

OS EFEITOS DE ÁREAS AGRÍCOLAS URBANAS NA INTENSIDADE DAS ILHAS DE CALOR ATMOSFÉRICAS EM FLORIANÓPOLIS - SC

The effects of urban agricultural areas on the intensity of atmospheric heat islands in Florianopolis - SC

Los efectos de las zonas agrícolas urbanas en la intensidad de las islas de calor atmosféricas en Florianópolis - SC

Gustavo Henrique Pereira da Silva
Universidade Estadual Paulista – UNESP
gustavo.silva@unesp.br

Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim
Universidade Estadual Paulista – UNESP
margarete.amorim@unesp.br

Resumo

Este artigo buscou analisar os efeitos de áreas agrícolas urbanas na intensidade das ilhas de calor em Florianópolis – SC. Os procedimentos metodológicos consistiram na coleta de dados em 12 pontos fixos distribuídos em 3 áreas agrícolas urbanas, 8 em áreas intraurbanas e 1 em área sem a presença de materiais construtivos, no mês de fevereiro de 2019. Os resultados obtidos revelaram a variação espacial e temporal da intensidade da temperatura do ar, associada aos usos e ocupação da terra no entorno e aos diferentes sistemas atmosféricos atuantes no mês de estudo. Durante o período diurno (9h, 15h), foram detectadas as maiores intensidades da temperatura do ar, em que os pontos localizados ao Sul da ilha de Santa Catarina (pontos 1, 2, 3 e 4), incluindo os de agricultura urbana (pontos 1 e 2), com cobertura vegetal, se apresentaram mais aquecidos que os demais. Durante a noite, as intensidades das temperaturas diminuíram, com destaque para as áreas agrícolas estudadas, que em muitos dias converteram-se em ilhas de frescor, o que demonstra a importância desse tipo de uso da terra na redução das temperaturas em ambiente urbano.

Palavras-chave: Agricultura urbana e periurbana. Ilhas de calor. Clima urbano. Florianópolis – SC

Abstract

This paper aimed to analyze the effects of urban agricultural areas on the intensity of the heat islands in Florianopolis - SC. The methodological procedures consisted of data collection in 12 fixed points distributed in 3 urban agricultural areas, 8 in intraurban areas and 1 in an area without the presence of construction materials, in February 2019. The results revealed the spatial and temporal variation of air temperature intensity, associated with the uses and occupation of the surrounding land and the different atmospheric

systems operating in the month of study. During daytime (9 am, 3 pm), the highest air temperature intensities were detected, in which the points located to the South from the island of Santa Catarina (points 1, 2, 3 and 4), including those of urban agriculture (points 1 and 2), with vegetation cover, were hotter than the others. During nighttime, the intensities of the temperatures decreased, with emphasis on the agricultural areas studied, which in many days became islands of freshness, what demonstrates the importance of this type of land use in reducing temperatures in an urban environment.

Keywords: Urban and periurban agriculture. Heat islands. Urban climate. Florianópolis - SC

Resumen

Este artículo buscó analizar los efectos de áreas agrícolas urbanas en la intensidad de las islas de calor en Florianópolis - SC. Los procedimientos metodológicos consistieron en la recopilación de datos en 12 puntos fijos distribuidos en 3 áreas agrícolas urbanas, 8 en áreas intraurbanas y 1 en área sin la presencia de materiales constructivos, en el mes de febrero de 2019. Los resultados obtenidos revelaron la variación espacial y temporal de la intensidad de la temperatura del aire, asociada a los usos y ocupación de la tierra en el entorno y a los diferentes sistemas atmosféricos actuantes en el mes de estudio. Durante el período diurno (9 am, 3 pm), se detectaron las mayores intensidades de la temperatura del aire, en que los puntos situados al Sur de la isla de Santa Catarina (puntos 1, 2, 3 y 4), incluidos los de agricultura urbana (puntos 1 y 2), con cobertura vegetal, se han presentado más calientes que los demás. Durante la noche, las intensidades de las temperaturas disminuyeron, con destaque para las áreas agrícolas estudiadas, que en muchos días se convirtieron en islas de frescor, lo que demuestra la importancia de ese tipo de uso de la tierra en la reducción de las temperaturas en ambiente urbano.

Palabras-clave: Agricultura urbana y periurbana. Islas de calor. Clima urbano. Florianópolis – SC

Introdução

Ao construir cidades, o ser humano foi capaz de modificar o ambiente natural a partir da inserção de inúmeros novos materiais, equipamentos etc., dando origem a um novo ambiente (MENDONÇA, 1995). Esse processo gerou considerável degradação ambiental e a formação de um clima particular nas cidades, denominado de clima urbano.

Conforme argumenta Oke (1978), o clima urbano é resultado das modificações produzidas na superfície pelo processo de urbanização, associadas aos aspectos físicos. Assim, entende-se que cada cidade, ou ambiente urbano apresenta um clima específico, que decorre das características do sítio e do meio físico (MONTEIRO, 1976).

Neste contexto, inúmeros são os fenômenos associados ao clima urbano, dentre os quais, aquele mais percebido pela população, e foco deste trabalho, são as ilhas de calor

urbanas (ICU). O fenômeno em questão relaciona-se ao fato de as áreas urbanas apresentarem temperaturas mais elevadas do que as áreas rurais próximas. A formação das ICU se relaciona com a maior capacidade de retenção e absorção da radiação solar por parte dos materiais construtivos, quando se compara com as áreas menos urbanizadas e rurais (GARTLAND, 2010).

A literatura, a partir de diversos estudos (LOMBARDO, 1985; AMORIM, 2000; DUBBELING, 2014; AUTOR, 2020) demonstra a importância da presença da vegetação nas cidades, como mecanismo para amenizar as ilhas de calor e contribuir para o conforto térmico em ambiente urbano. Urge então, a necessidade de iniciativas que explorem essas potencialidades com vistas à qualidade ambiental nesses espaços.

Neste contexto, a agricultura urbana e periurbana (AUP), definida como “[...] a utilização de pequenas superfícies situadas dentro das cidades ou em suas respectivas periferias para a produção agrícola e criação de pequenos animais [...]” (MACHADO; MACHADO, 2002, p.1), tem papel importante. Essas práticas oferecem possibilidades de reflexão acerca dos espaços urbanos, de modo a transpassar a dimensão de “espaço verde”, devido ao seu caráter multifuncional (MOUGEOT, 2005; MOREIRA, 2008; SANTANDREU, MERZTHAL, 2010).

Assim, o presente artigo tem como objetivo analisar os efeitos de áreas agrícolas urbanas na intensidade das ilhas de calor atmosféricas em Florianópolis – SC. Para isso, foram instalados no mês de fevereiro de 2019, 12 pontos fixos em áreas representativas de diferentes usos da terra, de modo a verificar a variação espaço-temporal da intensidade da temperatura do ar.

A escolha de Florianópolis justifica-se pela presença de um marco jurídico que prevê a implementação de mecanismos de incentivo à produção agrícola na área intraurbana, vinculada à infraestrutura verde urbana e periurbana.

Florianópolis é a capital do estado de Santa Catarina, na região Sul do Brasil. O município localiza-se no litoral central do estado e apresenta população de aproximadamente 500.973 habitantes (IBGE, 2019). Sua área territorial é majoritariamente concentrada na porção insular, denominada de Ilha de Santa Catarina (Figura 1).

