

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**JORDAN ANDREAS GONÇALVES**

**Mapeamento das unidades mesoclimáticas em Taboão da Serra – SP**

**Mapping of climatic units in Taboão da Serra – SP**

**São Paulo**

**2020**

JORDAN ANDREAS GONÇALVES

**Mapeamento das unidades mesoclimáticas em Taboão da Serra – SP**

Trabalho de Graduação Individual (TGI) apresentado  
ao Departamento de Geografia da Faculdade de  
Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da  
Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos  
para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Área de Concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Emerson Galvani

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação na Publicação Serviço de Biblioteca e Documentação Faculdade de Filosofia,  
Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

Gonçalves, Jordan Andreas

Mapeamento das unidades mesoclimáticas em Taboão da Serra - SP /

Jordan Andreas Gonçalves; orientador Emerson Galvani. - São Paulo, 2020.

58 f.

TGI (Trabalho de Graduação Individual) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Física.

1. Atributos Climáticos. 2. Uso do solo. 3. Urbanização. 4. Taboão da Serra. I. Galvani, Emerson, orient. II. Mapeamento das unidades mesoclimáticas em Taboão da Serra - SP.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha falecida mãe, que, certamente, estaria muito feliz em ver seu filho obtendo o título de bacharel nesta universidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus familiares mais próximos, pai, madrasta, avó e irmão que sempre me apoiaram e ofereceram suporte em todos os anos da graduação.

Aos amigos e colegas que fiz durante a faculdade, em especial a Flávia Trindade, Rafael Yukiti, Leonardo Xavier, e Samaerika Santos, que estiveram ao meu lado durante esses anos, seja em aulas, trabalhos de campo, ou momentos de descontração. E a Ana Lúcia Gama, que me presenteou com diversos momentos para conversas e cafés.

Aos amigos e colegas que fiz no Cursinho da Poli USP, que também sempre me ofereceram apoio nos momentos mais delicados desses anos e de produção deste trabalho, em especial ao Paulo Scheluchuak e a Vitória Couto. Além da própria instituição citada, que me ofereceu a oportunidade de lecionar entre 2016 e 2019, atuação que desejo seguir após a faculdade.

Aos professores e professoras que tive o prazer de conviver, e de ser aluno, durante este período na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, especialmente ao Emerson Galvani, meu orientador.

A todos vocês envio sinceros agradecimentos.

## EPÍGRAFE

Enquanto a terra não for livre eu também não sou.

(COZZA, Fabiana, 2019)

## RESUMO

GONÇALVES, Jordan Andreas. **Mapeamento das unidades mesoclimáticas em Taboão da Serra - SP.** 2020. 58 f. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Este trabalho propôs o mapeamento das diferentes unidades mesoclimáticas urbanas, e não urbanas, do município de Taboão da Serra, localizado na Grande São Paulo, fazendo divisa com a capital. Para a execução foi elaborada a análise das relações entre atributos e elementos climáticos, e o desenvolvimento e ocupação da área de estudo, como realizado por Tarifa e Azevedo (2001) para a metrópole paulistana. A pesquisa foi sustentada pelos produtos cartográficos elaborados através de softwares de Geoprocessamento, essenciais no dimensionamento das características físicas de cada unidade. Foram apontadas três unidades mesoclimáticas caracteristicamente antrópicas: central – dividida entre o núcleo e extensão, periferia, além da unidade natural (não urbana), assim como no trabalho usado na metodologia. Dessa forma, comprovou-se como os diferentes aspectos em relação ao uso do solo, cobertura vegetal e desenvolvimento local – elementos atrelados à localização do município de Taboão da Serra – impactam diretamente na distribuição da temperatura e do conforto térmico na área de estudo.

Palavras-chave: Atributos climáticos. Uso do solo. Unidades Mesoclimáticas Urbanas. Urbanização.

