Do ponto de vista das ações mitigadoras de ilhas de calor, Gartland (2010) indica que para o arrefecimento das superfícies em áreas urbanas é importante a utilização de materiais com propriedades físicas e térmicas específicas, dando preferência a materiais com alta refletância solar e alta emissividade térmica (acima de 85%). Dentre do grupo de soluções, pode-se agir através da modificação na utilização de



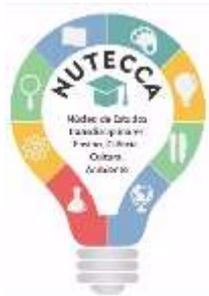
materiais de cobertura para pequenas e grandes inclinações, através da utilização de outros tipos de pavimentos em áreas urbanas e da cultivoação de áreas verdes e paisagismo.

Para coberturas de pequena inclinação, recomenda-se a utilização de coberturas frescas tratadas com revestimento elastomérico (geralmente de polímeros acrílicos), cimentício (contendo partículas de cimento) ou combinado (contendo polímeros e partículas de cimento), de modo que a primeira alternativa apresenta durabilidade maior. Segundo enunciado por Gartland (2010), a utilização destes revestimentos que possuem consistência de tinta grossa, porém são mais resistentes, justifica-se devida a coloração branca reluzente atingida através da aplicação do revestimento proporcionar refletância média de 70% à cobertura aplicada, além de emissividade térmica superior a 80%, sendo que esta alternativa também apresenta a vantagem da refletância do material não diminuir drasticamente com o passar do tempo.

Além dos revestimentos, podem-se adotar também soluções para áreas de cobertura de camada única através da utilização do tipo de material correto. Dentro os materiais frescos disponíveis indicados por Gartland (2010), têm-se o PVC (Policloreto de vinila), TPO (Polioléfina termoplástica), EPDM (Monômero de etileno propileno dieno) e CSPE (Mistura de copolímero polietileno clorosulfonado), sendo que entre os materiais citados o TPO é mais comumente utilizado devido tratar-se de material mais flexível, o qual não possui as desvantagens do PVC, apresentando refletância superior a 80%.

Para coberturas de grande inclinação, recomenda-se a utilização de coberturas de coloração clara, preferencialmente na cor branca reluzente (Gartland, 2010). Para este seguimento, há hoje como alternativa as telhas frescas cerâmicas com pigmentação, de modo a tornar tais telhas mais claras e aumentar sua refletância e emissividade térmica; telhas de concreto, as quais podem ser utilizadas em construções e a depender da coloração atingida no concreto não necessita de pigmentação para melhoria das propriedades de refletância e emissividade térmica e também coberturas metálicas para grandes inclinações, as quais se recomenda que sejam coloridas com pigmentação clara, procurando-se desta forma aumentar sua refletância (Gartland, 2010).

Considerando-se o breve diagnóstico de uso e ocupação do solo e resultados obtidos até o presente momento, para as áreas urbanas de São Bernardo do Campo poderiam ser aplicadas as coberturas de TPO para pequenas inclinações em residências como garagens,



áreas de lazer e varandas ou topo de edifícios, enquanto que para grandes inclinações poderiam ser utilizados coberturas metálicas com pigmentação clara, especialmente em grandes galpões de áreas industriais e armazéns, melhorando a refletância e emissividade térmica nestes ambientes.

Quanto à cobertura do solo urbano, indica-se a utilização de pavimentos de concreto em substituição ao pavimento asfáltico, pois embora seja mais caro, o pavimento de concreto apresenta maior durabilidade, menor necessidade de realização de manutenção, menores custos de ciclo de vida, além de atingirem temperaturas inferiores ao asfalto quando expostos ao sol devido suas melhores propriedades de refletância e emissividade térmica (Gartland, 2010). Além destas soluções, podem-se utilizar também blocos de concreto para pavimentação, os quais além de contribuir para mitigação de ilhas de calor devido apresentarem melhores propriedades de refletância e emissividade térmica, contribuem também para melhoria da infiltração da água e diminuição de enchentes em áreas urbanas. Olhando para a realidade de área de estudo, recomenda-se utilização de blocos de concretos em vias cujo tráfego de veículos automotivos seja menor no município de São Bernardo do Campo e implementação de utilização de asfalto de concreto em futuras áreas de expansão urbana para composição do viário.