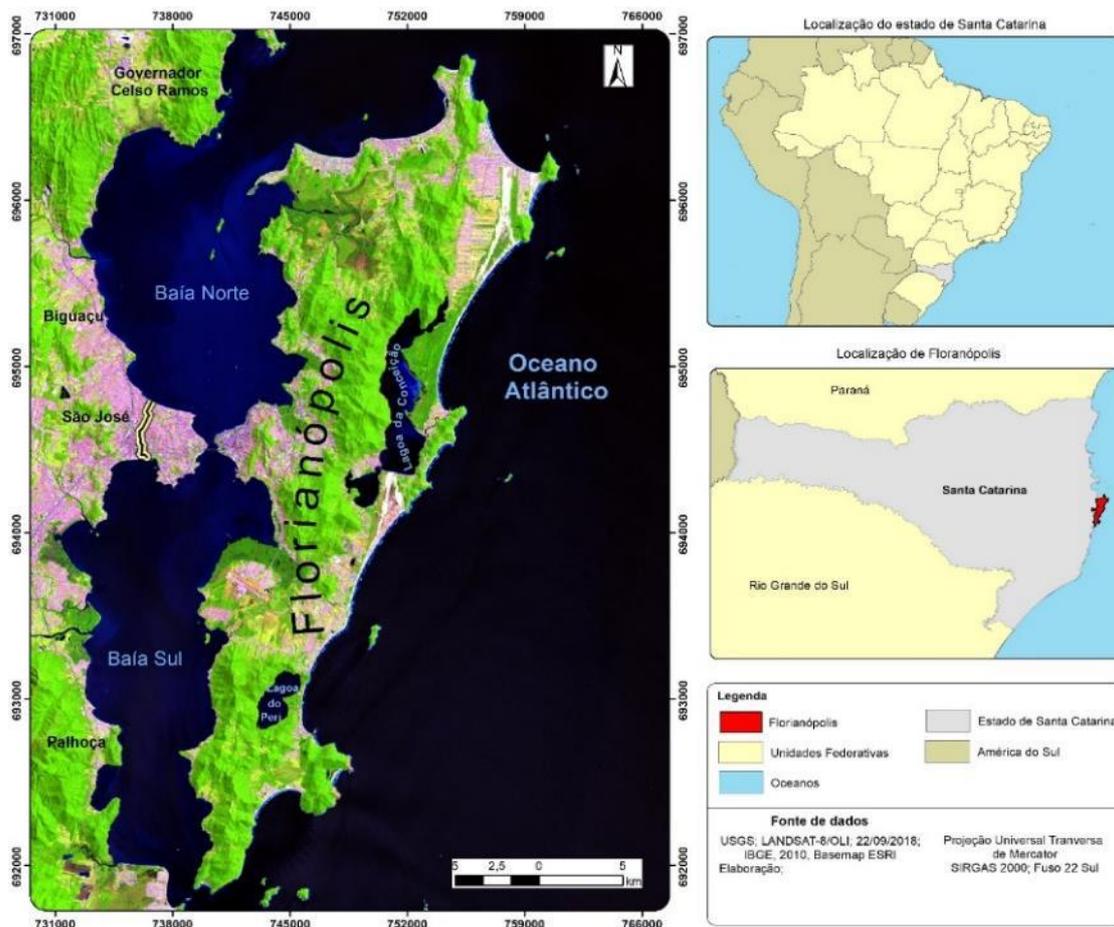


Figura 1 - Localização de Florianópolis - SC
 Fonte: os autores (2020).

O clima em que a área de estudo está inserida caracteriza-se por mesotermia e precipitações regulares bem distribuídas ao longo do ano, sem estação seca definida (MENDONÇA, 2002). Conforme a proposta de classificação climática elaborada por Dubreuil et al. (2018), Florianópolis se enquadra no tipo climático anual “C” (temperado), com predomínio do Cfa, clima temperado, sem estação seca e verão quente.

Por sua posição subtropical a 27° de latitude sul, o município está sob influência da Massa Tropical Continental (mTc), caracterizada por ser quente e seca, da Massa Topical Atlântica (mTa), com característica quente e úmida e pela atuação da Polar Atlântica (mPa), com invernos mais amenos (MENDONÇA, 2002). Além da posição latitudinal, tal dinâmica atmosférica também está submetida a outros fatores geográficos, como o reduzido efeito da continentalidade e as particularidades do relevo (MONTEIRO, 1968; MENDONÇA, 2002).

Outro aspecto importante da área de estudo é o caráter multinucleado da urbanização local (MENDONÇA, 2002), que apresenta o sítio urbano com

descontinuidades e bairros com considerável autonomia nas funções, materializados nos 12 distritos administrativos do município: Florianópolis (sede continente; sede insular), Barra da Lagoa, Cachoeira de Bom Jesus, Campeche, Canavieiras, Ingleses do Rio Vermelho, Lagoa, Pântano do Sul, Rationes, Ribeirão da Ilha, Santo Antônio de Lisboa, São João do Rio Vermelho¹.

O clima urbano, as ilhas de calor e a agricultura praticada nas cidades

Ao considerar a heterogeneidade dos componentes do sítio urbano e as alterações climáticas nesses ambientes, a compreensão do clima das cidades assume uma complexidade e maior relevância para a qualidade de vida humana.

Com o acréscimo de materiais construtivos em detrimento das áreas vegetadas ocorre o aumento da absorção de energia e impermeabilização da superfície. Além disso, com o aumento da rugosidade urbana, altera-se as características de circulação do ar, e as atividades antrópicas, modificam a atmosfera urbana pela adição de calor e material particulado (COLTRI, 2006; AUTOR, 2020).

Nesse contexto, destaca-se a importância dos estudos de clima urbano, que no Brasil tiveram a contribuição de Monteiro (1976), que propôs, a partir da abordagem sistêmica, um quadro de referência teórico-metodológico para o estudo do clima das cidades, denominado Sistema Clima Urbano (SCU). Para o autor, o clima urbano pode ser estudado a partir de três subsistemas, sendo: o canal Físico-Químico; o canal Hidrometeorológico e o canal Termodinâmico, no qual este trabalho se encontra e que considera as componentes termodinâmicas que se expressam através do calor, ventilação e umidade (MONTEIRO, 1976). Os estudos sobre o diagnóstico das ilhas de calor se inserem neste contexto, sendo estes importantes, devido aos impactos causados à vida dos cidadãos.

Para Lombardo (1985), as ilhas de calor refletem a interferência do homem na dinâmica dos sistemas ambientais, constituindo-se num referencial de que nos espaços urbanos ocorre o máximo de atuação humana sobre a organização na superfície terrestre. Nesse sentido, a ilha de calor é resultante da interação de fatores humanos e ambientais, sendo o uso e a ocupação das terras urbanas seus fatores geradores ou intensificadores.

¹ Fonte: Florianópolis (SC). Prefeitura. 2019. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br>. Acesso em: out. 2019.

A literatura, conforme Amorim (2017) reconhece ao menos três tipos de ilhas de calor, sendo:

1 – A ilha de calor superficial, diagnosticada através de técnicas de sensoriamento remoto;

2 – A ilha de calor atmosférica inferior, que abarca o nível do solo até o nível médio dos telhados, denominada por Oke (1978) de *urban canopy layer*, sendo este o enfoque deste trabalho.

3 – A ilha de calor atmosférica superior, que se sobrepõe à anterior, podendo se estender até a atmosfera livre, denominada por Oke (1978) de *urban boundary layer*.

Gartland (2010) argumenta que o monitoramento e o diagnóstico das ilhas de calor urbanas podem ser realizados de diversas maneiras, a depender do objetivo da análise e dos recursos disponíveis. A autora apresenta alguns procedimentos, destacando aqueles comumente utilizados, como o uso de estações fixas, transectos móveis e o sensoriamento remoto. Dentre esses, no presente trabalho, utilizou-se de equipamentos de registro nos pontos fixos.