## ABSTRACT

GONÇALVES, Jordan Andreas. **Mapping of mesoclimatic units in Taboão da Serra - SP.** 2020. 58 f. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

This work proposes the mapping of different urban and non-urban mesoclimatic units in the Taboão da Serra city, located in Greater São Paulo, making divisions with capital. For an execution, an analysis of the relations between resources and climatic elements was elaborated, and the development and occupation of the study area, as carried out by Tarifa and Azevedo (2001) for a São Paulo metropolis. A research was supported by cartographic products elaborated by means of Geoprocessing software, essential without dimensioning the characteristics of each unit. Three anthropic characteristic mesoclimatic units were identified: central - divided between the nucleus and the extension, periphery, in addition to the natural (non-urban) unit, as well as the work used in the methodology. Thus, proven as the different aspects in relation to soil use, vegetation cover and local development - elements linked to the location of Taboão da Serra city - direct impact on temperature distribution and thermal comfort in the study area.

Keywords: Climatic Attributes. Use of the space. Urban Mesoclimate Units. Urbanization.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Figura 1  | Representação das escalas climáticas e da atmosfera urbana                    | 17 |
| Figura 2  | Sistema de classificação da paisagem através de zonas climáticas locais (LCZ) | 18 |
| Figura 3  | Mapa de localização da área de estudo   | 22 |
| Figura 4  | Crescimento demográfico de Taboão da Serra                                    | 23 |
| Figura 5  | Mapa de uso do solo na área de estudo   | 25 |
| Figura 6  | Mapa hipsométrico do Estado de São Paulo e da área de estudo                  | 27 |
| Figura 7  | Climograma da área de estudo  | 28 |
| Figura 8  | Vista panorâmica do centro de Taboão da Serra na década de 1950               | 32 |
| Figura 9  | Centro de Taboão da Serra atualmente  | 32 |
| Figura 10 | Mapa da vista aérea da área de estudo   | 33 |
| Figura 11 | Mapa de temperatura superficial – Período frio e quente                       | 36 |
| Figura 12 | Alagamento em trecho da Rod. Régis Bittencourt                                | 39 |
| Figura 13 | Mapa de cobertura vegetal e declividade da área de estudo                     | 40 |
| Figura 14 | Mapa de cobertura vegetal nos aglomerados subnormais                          | 43 |
| Figura 15 | Mapa de temperatura superficial (aglomerados) – Período quente                | 44 |
| Figura 16 | Mapa de temperatura superficial (aglomerados) – Período frio                  | 45 |
| Figura 17 | Margem direita da Régis Bittencourt e os enclaves florestados                 | 46 |
| Figura 18 | Mapa de temperatura superficial (Áreas Verdes) – Período quente               | 47 |
| Figura 19 | Mapa de temperatura superficial (Áreas Verdes) – Período frio                 | 48 |
| Figura 20 | Mapa da distribuição da pluviosidade para SP                                  | 51 |
| Figura 21 | Mapa das Unidades Mesoclimáticas Urbanas da área de estudo                    | 52 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|          |   |
|----------|---|
| ALESP    | Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo       |
| CETESB   | Companhia Ambiental do Estado de São Paulo          |
| DENATRAN | Departamento Nacional de Trânsito                   |
| EMPLASA  | Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A. |
| IAF      | Índice de Área Foliar                               |
| INPE     | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais           |
| IBGE     | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística     |
| MDE      | Modelo Digital de Elevação                          |
| NDVI     | Índice de Vegetação Normalizada                     |
| QGIS     | Quantum Gis   |
| RMSP     | Região Metropolitana de São Paulo                   |
| SMA      | Secretaria do Meio Ambiente                         |
| SRTM     | <i>Shuttle Radar Topography Mission</i>             |
| UCL      | <i>Urban Canopy Layer</i>                           |
| UMU      | Unidade Mesoclimática Urbana                        |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                    | <b>12</b> |
| <b>2 OBJETIVO</b>                                      |           |
| 2.1 OBJETIVO GERAL                                     | 15        |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS                              | 15        |
| <b>3 JUSTIFICATIVA</b>                                 | <b>15</b> |
| <b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b>                           | <b>16</b> |
| <b>5 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS</b>                     | <b>19</b> |
| <b>6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b>              |           |
| 6.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO     | 22        |
| 6.2 CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA ÁREA ESTUDO       | 26        |
| 6.3 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ÁREA ESTUDO            | 28        |
| 6.4 OCUPAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO                         | 31        |
| <b>7 RESULTADOS</b>                                    |           |
| 7.1 UNIDADES MESOCLIMÁTICAS NO CONTEXTO DA ÁREA ESTUDO | 34        |
| 7.2 UNIDADE MESOCLIMÁTICA URBANA CENTRAL               | 37        |
| 7.2.1 NÚCLEO DA UNIDADE MESOCLIMÁTICA URBANA CENTRAL   | 37        |
| 7.2.2 EXTENSÃO DA UNIDADE MESOCLIMÁTICA URBANA CENTRAL | 41        |
| 7.3 UNIDADE MESOCLIMÁTICA URBANA DA PERIFERIA          | 42        |
| 7.4 UNIDADE MESOCLIMÁTICA NATURAL                      | 46        |
| <b>8 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>                      | <b>49</b> |
| <b>9 CONCLUSÃO</b>                                     | <b>53</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                                     |           |