A vegetação constitui um elemento essencial para amenização da temperatura do ar em áreas urbanas. Neste sentido, é recomendável a realização de plantio de exemplares arbóreos em ruas, canteiros centrais, estacionamentos externos e áreas externas de edifícios, além da difusão de implementação de telhados verdes. Conforme diagnosticado, algumas regiões de São Bernardo do Campo carecem de áreas verdes, especialmente a área central do município. Áreas como o entorno da estação São Bernardo poderiam se beneficiar a partir da aplicação desta medida mitigadora, visto que o ciclo diurno da ilha de calor urbana indicou a ocorrência de núcleos mais quentes nestes locais durante os períodos analisados; assim como telhados verdes poderiam ser aplicados aos grandes edifícios residenciais localizados na porção central do município.

A gestão pública tem um papel primordial no que diz respeito à mitigação de zonas de calor em áreas urbanas, devendo-se ater a responsabilidade de pensar no desenvolvimento sustentável de uma cidade justa e que ofereça qualidade de vida a todos os seus habitantes.



Percebe-se diante da discussão proposta que mitigar as ilhas de calor é necessário para recuperação do equilíbrio ambiental nos centros urbanos, sendo esta uma missão e valor que devem ser discutidos tanto no âmbito populacional, quanto de gestão pública.

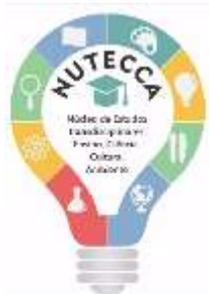
Conclusão

Conclui-se por meio do estudo e análises desenvolvidas que o fenômeno de ilhas de calor urbanas se trata de um impacto ambiental identificado em áreas densamente urbanizadas e ocupadas, causando consequências para a qualidade de vida da população como, por exemplo, desconforto térmico. As análises realizadas nos permitiram identificar que a ilha de calor urbana observada em São Bernardo do Campo se caracteriza por ser bem definida e de média intensidade (ΔT entre 2°C e 4°C), resultado do padrão de urbanização local e uso e ocupação do solo na região.

Em relação aos índices ITU e IDH, conclui-se que tais índices demonstraram resultado satisfatório, auxiliando na análise do conforto térmico nas regiões estudadas, porém se esperava encontrar maiores índices de desconforto na área urbana analisada, visto que entre os períodos analisados haviam verões considerados atípicos, como é o caso do verão 2014/2015. O ITU se mostrou sensível em captar as diferenças de conforto térmico nas áreas analisadas, enquanto que o IDH se mostrou menos sensível às variações de conforto, embora tenha conseguido captar variações do conforto bem definidas para alguns períodos. Recomendando-se a aplicação de outro índice para estudo do conforto e desconforto térmico na região em substituição ao IDH.

Verifica-se também que a mobilidade das pessoas nos centros urbanos pode influenciar na ocorrência do fenômeno estudo. O uso intenso de veículos automotores à base de derivados de petróleo contribui com a intensificação do fenômeno devido o aumento do fluxo de calor antropogênico na região, conforme observado no centro de São Bernardo do Campo. Sendo assim, é necessário também repensar a lógica do transporte na região.