Tendo em vista o conhecimento acerca do fenômeno das ilhas de calor e dos demais efeitos do clima urbano, o desafio posto recai em estudar estratégias eficazes para amenizar tais efeitos, avançar na prevenção destes, além de discutir questões importantes a serem incorporadas ao planejamento territorial.

As cidades, principalmente aquelas mais sujeitas à geração das ilhas de calor devem investir em um planejamento que priorize também as questões ambientais (AMORIM, 2011). A vegetação arbórea e de outros portes podem contribuir para a melhoria da atmosfera urbana (AMORIM, 2011), em decorrência do processo de fotossíntese dos vegetais, que ao absorverem o dióxido de carbono do ar, são capazes de armazená-lo e emitir oxigênio para a atmosfera. As áreas vegetadas urbanas também são responsáveis pelo aumento da permeabilidade da superfície nas cidades, bem como na capacidade de retenção e mitigação de impactos das chuvas.

Deelstra e Girardet, (2010), De Zeeuw et al. (2011) e Dubbeling (2014) destacam em seus trabalhos a importância da cobertura vegetal e enfatizam a implantação e presença de áreas agrícolas urbanas, que nesse contexto, apresentam potencialidades que podem ser mais exploradas nas cidades. A Organização das Nações Unidas Para Alimentação e a Agricultura argumenta que:

A gestão paisagística multifuncional, com a integração de agricultura, terras e florestas, ajuda a tornar as cidades mais resilientes. Isso é feito não apenas com a diversificação das fontes de alimentos urbanos e oportunidades de renda, mas também mantendo áreas verdes abertas, aumentando a superfície de vegetação e a infiltração aquática, e contribuindo para a gestão sustentável da água e dos recursos naturais (FAO, 2009, p.4).

A AUP, segundo Moreira (2008) é um fenômeno que emerge na contradição da produção e reprodução da cidade capitalista. No Brasil, esse tipo de agricultura tradicionalmente é praticado por grupos sociais pertencentes as classes mais subalternas e marginalizadas (MOREIRA, 2008). Em Florianópolis essa contradição pode ser vista em muitas das áreas onde essas práticas estão presentes, como vazios urbanos, espaços públicos subutilizados e espaços comunitários (AUTOR, 2020).

A trajetória contemporânea da AUP apresenta vínculo com o discurso da crise ambiental, da urbanização e seus impactos socioambientais, principalmente naqueles países localizados na periferia do capitalismo (AUTOR, 2020).

Diversos agentes sociais (ONGs, grupos de agricultores, agências governamentais) apontam o potencial dessas práticas (MOUGEOT, 2005; MOREIRA, 2008), tendo em vista sua multifuncionalidade, que envolveria desde a produção próxima ao consumidor, despesas com logística de distribuição, procedimentos alternativos frente à agricultura tradicional, como a produção orgânica, a agroecologia, praticada em muitas das áreas presentes em Florianópolis.

No Brasil, tal fenômeno está presente em diferentes cidades, sendo os agricultores urbanos e periurbanos os principais financiadores, podendo contar também com o apoio de ONGs, movimentos sociais, ou mesmo iniciativas do poder público (SANTANDREU; LOVO, 2007). Por estar intimamente ligada aos contextos sociais, econômicos e culturais das cidades, a AUP apresenta forte vinculação com as políticas a nível municipal (IPEA, 2016; AUTOR, 2020).

Em Florianópolis, as agriculturas urbana e periurbana, decorrem de movimentos e lutas socioambientais, de segurança alimentar, trabalho e renda (AUTOR, 2020). Os avanços na elaboração e consolidação de uma política municipal resultam dos esforços de segmentos da sociedade civil, como coletivos, ativistas, produtores etc., que desempenham importantes papéis no município nas temáticas relacionadas à agricultura urbana e agroecologia.

A cidade então, tem se destacado no cenário brasileiro, em decorrência da inserção de uma política municipal de agricultura urbana e periurbana e suas ramificações, como a prática de compostagem, aumento da vegetação urbana e trabalho comunitário. Tem-se o decreto municipal Nº 17.688, de 05 de junho de 2017 que institui o Programa Municipal de Agricultura Urbana (FLORIANÓPOLIS, 2017) posteriormente integrado à Política Municipal de Agroecologia e Produção Orgânica (FLORIANÓPOLIS, 2018). A presença desse marco legal é de grande importância por reconhecer a presença da AUP na cidade e mesmo para estimular o desenvolvimento de suas potencialidades.

O desenvolvimento de estudos e análises sobre a temática, bem como o reconhecimento dessas áreas na cidade, se constituem em uma etapa importante para a criação de projetos e planos de apoio à atividade, como forma de intervenção na cidade, aumento de renda, segurança alimentar e melhoramento do ambiente urbano.

Procedimentos Metodológicos

Para a escolha dos pontos fixos de registros da temperatura do ar (Figura 2) considerou-se a diversidade de áreas representativas de diferentes tipos de uso da terra (áreas agrícolas urbanas, área não construída, áreas urbanas) com o propósito de monitorar o padrão que se estabelece em termos de aumento ou diminuição da temperatura do ar no decorrer do dia. O monitoramento ocorreu no mês de fevereiro de 2019, que em Florianópolis, corresponde à estação de verão, sendo esta a mais quente do ano para a área em questão (MENDONÇA, 2002).

Para os registros das temperaturas do ar foram utilizados os seguintes equipamentos: 3 estações meteorológicas IPWH-108D Impac, sendo duas delas instaladas em áreas de agricultura urbana (pontos 1 e 2, figura 2) e uma na área de agricultura periurbana (ponto 10); 3 registradores de dados de temperatura do ar com sonda externa data logger U23-002 – HOBO e abrigo meteorológico (tipo RS3 – HOBO) em áreas na malha urbana do município (pontos 4, 5 e 12). Também foram utilizados dados cedidos por outra pesquisa², sendo 4 estações meteorológicas Vantage Vue Davis, que se encontram instaladas em pontos na malha urbana (pontos 3, 6, 7 e 8). Utilizou-se ainda

² Tais dados meteorológicos foram cedidos pela doutoranda em Geografia Geisa Silveira da Rocha, da Universidade Federal do Paraná, que desenvolve a pesquisa intitulada “A ilha de calor em ambiente costeiro e insular: o caso de Florianópolis-SC”.

dos dados de 2 estações meteorológicas automáticas controladas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), sendo uma localizada em área não construída (ponto 11) e outra em área urbana (pontos 9) (AUTOR, 2020).

A instalação dos pontos seguiu determinados critérios na escolha dos locais (AMORIM, 2017), de modo que os dados demonstrassem as feições predominantes no terreno. Foram considerados aspectos físicos, como, por exemplo, altitudes aproximadas entre os pontos, localização em áreas de planície³ e com predomínio de relevo plano (0-3% de declividade). Considerou-se também a segurança dos equipamentos, de modo a evitar extravios e danificações, visto que as áreas agrícolas habitualmente são praticadas em espaços públicos e abertos.

Para o mês de fevereiro de 2019, foram identificadas a direção predominante e velocidade do vento para os pontos que dispunham desses dados (pontos 1, 2, 6, 9 e 10 – figura 2). O processamento foi realizado no *software* WRPLOT⁴, de modo a sintetizar e apresentar as características deste elemento do clima no decorrer do mês. Nesse procedimento, inseriu-se também os dados de vento da estação meteorológica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INMET), localizada no município vizinho de São José, por ser a estação de referência no monitoramento das condições climáticas locais. Posteriormente, as rosas dos ventos foram plotadas no *software* ArcGIS 10.6 para permitir a melhor visualização dos pontos (Figura 4).