## 1 INTRODUÇÃO

A Ilha de Calor Urbano é definida como a “diferença de temperatura entre a área central da cidade e o ambiente rural ou zonas periféricas com baixa densidade de construções” (AMORIM *et al*, 2009, p. 2). A diferenciação de temperatura decorre do processo de urbanização, responsável pela alteração da paisagem natural e criação da paisagem urbana, sendo “considerada em termos de espaço físico construído, altera significativamente o clima urbano, considerando-se o aumento das superfícies de absorção térmica, impermeabilização dos solos, alterações na cobertura vegetal, concentração de edifícios que interferem nos efeitos dos ventos, contaminação da atmosfera através da emanação dos gases” (LOMBARDO, 1985, p. 77). A Ilha de Calor Urbano, evento reconhecido há mais de um século, é o mais claro e o mais bem documentado exemplo de mudança climática provocado pela ação antrópica (OKE, 1987). Os primeiros estudos realizados sobre a problemática foram feitos em cidades europeias como Londres, Paris e Viena durante o século XIX (GARTLAND, 2010).

Outro aspecto importante para o entendimento das Ilhas de Calor Urbano, expresso por Gartland (2010), compreende os materiais utilizados nas construções das edificações das áreas urbanas, que são impermeáveis e estanques, ou seja, que não permitem a entrada de água, diminuindo o nível de umidade no ambiente e não dissipando o calor, além disso, os materiais componentes das estruturas urbanas são, geralmente, escuros, absorvendo e armazenando mais energia solar. Segundo a autora, a diferença de temperatura entre um material de superfície escura e seca e outro de superfície com vegetação e solo úmido pode chegar a 70°C durante o dia<sup>1</sup>. A demasiada elevação dos índices deste elemento climático pode provocar um desconforto térmico, além de agravar as condições de saúde da população, como problemas respiratórios, devido ao aumento da concentração de gases e partículas poluentes. Ademais, a confecção da paisagem urbana, associada à impermeabilização do solo e a consequente retirada da cobertura vegetal, pode potencializar os efeitos de eventos pluviométricos, resultando em inundações e perda de vidas humanas (TARIFA e AZEVEDO, 2001).

Dessa forma, somado estes fatores, temos a diferença de temperatura do ar atmosférico de acordo com os diferentes tipos de uso e ocupação do solo, sendo mais elevada nas áreas urbanizadas e levando à formação das Ilhas de Calor Urbano (AMORIM,

---

<sup>1</sup> Diferença de temperatura extremamente elevada levando em consideração a escala utilizada no texto, no caso graus Celsius (°C).

2009). A diferença de temperatura corrobora também à “elaboração” do clima urbano, sistema que abrange o clima de um espaço terrestre e sua urbanização (MONTEIRO, 1976).

A urbanização acelerada do país favoreceu à criação e o crescimento de áreas urbanas sem planejamento. Segundo o IBGE, entre os anos de 1940 e 1970, a população urbana brasileira passou de 31,24% para 55,92%, impulsionado pelo processo de industrialização. O Censo 2010 atestou que 84,36% da população brasileira reside em cidades. O crescimento populacional e espacial urbano gerou uma série de impactos ambientais e sociais.