Por fim, verifica-se através da análise da literatura de Gartland (2010) que hoje estão disponíveis no mercado diversas tecnologias para mitigação de ilhas de calor, de modo que tanto a população quanto as entidades públicas devem se unir para debater e propor políticas públicas que vislumbrem o desenvolvimento sustentável das cidades. Para o estudo foram



verificadas algumas possibilidades de melhorias em áreas onde se identificou maiores temperaturas do ar como, por exemplo, utilização de tipos de coberturas especiais para galpões industriais, implantação de corredores verdes em grandes avenidas e projetos de paisagismos em estacionamentos de shoppings centers. Além de tais medidas, faz-se necessário o despertar da consciência de cada cidadão nesta luta pela construção de um espaço urbano digno, de qualidade e confortável.

Mitigar as ilhas de calor é necessário para recuperação do equilíbrio ambiental nos centros urbanos, sendo esta uma missão e valor que devem ser discutidos tanto no âmbito populacional, quanto de gestão pública, de modo que as cidades venham a se desenvolver de maneira adequada e garantido o conforto térmico e salubridade aos seus habitantes.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. C. T. Ilhas de calor em Birigui/SP. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, 2005.
- BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L.; TORRES, S. C.. Clima e cidade: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos. **UFAL**, 2007.
- CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC/INPE). Glossário técnico. Disponível em: < <http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>>. Acesso em 14 de Abril de 2017.
- FIALHO, E. S. Ilha de calor: reflexões acerca de um conceito (heat island: reflections on a concept). **Acta Geográfica**, p. 61-76, 2012.
- GARCÍA, FERNÁNDEZ F. Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación. **Madrid: Editorial síntesis, S.A.**, 1996. 285p.
- GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama de São Bernardo do Campo**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-bernardo-do-campo/panorama>. Acesso em 06 de março de 2017.
- LOPES, A. O sobreaquecimento das cidades. Causas e medidas para a mitigação da ilha de calor de Lisboa. **Territorium**, n. 15, p. 39-52, 2016.



NÓBREGA, R. S.; LEMOS, T. O microclima e o (des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade do Recife. **Revista de Geografia** (Recife), v. 28, n. 1, p. 93-109, 2011.

OKE, T. R. *Boundary Layer Climates. Second Edition. Routledge London & New York.* 435 pp. 1987.

ONO, H. S. P.; KAWAMURA T.. Sensible Climates in Monsoon Asia. **International Journal of Biometeorology**, Vol. 35, nº XX, pp. 39-47, 1991.

PREFEITURA DE SÃO BERNARDO DO CAMPO. Prefeitura. Disponível em: <http://www.saobernardo.sp.gov.br/prefeitura>. Acesso em 05 de Novembro de 2017.

SÃO BERNARDO DO CAMPO. Prefeitura Municipal. Lei Municipal nº 6.184, de 21 de dezembro de 2011. Dispõe sobre a aprovação do plano diretor do município de São Bernardo do Campo, e dá outras providências. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-bernardo-do-campo/lei-ordinaria/2011/618/6184/lei-ordinaria-n-6184-2011-dispoe-sobre-a-aprovacao-do-plano-diretor-do-municipio-de-sao-bernardo-do-campo-e-da-outras-providencias>>. Acesso em 23 de março de 2017.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 13.579, de 13 de julho de 2009. Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B. Diário Oficial do Estado de São Paulo. 14 jul 2009;Seção 1:1, p.1.

TEIXEIRA, P. S. Regionalização da precipitação no município de São Bernardo do Campo - SP e identificação de áreas mais suscetíveis aos extremos climáticos. Monografia do Curso de Engenharia Ambiental e Urbana da Universidade Federal do ABC, 2017. Acesso em 05 de novembro de 2017.

UN, D. E. S. A. World urbanization prospects: The 2014 revision. **United Nations Department of Economics and Social Affairs, Population Division: New York, NY, USA**, 2015.

US EPA- United States Environmental Protection Agency - **Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Urban Heat Island Basics**. Capítulo 1, 2008. 2-3p. Disponível em: <<https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium>> Acesso em 06 de março de 2017.