Para o cálculo das intensidades da temperatura do ar (°C) tomou-se como referência os dados da estação meteorológica situada na Estação Ecológica dos Carijós (ESEC) da ICMBio (ponto 11), localizada no Norte da Ilha de Santa Catarina. Esse ponto foi representativo da menor temperatura (ponto “0”) por apresentar, no conjunto, cobertura vegetal predominante de manguezal. Assim sendo, subtraiu-se o valor medido em cada ponto (ΔT_{u-r}) pela referência, para a identificação da intensidade da temperatura do ar (AMORIM, 2017).

A partir do cálculo das intensidades, foi possível avaliar a formação de ilhas de calor ou de ilhas de frescor, que ocorrem quando as temperaturas são menores que o rural circundante, ou seja, quando a diferença térmica é menor que zero (MENDONÇA, 1995; AMORIM, 2000; MENDONÇA, 2002).

³ Justifica-se essa escolha, pois em Florianópolis, a população está majoritariamente concentrada nas áreas de planície.

⁴ WRPLOT é um software gratuito de propriedade da Lakes Environmental Software.

Os dados registrados foram processados nos aplicativos *Surfer*⁵ e *Excel*⁶ e dispostos em painéis espaço-temporais de modo a apresentar a variação da temperatura do ar nas áreas de cultivo e nas áreas construídas, em diferentes períodos do dia: 9h, 15h e 21h (Figuras 5, 6 e 7). Para a compreensão do gradiente de temperatura foram identificados os sistemas atmosféricos atuantes no mês de fevereiro de 2019, a partir da elaboração dos gráficos de análise rítmica (MONTEIRO, 1971), no qual buscou-se apresentar a sucessão dos tipos de tempo (Figura 3). Para tanto, foram utilizados os dados da estação meteorológica local do INMET. Para a nebulosidade, utilizou-se do banco de dados da estação meteorológica localizada no aeroporto Hercílio Luz.

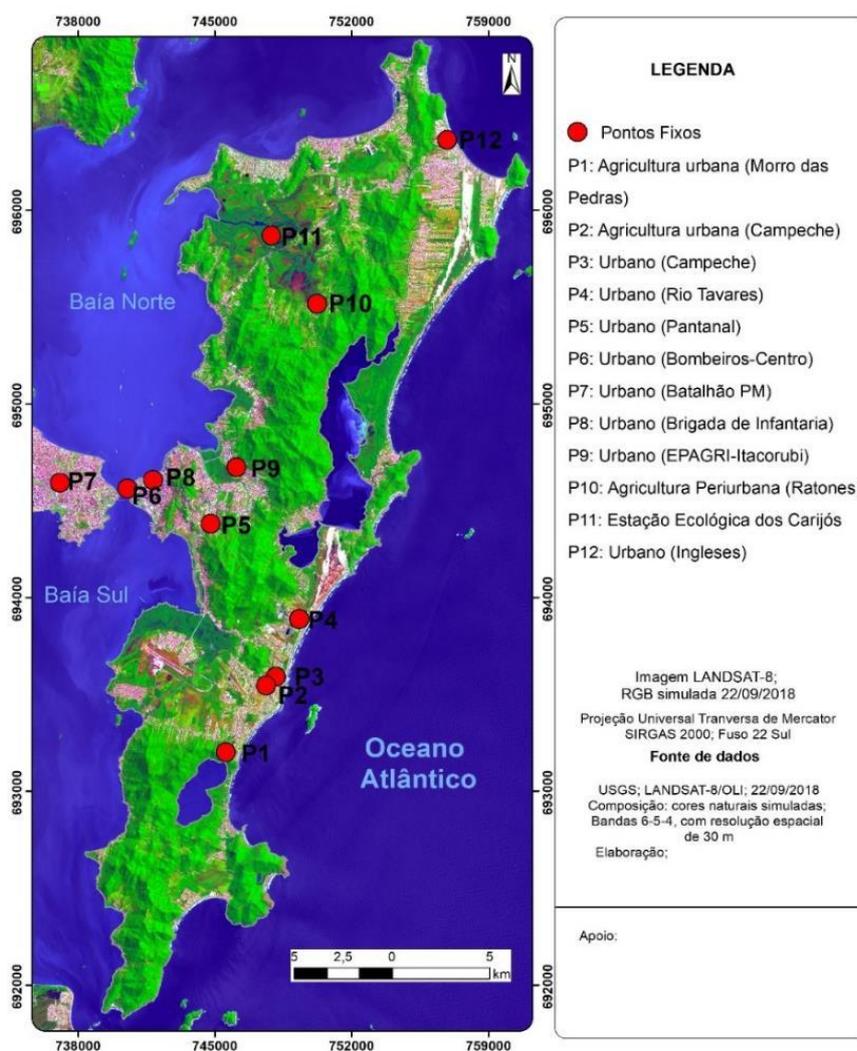


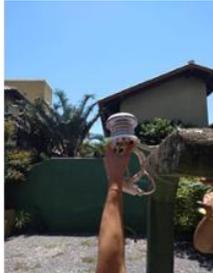
Figura 2 - Localização dos pontos fixos para o registro da temperatura do ar em Florianópolis – SC.
Fonte: dos autores (2020).

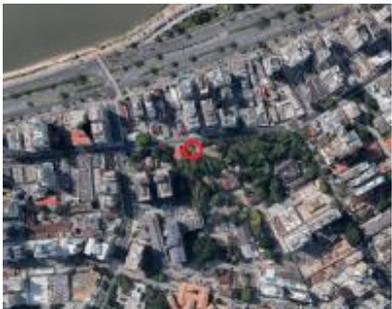
⁵ *Surfer* é marca registrada Golden Software, LLC.

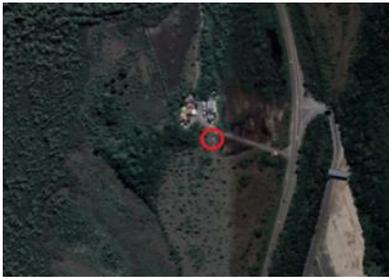
⁶ *Excel* é marca registrada da Microsoft Corporation.

No quadro 1 é apresentada a breve caracterização das áreas de instalação dos sensores de temperatura e estações meteorológicas nos pontos fixos.

Quadro 1 – Caracterização das áreas de instalação dos pontos fixos

Ponto	Imagem aérea	Fotografia	Caracterização
1			Agricultura urbana no bairro Morro das Pedras. Terreno com residência de telhado verde, paredes de madeira e vidro. Presença de diferentes espécies de vegetais e altitude de 10 m.
2			Agricultura urbana localizada no bairro do Campeche. Horta comunitária com cultivos de diferentes culturas e presença de outras vegetações de pequeno, médio e grande porte. Altitude de 11 m.
3			Residência no bairro do Campeche, a 8 m de altitude. Entorno com presença considerável de vegetação, concentradas nos terrenos vazios. Entorno com características periurbanas e de urbanização inconsolidada.
4			Residência no bairro Rio Tavares, a 8 m de altitude. Entorno com predomínio de casas com telhado de cerâmica. Predominância de residências no bairro, com pouca presença arbórea, principalmente nas ruas.
5			Área frontal de um condomínio no bairro Pantanal, a 20 m de altitude. Bairro densamente ocupado, com presença de comércio e residências. A rua na qual localiza-se o ponto é uma das poucas vias que fazem a ligação dessa área da cidade.

			ao centro, apresentando intenso tráfego de veículos automotores.
6			Localizado no estreitamento do canal que separa as baías Norte e Sul, o ponto se encontra a 1 m de altitude, estando próximo a vias de intenso fluxo de veículos, edifícios residenciais e de serviços, com 12 pavimentos em média.
7			Ponto localizado na porção continental do município, com altitude de 56 m de altitude. A área apresenta cobertura vegetal de gramíneas e poucas construções. O bairro no entorno caracteriza-se por ser densamente ocupado e apresentar residências de baixo padrão construtivo.
8			O ponto 8 localiza-se no centro de Florianópolis, próximo à avenida Beira Mar Norte, a 9 m de altitude. A área caracteriza-se pelo alto padrão construtivo e pela verticalização das edificações.
9			Para o ponto 9, utilizou-se dos dados da estação meteorológica da EPAGRI, no bairro do Itacorubi, a 5m de altitude. O Bairro concentra órgãos do poder público estadual, além do manguezal do Itacorubi a Oeste da estação.