Diversos estudos têm como objeto as grandes cidades brasileiras, sobretudo o município de São Paulo. Lombardo (1985) realizou o primeiro trabalho de avaliação das Ilhas de Calor Urbano na metrópole paulistana através da medição dos elementos climáticos, temperatura e umidade relativa do ar, em 45 pontos diferentes da cidade. Auxiliada por um conjunto de imagens termais com cálculo da temperatura da superfície de grandeza de 1 km x 1 km. Barros e Lombardo (2016) realizaram outro estudo sobre a capital do Estado, utilizando imagens do mapeador térmico do *Landsat 5* e variáveis como o IAF e a temperatura superficial. Tarifa e Azevedo (2001) regionalizaram a Capital do Estado em diferentes Unidades Mesoclimáticas Urbanas, analisando, a partir do desenvolvimento urbano, como os controles, e/ou fatores, climáticos, influenciam nos diferentes atributos, e/ou elementos, climáticos.

Outros trabalhos analisaram propostas de intervenção ao fenômeno das Ilhas de Calor Urbano. Catuzzo (2013) estuda o impacto dos telhados verdes no centro de São Paulo, superfície que apresenta albedo diferente das superfícies urbanas convencionais, sendo assim, tendo maior índice de refletância dos raios solares, ou seja, menor absorção da radiação e, consequentemente, da temperatura do ar. O albedo consiste na capacidade que cada superfície possui de refletir radiação solar, cujos valores variam com as características de cada superfície (OKE, 1987). Além, outras pesquisas têm reforçado a importância dos parques urbanos para o microclima local no intuito de promover maior conforto térmico aos habitantes da cidade, como o trabalho feito por Dobbert, Prata-Shimomura, Zanlorenzi e Franco (2017) que tiveram o Parque Trianon – SP como área de estudo, localizado na Avenida Paulista, área caracterizada enquanto cânion urbano da capital do Estado (NASCIMENTO *et al*, 2015).

Amorim, Sant’Anna Neto e Dubreil (2009) estudaram o desenvolvimento das Ilhas de Calor Urbano nas cidades de Presidente Prudente – SP e Rennes – FRA, ambas

consideradas de porte médio, segundo a classificação do IBGE. A verificação do fenômeno se deu a partir da coleta de dados em pontos fixos e móveis e dados térmicos do satélite *Landsat MT* para determinação da mudança do uso do solo nas áreas de estudo.

Seguindo a lógica proposta por Tarifa e Azevedo (2001), e utilizando metodologias das elaborações citadas acima, este trabalho pretende apontar o desenvolvimento das Unidades Mesoclimáticas Urbanas no município de Taboão da Serra, localizado na RMSP, fazendo divisa com a cidade de São Paulo. Segundo o Portal do IBGE Cidades (2019), a cidade tem população estimada em pouco menos 290 mil habitantes. A área de estudo conta com intensa modificação espacial devido a ação antrópica, e escassez de áreas verdes dentro dos seus limites, o que favorece ao aumento da temperatura superficial e do ar. Ademais, conta com reduzidos planos de ação municipal para conter a problemática do clima urbano, ou que visem a apropriação dos habitantes em relação às áreas preservadas, sem que ocorra a devastação destes lugares, como o grupo de trabalho realizado por Lima, Gonzatto e Boucinhas (2007) comprova em um dos bairros da própria área de estudo.

## 2 OBJETIVO

### 2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como finalidade geral analisar as diferentes unidades mesoclimáticas presentes em Taboão da Serra, tendo como base as interações entre controles e atributos climáticos.

### 2.2 Objetivos Específicos

Este trabalho tem como finalidades específicas: o levantamento e produção cartográfica pertinente à sua realização; e a caracterização do desenvolvimento urbano da área de estudo.

## 3 JUSTIFICATIVA

O processo de urbanização das grandes metrópoles nacionais esteve acompanhado de grande modificação da paisagem natural. Construção de prédios e edifícios, impermeabilização de solo para a construção de vias automotivas, e canalização de rios e córregos, somados à redução das áreas de várzea e desmatamento de mata ciliar. Ações responsáveis pela alteração das condições mesoclimáticas, tanto nas capitais, como nos municípios ao redor das mesmas, impactados por alterações similares.