10			<p>O ponto 10 se encontra a 5 m acima do nível do mar e foi instalado em uma área de agricultura periurbana no bairro Ratoles. Esse bairro se caracteriza por dispor de usos urbanos e rurais, tendo baixa taxa de ocupação urbana.</p>
11			<p>O ponto 11 localiza-se na Estação Ecológica dos Carijós, com altitude de 5 m. Esse ponto foi considerado o de menor temperatura para o estudo, por apresentar predomínio de cobertura vegetal em seu entorno.</p>
12			<p>O ponto 12 foi instalado na área frontal de um condomínio fechado, no bairro dos Ingleses, próximo ao Rio Capivari e de sua foz no mar, a 5 m de altitude. O bairro dispõe de considerável infraestrutura de condomínios de veraneio, bares, restaurantes, comércios etc.</p>

Fonte: os autores (2020).

Resultados

Florianópolis apresenta em sua área territorial, grande diversidade de usos e cobertura da terra. Tem-se a presença de bairros com distintos padrões construtivos, diferentes áreas de proteção, como as restingas, manguezais, dunas e lagoas (AUTOR, 2020).

Nesse sentido, conforme argumenta Monteiro (1990, p. 63), estudar o clima da cidade é "revelar as feições identificáveis no contexto local, tanto pelas características topográficas (geoecológicas) do sítio, quanto pelas diferenças geradas pela própria estrutura urbana".

Dado essa diversidade, Mendonça (2002) destaca que uma estação meteorológica padrão é capaz de dar uma resposta local à dinâmica atmosférica, através de um único ponto, enquanto a utilização de uma diversidade de pontos possibilita identificar a

influência dos atributos urbanos e físicos naquele contexto, possibilitando uma visão contínua dos elementos, a depender dos objetivos da pesquisa.

Em Florianópolis, o monitoramento foi realizado no mês de fevereiro de 2019, nos pontos selecionados, considerando a atuação dos diferentes sistemas atmosféricos. Para a área de estudo, o mês monitorado associa-se à estação do verão, caracterizada por altas temperaturas e altos totais de pluviosidade. No ano em questão, o litoral catarinense apresentou no verão anomalias positivas de temperatura do ar máxima de 3°C em média (EPAGRI/CIRAM, 2019).

Para adentrar ao mês de análise é importante caracterizar brevemente o mês de janeiro de 2019, que em Florianópolis foi de altas temperaturas e temporais de acordo com dados dos boletins técnicos da EPAGRI/CIRAM (2019). O ano se iniciou com intensa onda de calor, sendo registrada a temperatura máxima de 39,7°C no dia 03/01. A média da temperatura mensal foi de 27,8°C, sendo este janeiro o mês mais quente já registrado na estação meteorológica do INMET (São José/Florianópolis), considerando a série histórica iniciada em 1961⁷. As precipitações totalizaram 225,2 mm, com destaque para o dia 24, que registrou 127,6 mm em 24h.

Em 2019, constatou-se ainda a configuração de um fenômeno El Niño de fraca intensidade, apontado pelos boletins do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do INPE (CEPTEC/INPE)⁸, o que na região Sul do Brasil tenderia a aumentar os totais de precipitação e as médias das temperaturas. No primeiro trimestre, o mês de janeiro apresentou temperatura média mensal 3°C acima dos valores da normal climatológica (1981-2010), de 24,9°C. Os meses de fevereiro e março apresentaram temperaturas médias próximas aos valores da normal, sendo respectivamente, 25,1°C para fevereiro e 25,5° para março. A precipitação esteve próxima à média climatológica, com apenas o mês de março apresentando total inferior, com 82,6 mm.

Análise dos elementos do clima no mês de fevereiro de 2019

No mês de fevereiro de 2019 totalizou-se 257,2 mm de precipitação, distribuídos de forma irregular. Dos 28 dias do mês, em 12 foram registradas chuvas, com destaque

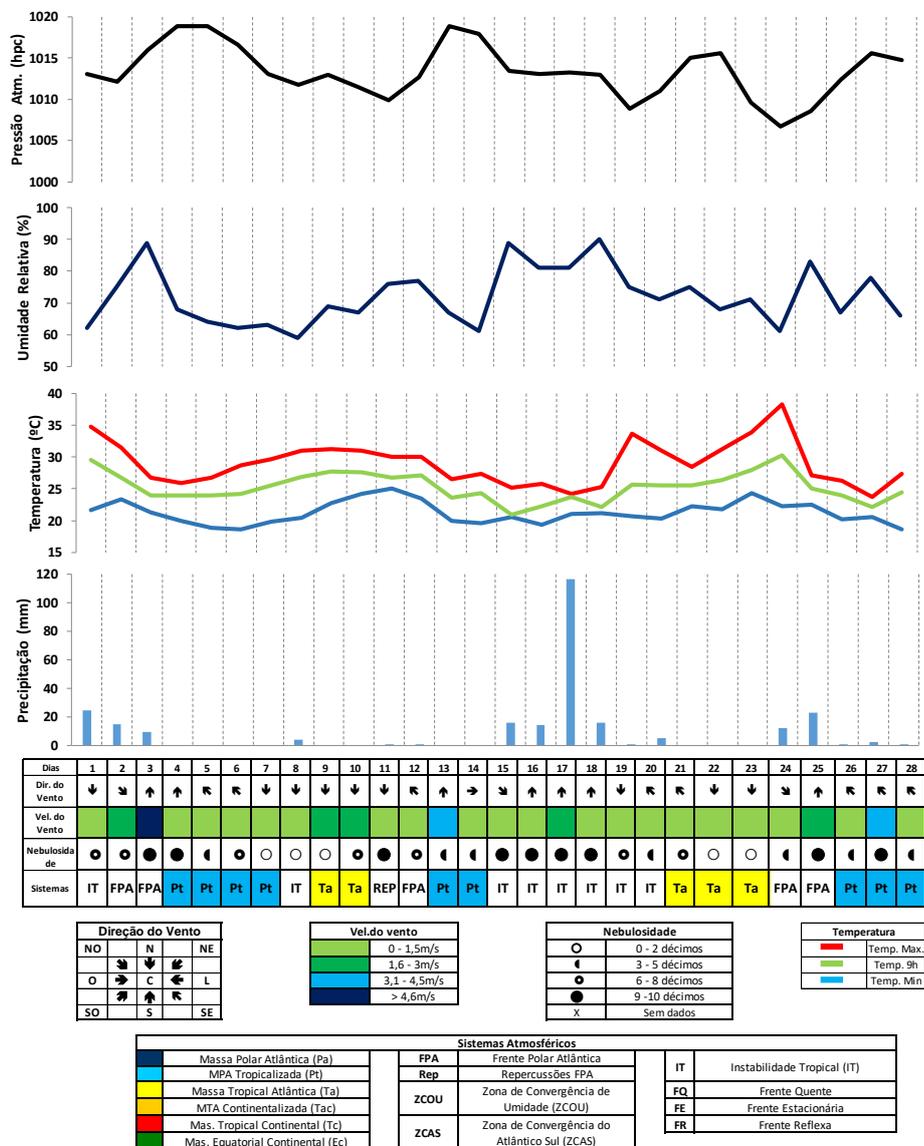
⁷ Existe informações antes desta data, mas não estão disponíveis de forma online, não podendo ser considerado nessa análise.

⁸ PROGCLIMA. **Boletim de Prognóstico Climático**. MCT/INPE/CPTEC-INMET. Ano 19, Número 03, 2019.

para o dia 17, que no intervalo de 24 horas, foi registrado 116 mm, correspondendo a quase metade do total mensal (Figura 3).

Fevereiro apresentou uma sucessão de tipos de tempo, com a atuação de sistemas atmosféricos estáveis e instáveis. As instabilidades tropicais, bem como a atuação da Frente Polar Atlântica, que propicia a entrada de ventos do quadrante Sul, foram responsáveis pelos totais pluviométricos registrados.

Nos dias de atuação da Massa Tropical Atlântica (mPa) predominaram os ventos do quadrante Norte, no qual observou-se o aumento da temperatura e pouca presença de nebulosidade, com variação de 0 a 2 décimos (Figura 3)



Fontes de dados: Estação meteorológica automática - F./S. J. A806

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)

Organização:

Figura 3 – Gráfico de análise rítmica de Florianópolis – SC, fevereiro de 2019. Fonte: os autores

No que se refere aos dados de vento, considerando a diversidade do sítio, os aproximados 54 km de extensão da ilha de Santa Catarina no sentido Sul-Norte, o relevo, o uso e a cobertura da terra, é possível afirmar que este sofre influência de diversos fatores, não apresentando uniformidade em sua ocorrência.

Na Figura 4 apresenta-se a síntese desse elemento para o mês de fevereiro de 2019. No ponto 6 foi possível observar o predomínio de ventos do quadrante Norte, explicado pela verticalização dos edifícios e ocupação da terra a Leste e Sul do terreno. Ainda decorrente da verticalização no entorno, observa-se que os ventos de quadrante Oeste não adentram as áreas mais próximas ao Morro da Cruz. Nesses casos, as edificações criam barreira e corredores, capazes de modificar a direção e velocidade do vento.

No ponto 9 (Estação da EPAGRI), localizado no bairro do Itacorubi, que em decorrência do relevo, especificamente do Morro da Cruz a Oeste, se configura em uma barreira do vento, que associado às elevações a Leste do ponto, é capaz de criar um corredor de vento de sentido S-N. Esse padrão pode ser visualizado também no ponto 10 (agricultura periurbana), com ventos predominantes de Sul, decorrentes em grande parte das barreiras morfológicas a Leste e Oeste do terreno.

Esses casos evidenciam a influência do relevo, e mesmo dos usos e ocupação da terra urbana na direção e velocidade dos ventos, além disso, destaca-se as especificidades que podem ser observadas no clima local, decorrentes da configuração territorial da ilha, alongada na direção S-N.

Na estação de agricultura urbana (ponto 2, figura 4) localizada no Sul da Ilha de Santa Catarina, observou-se em grande parte dos dias a predominância de ventos de Leste. Este fato pode ser explicado pela área de planície no qual o sensor foi instalado, sem a presença de barreiras em direção ao mar. Os pontos 1, 3 e 4 localizados também no Sul da ilha, embora não tenham sensor de vento (Figura 2), provavelmente apresentam esta mesma característica, pois não apresentam maiores elevações no terreno em direção ao Atlântico (Leste), possibilitando a entrada da brisa marítima. Essa configuração auxiliou na análise das menores intensidades térmicas que foram registradas nesses pontos no período noturno e apresentadas nos painéis espaço-temporais (Figuras 5, 6 e 7).

das temperaturas do ar (intensidade das ilhas de calor) nos 12 pontos fixos monitorados em Florianópolis.

De acordo com os horários elegidos (9h, 15h, 21h) para o presente artigo, percebeu-se grande variação dos dados de intensidade da temperatura do ar no mês em questão. Às 9h, próximo ao início do aquecimento diurno, registraram-se as maiores diferenças térmicas em relação ao ponto não construído (ponto 11 – Figura 2). Os pontos localizados ao Sul da Ilha de Santa Catarina (1, 2, 3 e 4) apresentaram intensidades de temperaturas que ultrapassaram 5°C.

O ponto 1, correspondente à área de agricultura urbana no bairro Campeche, apresentou intensidades superiores a 8°C nos dias 5, 6 e 7, com característica semelhante no ponto 2 e em menor intensidade no ponto 3. De modo geral, notou-se maior aquecimento dos pontos em relação ao ponto 11. Esses episódios foram respostas à atuação de sistemas atmosféricos estáveis, como a massa Polar tropicalizada (mPt), atuante nos primeiros dias do mês, presente também nos dias 13, 14, 26, 27 e 28 e da massa Tropical atlântica, atuante nos dias 9, 10, 21, 22 e 23.

Nesse mesmo horário, nos dias de atuação da Frente Polar Atlântica (FPA) (2, 3, 11, 12, 24 e 25) os pontos monitorados apresentaram maior homogeneização nos dados de temperatura, sendo verificada inclusive a configuração de ilhas de frescor, no qual as diferenças para o ponto 11 foram negativas.

O ponto 7 localizado no continente, foi o que apresentou as menores diferenças de temperatura em relação ao ponto não construído, o que pode ser explicado pela associação com o relevo, visto que a vertente nessa área se encontra voltada para o Sul, mantendo-se menos aquecido no período da manhã. Mendonça (1995) destaca que uma vertente pode estar mais aquecida que a outra, dependendo de sua orientação e período do dia, associada ao movimento aparente do Sol.