Os danos causados pelas modificações mesoclimáticas são relevantes. Desmatamento e a queda da qualidade ambiental nas cidades são reflexos dessas mudanças, além disso, envolvem questões de saúde da população, uma vez que as alterações mesoclimáticas podem levar à formação de ilhas de calor, e que possibilitam a concentração dos poluentes atmosféricos nestas áreas com temperaturas mais elevadas (AMORIM, *et al*, 2009).

A forma proposta de elaboração do mapa das unidades mesoclimáticas possibilita a compreensão das interações atmosféricas existentes no sítio urbano, sem haver a necessidade da medição e coleta de dados dos elementos do clima, tal como temperatura do ar e umidade, minimizando custos para a realização do mesmo. Além disso, o conhecimento das delimitações propostas por parte das autoridades públicas, e até entidades privadas, permite o melhor planejamento, e desenvolvimento, das áreas estudadas, afim de remediar os impactos mesoclimáticos destes locais.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo acerca das ilhas de calor, e das unidades mesoclimáticas urbanas, tem se apoiado em duas linhas metodológicas principais, a mensuração da temperatura do ar através de pontos fixos e/ou por meio de transectos móveis, além da medição da temperatura superficial a partir de imagens de satélite. Amorim (2010) e Vidal (2016) utilizaram a primeira forma para mensuração das Ilhas de Calor Urbano em cidades do interior paulista, tendo em comum, unicamente, o município de Presidente Prudente. Numa abordagem semelhante à proposta neste trabalho, mas ainda assim, a partir da coleta dos dados relativos aos elementos climáticos, Gobo, Bibiano e Galvani (2019) caracterizaram as diferentes zonas climáticas urbanas do município de Espírito Santo do Pinhal – SP. Exemplos do segundo caso são os trabalhos produzidos por Barros e Lombardo (2016) e Amorim (2009). No caso da referência crucial deste trabalho, Tarifa e Azevedo (2001) houve tanto a demonstração dos valores dos atributos climáticos (pluviosidade, temperatura e pressão atmosférica), associada à descrição do desenvolvimento urbano da cidade de São Paulo. Como colocado, o clima urbano é expressado pelas:

“(...) relações entre os controles climáticos urbanos (uso do solo, fluxo de veículos, densidade populacional, densidade das edificações, áreas verdes, represas, parques, e emissão de poluentes) e os atributos (temperatura da superfície, do ar, umidade, insolação, radiação solar, qualidade do ar, pluviosidade, ventilação). Portanto, existe uma série de níveis e dimensões dessas unidades hierarquizadas numa “rede” de relações que se definem no espaço (comprimento, altura, largura) e no tempo (sazonal, mensal, diário, horário).” (2001, p. 48).

Além da captação dos dados de elementos climáticos, o avanço das geotecnologias também tem prestado importante suporte ao desenvolvimento de trabalhos sobre o clima urbano. Os produtos obtidos através de técnicas de sensoriamento remoto auxiliam na análise do desenvolvimento das cidades, ademais, a sua aquisição é facilitada devido ao baixo custo. Embora, certos “obstáculos” naturais possam dificultar a análise das imagens de satélite, como por exemplo a cobertura de nuvens (PORANGABA *et al*, 2017). De acordo com Dorigon:

Uma das principais aplicações do sensoriamento remoto no estudo de climas urbanos consiste em examinar relações entre a estrutura espacial dos padrões térmicos urbanos e as características da superfície urbana, além de permitir um maior grau de detalhamento e uma visão espacial das temperaturas da superfície de uma determinada região com o seu entorno (2017, p. 1778).

As imagens geradas através de satélites, ou captadas por sensores instalados em aviões, registram a energia dos objetos que compõem a superfície terrestre, uma vez que todos os materiais, “com temperatura acima do zero absoluto transmitem energia eletromagnética” (PORANGABA *et al*, 2017, p. 234). Posteriormente, as imagens tratadas podem revelar a real condição dos objetos, por exemplo, apontando sua temperatura, possibilitando a mensuração da UCL, e revelando as Unidades Mesoclimáticas Urbanas. A temperatura superficial está

diretamente relacionada com o albedo dos materiais componentes da superfície, com o uso do solo, e as modificações antrópicas nas cidades, assim como apontado abaixo na figura 1.