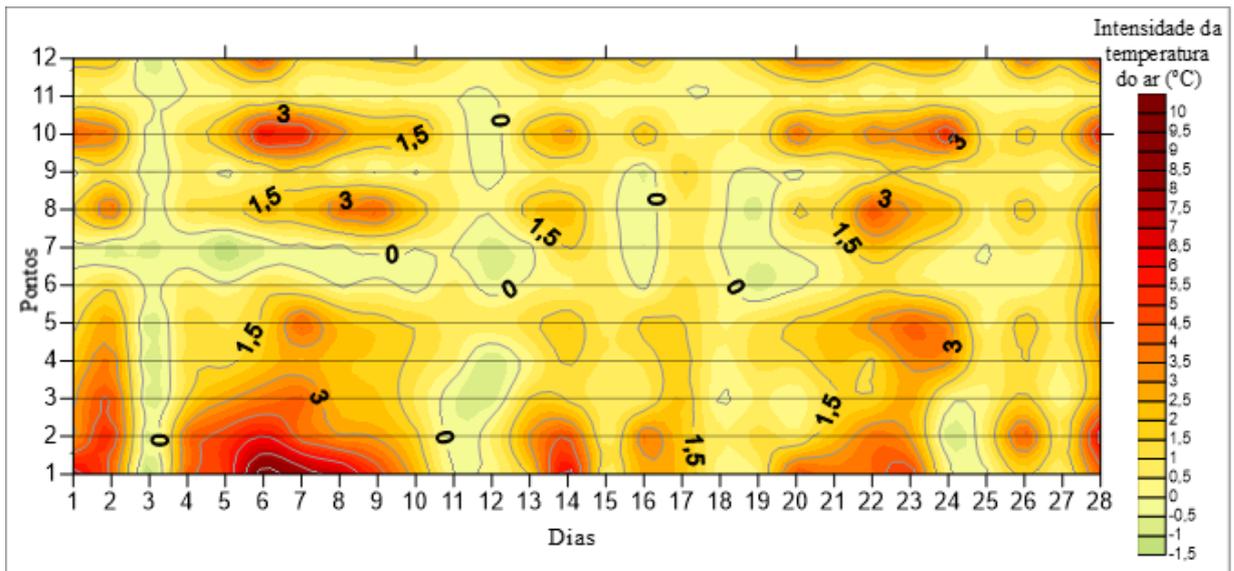


Figura 5 - Variação espaço-temporal das diferenças das temperaturas do ar em 12 pontos de Florianópolis – SC em relação ao ambiente não construído (Ponto 11), no mês de fevereiro de 2019, às 9 horas

Fonte: autores.

Às 15h, as maiores intensidades da ICU foram observadas nos dias 23 e 24, com 7,5°C no ponto de agricultura urbana do bairro Campeche (ponto 2). Registrou-se, portanto, uma ilha de calor de muito forte magnitude (acima de 6°) (FERNÁNDEZ GARCÍA, 1996). Esse quadro se mostrou semelhante no ponto 1 (dia 23) e no ponto 3 nos dias 23 e 24. Nesse período Florianópolis estava sob a atuação de uma pré-frontal (dia 23), que possibilitou o aumento da temperatura máxima e a posterior entrada de uma Frente Polar Atlântica, que atuou nos dias 24 e 25.

Nos dias 2, 3, 11 e 12, sob a atuação da Frente Polar Atlântica, notou-se a diminuição das diferenças térmicas entre os pontos, com a configuração de ilhas de frescor de até -2°C nos pontos mais ao Sul da cidade (pontos 1, 2, 3 e 4). Sob a atuação dos sistemas estáveis, com destaque para o período entre os dias 4 e 11, detectou-se a formação de ilhas de calor de até 3°C nos pontos urbanos 4 e 5. Nesse intervalo, no dia 8, sob atuação de uma instabilidade tropical, as áreas de agricultura urbana (pontos 1 e 2) apresentaram menor aquecimento que os pontos urbanos localizados ao Sul e na área central, em relação aos demais dias.

Nos dias 15, 16 e 17, instabilidades tropicais atuaram na região, resultantes da intensa circulação marítima associada à uma baixa pressão no litoral da região Sul. No dia 17, totalizou-se 116 mm de precipitação, provocando a diminuição das temperaturas máximas e das diferenças térmicas dos pontos em relação ao ponto 11, configurando

Entre os dias 4 e 7, sob atuação da massa Polar Tropicalizada e entre os dias 21 e 23, sob atuação da massa Tropical atlântica foram registrados os episódios da maior intensidade das ilhas de calor, sendo conferido também maior estabilidade para atmosfera.

Nesse período, os pontos urbanos, se mostraram mais aquecidos, com destaque para aqueles localizados na área central (6, 8) e para o ponto 7, na porção continental, com intensidade de até 3°. Essa constatação pode ser justificada pela densidade de materiais construtivos presentes nessas áreas, que apresentam maior capacidade de armazenar a energia irradiada e absorvida durante o dia e por consequência levam mais tempo para se resfriarem, contrapondo as áreas vegetadas, que apresentam temperaturas mais amenas (AMORIM, 2017).

Nesse sentido, cabe um destaque para o ponto urbano 7, localizado na porção continental de Florianópolis, que apresentou no período noturno as maiores intensidades para o horário, com mais de 4°C em relação ao ponto de referência. A área do batalhão da polícia militar onde o sensor foi instalado apresenta pequena presença de gramíneas e poucas edificações, o que contrasta com o uso e cobertura da terra no entorno. O bairro Monte Cristo, caracteriza-se pela predominância de residências de baixo padrão construtivo, alta impermeabilização da terra e pouca cobertura vegetal, o que possivelmente refletiu nos dados registrados.

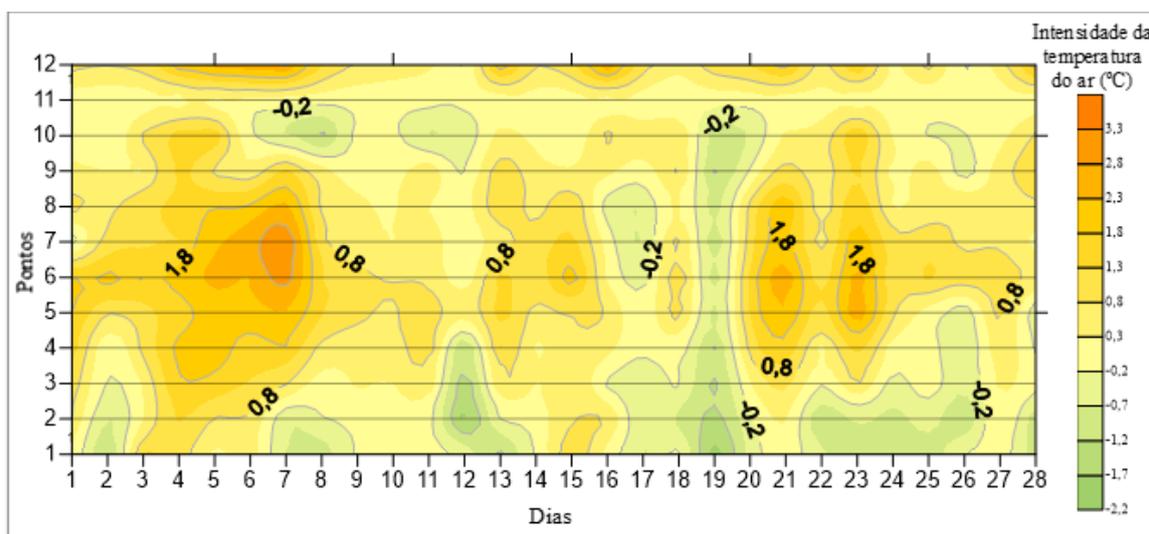


Figura 7 - Variação espaço-temporal das diferenças das temperaturas do ar em 12 pontos de Florianópolis – SC em relação ao ambiente não construído (Ponto 11), no mês de fevereiro de 2019, às 21 horas

Fonte: os autores.

À vista disso, as áreas com vegetação, aqui representadas pelas agriculturas urbana e periurbana desempenham importante papel nas cidades, podendo ser um mecanismo na atenuação dos efeitos das modificações da paisagem natural. Em Florianópolis, essas áreas apresentaram importantes resultados, com destaque para o período noturno, no qual registrou-se menores temperaturas do que as áreas construídas em muitos dos dias. Além disso, outro argumento que reforça a presença dessas áreas na cidade, relaciona-se à sua multifuncionalidade: dimensão econômica, social, cultural, que as diferenciam dos demais espaços verdes urbanos.

Considerações Finais

Ao compreender o clima urbano enquanto fato geográfico, entende-se as ilhas de calor urbanas, não apenas como resultado das dinâmicas naturais, mas como expressões das formas, estruturas e funções da cidade.