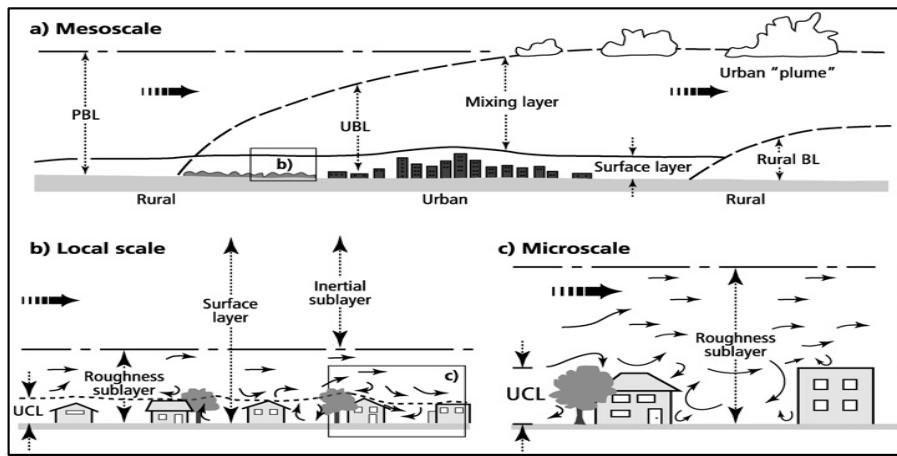


Figura 1 - Representação das Escalas Climáticas e da atmosfera urbana. Camada do Dossel Urbano (UCL) Camada Limite do Dossel Urbano (UBL); Camada Limite Rural (RBL). Fonte: Oke (2004).

Dessa forma, a partir das imagens de satélite e outros produtos cartográficos realizados, somada à abordagem feita por Tarifa e Azevedo (2001), ou seja, na forma como os fatores, presentes na paisagem urbana, influenciam na distribuição dos elementos climáticos, este trabalho propõe a espacializar as diferentes Unidades Mesoclimáticas Urbanas presentes na área de estudo, além da classificação a partir do trabalho elaborado por Oke e Stewart (2012), representando pela figura 2. Dessa forma, foram produzidos mapas contendo informações a respeito dos fatores e controles climáticos do município de Taboão da Serra, por exemplo, declividade, hipsometria, uso e ocupação do solo, temperatura superficial e outros, além da caracterização do desenvolvimento urbano local, como a evolução demográfica.

A necessidade dos estudos relacionados ao desenvolvimento do clima urbano, e seus impactos, tem se mostrado cada vez mais relevante. Como citado anteriormente, o processo de urbanização acelerado do Brasil foi responsável pela geração de paisagens urbanas que impactaram, e impactam ainda, os aspectos naturais como solo e vegetação. Segundo o Censo de 2010 (IBGE) 84,4% da população brasileira reside em áreas urbanas, seja de grande, médio ou pequeno porte. Esse contingente populacional engloba mais de 150 milhões de pessoas, todas expostas aos riscos e desconfortos causados pelo clima urbano.

A elevação da temperatura do ar nestes ambientes ocasiona problemas de diversas ordens. Na mesoclimática, o aumento de temperatura possibilita a concentração de poluentes nas regiões mais quentes, uma vez que estas áreas tornam-se baixas pressões atmosféricas. Caso haja alguma fonte emissora de poluição, os poluentes serão levados às zonas mais quentes, encarecendo a saúde da população que estará em contato com o ar poluído (AMORIM, 2010).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2009), 50% das doenças respiratórias crônicas e 60% das doenças respiratórias agudas estão associadas à exposição a poluentes atmosféricos.