Em Florianópolis, por mais que a dinâmica natural tenha forte atuação, decorrente em grande parte de sua localização litorânea, foi possível observar diferentes respostas térmicas, associadas aos usos e ocupação da terra no entorno de cada ponto fixo, configurando ilhas de calor de diferentes magnitudes.

Os resultados obtidos revelaram a variação espaço-temporal da temperatura do ar nos diferentes pontos estudados. No período diurno, foram detectadas as maiores intensidades das temperaturas, com ilhas de calor de muito forte magnitude (acima de 6°) registradas em pontos no Sul da ilha (1, 2, 3 e 4) em comparação com o ponto de referência (11), como, por exemplo, nos dias 6, 22 e 23.

Durante a noite (21h), sob condições de estabilidade atmosférica, os pontos urbanos, com destaque para aqueles localizados em áreas mais densamente ocupadas (pontos 6, 7 e 8), como o centro da cidade, se apresentaram mais aquecidos em relação às áreas agrícolas urbanas (pontos 1, 2 e 10). Contudo, não foram detectadas ilhas de calor de forte magnitude (entre 4°C e 6°C) ou de muito forte magnitude (acima de 6°C), como previstos na literatura (FERNANDEZ GARCÍA, 1996). Às 21 horas, em muitos dias, constatou-se a formação de ilhas de frescor nas áreas de agricultura urbana e periurbana (pontos 1, 2 e 10), o que releva a importância da vegetação na redução das temperaturas na cidade.

Assim como nos resultados apresentados por Mendonça (2002) é possível afirmar que em Florianópolis não se observou a formação de apenas uma ilha de calor, que fosse contínua, mas a formação de ilhas de calor, relacionadas aos diferentes usos e cobertura da terra. A autora em seu trabalho procurou utilizar da nomenclatura “arquipélagos de calor”, para abarcar a diversidade presente na área, justificando esse emprego ao falar do adensamento das construções e do modelo de ocupação urbana, que em Florianópolis foi direcionada para as praias e periferias.

Em relação às áreas agrícolas urbanas, para além da contribuição deste trabalho, cabe reforçar a necessidade de realização de novos estudos que explorem e demonstrem as potencialidades dessas práticas para as cidades, reconhecendo-as enquanto componentes da paisagem urbana, e ainda que de forma marginal, atreladas às lógicas urbanas. Dado sua multifuncionalidade, novas abordagens, inclusive interdisciplinares devem considerar suas dimensões para além de espaços verdes, como por exemplo: a produção, distribuição, consumo de alimentos, cotidiano dos sujeitos, relações interpessoais, resíduos sólidos etc.

Portanto, ainda que este trabalho esteja pautado na questão ambiental, no clima urbano, particularmente nas ilhas de calor, não se deixa de reconhecer a importância de outras abordagens e a necessidade de aprofundamento no tema, de modo a considerar uma agenda que considere aspectos conjunturais, de diálogo entre os diferentes agentes sociais, com ênfase na escala local, de manifestação do fenômeno.

Referências

AMORIM, M.C.C.T. *O clima urbano de Presidente Prudente/SP*. 2000. 378p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciência Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

AMORIM, M.C. C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. *Mercator*, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 71 a 90, 2011.

AMORIM, M. C. C. T. *Teoria e Método para o Estudo das Ilhas de Calor em Cidades Tropicais de Pequeno e Médio Porte*. 2017. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2017.

COLTRI, P. P. *Influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo: Análise de séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto*. 2006. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

DEELSTRA, T.; GIRARDET, H. Urban agriculture and sustainable cities. In: BAKKER, N et al. (eds.) *Growing cities, growing food: urban agriculture on the policy agenda*. Feldafing: DSE, 2000. p. 43-65.

DE ZEEUW, H. et al. The role of urban agriculture in building resilient cities in developing countries. *The Journal of Agricultural Science*, v. 149, n. S1, p. 153, 2011.

DUBBELING, M. A agricultura urbana como estratégia de redução de riscos e desastres diante das mudanças climáticas. *Revista de AU*, n. 27, p. 2-12, 2014. https://ruaf.org/assets/2019/11/rau27_completo.pdf. Acesso em: 10 jan 2020.

DUBREUIL, V. et al. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. *Confins*, n. 37, 2018.

EPAGRI/CIRAM. *Notas meteorológicas: janeiro com calor extremo e temporais em SC*. Florianópolis, 2019. Disponível em: https://groups.google.com/a/epagri.sc.gov.br/forum/?utm_medium=email&utm_source=footer#!topic/notamet/419SEAzqMeQ. Acesso em: 20 mar. 2019.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. *Alimento para as cidades*. Roma: FAO, 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/012/ak824pt/ak824pt00.htm>. Acesso em: 10 dez. 2019.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F. *Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación*. Madrid: Editorial Síntesis, S.A., 1996, 285p.

FLORIANÓPOLIS (SC). Decreto Nº 17.688, DE 05 de junho de 2017. *Dispõe sobre a criação do programa municipal de agricultura urbana*. Leis Municipais. Florianópolis, SC, 2017. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/legislacaomunicipal/4571/leis-de-florianopolis>. Acesso em: 30 abr. 2019.

FLORIANÓPOLIS (SC). Lei nº 10.392, de 06 de junho de 2018. *Dispõe sobre a política municipal de agroecologia e produção orgânica de Florianópolis (PMAPO)*. Leis Municipais. Florianópolis, SC, 2017. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/legislacao-municipal/4571/leis-de-florianopolis>. Acesso em: 30 abr. 2019.

GARTLAND, I. *Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas*. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 256 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *População estimada*. 2019. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/florianopolis/panorama>. Acesso em: 10 maio 2020.

INMET - Instituto Nacional De Meteorologia. *Normais Climatológicas do Brasil, 1981-2010*, 2018, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: 10 out. 2019

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Relatório Brasileiro para o Habitat III*.

Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://habitat3.org/wpcontent/uploads/National-Report-LAC-Brazil-Portuguese.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2019

LOMBARDO, M. A. *Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo*. São Paulo: HUCITEC, 1985. 244p.

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. de T. *Agricultura urbana*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 23 p.

MENDONÇA, F. de A. *O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica para o estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR*. 1995. 381f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MENDONÇA, M. *A dinâmica têmporo-espacial do clima subtropical na região conurbada de Florianópolis/SC*. 2002. 343f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MONTEIRO, C. A. de F. Clima. In: IBGE. *Geografia do Brasil: Grande Região Sul*. Rio de Janeiro. 1968, Cap. III, p. 114-145.

MONTEIRO, C. A. de F. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. *Climatologia*, n. 1, p. 1-21, 1971.

MONTEIRO, C. A. de F. *Teoria e clima urbano*. 1976. Tese (Livre-docência) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

MONTEIRO, C. A. de F. Adentrar a cidade e tomar-lhe a temperatura. *GEOSUL*, Florianópolis, n. 9, p.61-79, 1990.

MOREIRA, C. Trajetórias contemporâneas da agricultura urbana. In: HISSA, C. E. V. *Saberes ambientais: desafios para o conhecimento disciplinar*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, p. 243-281, 2008.

MOUGEOT, L. J. A. *Agropolis: The Social, Political and Environmental Dimensions of Urban Agriculture*. Ottawa: IDRC, 2005, 286 p.

OKE, T. R. *Boundary Layer Climates*. London: Methuem & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978. 372p.

SANTANDREU, A.; MERZTHAL, G. Agricultura Urbana e sua Integração em Programas e Políticas Públicas: A Experiência do Brasil. In: MDS. (Org.). *FOME ZERO: Uma História Brasileira*. 1ed. MDS: MDS, 2010, v. 3, p. 157-167.