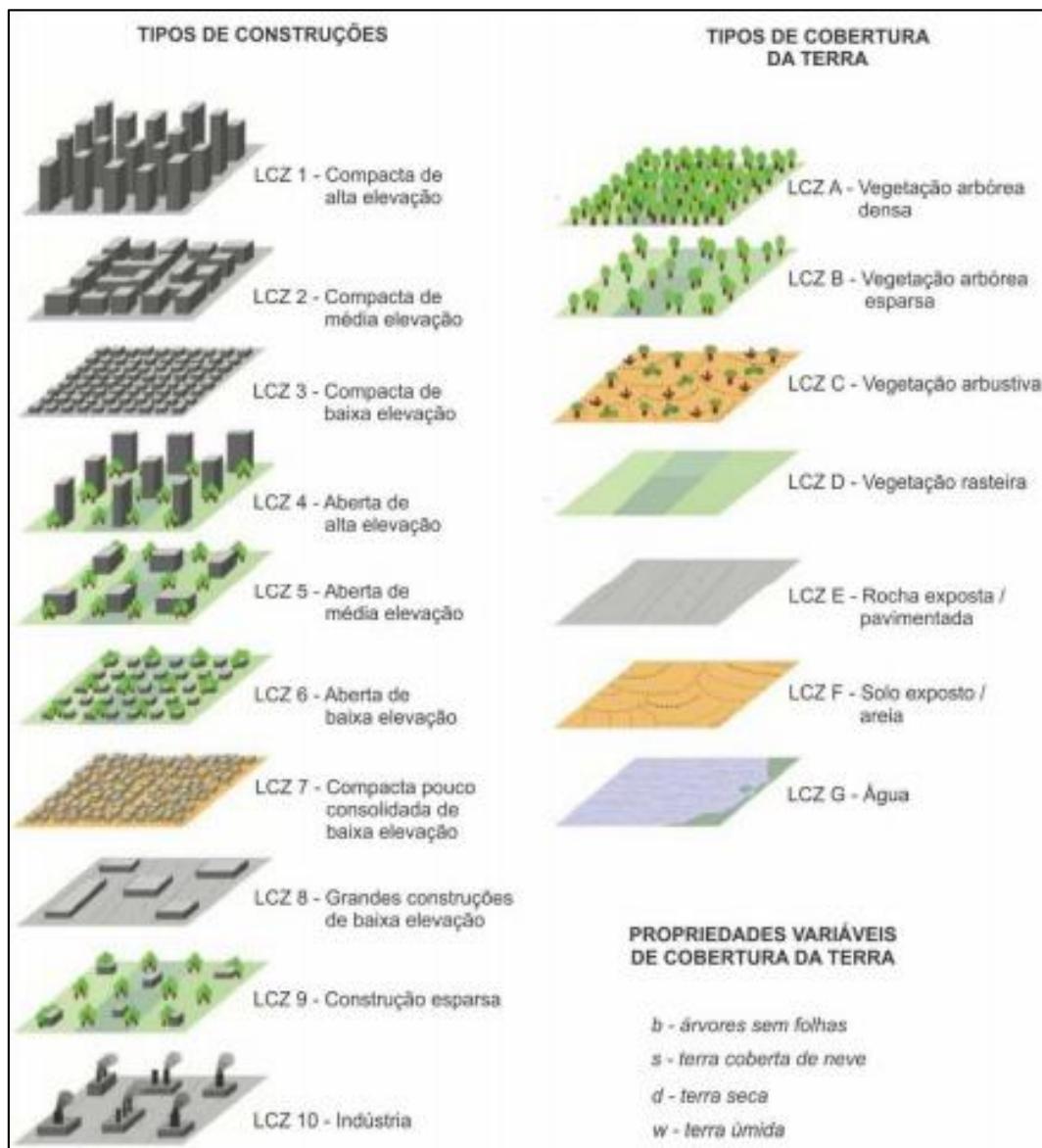


Figura 2 - Sistema de classificação da paisagem através de zonas climáticas locais (LCZ).

Fonte: Cardoso e Amorim (2017).

## 5 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS

No que tange a produção cartográfica, o desenvolvimento deste trabalho esteve pautado na utilização de materiais e arquivos possíveis de serem trabalhados em *softwares* de geoprocessamento, neste caso, o QGis versão 2.18 *Las Palmas*. Sendo assim, foram utilizados materiais e arquivos como: Ortofotos (Emplasa), *Shapefiles* (IBGE), SRTM (Embrapa e SMA-SP) e imagens de satélite *Landsat 8* do serviço geológico dos Estados Unidos, para a produção dos mapas de uso solo, localização, hipsometria e temperatura superficial da área de estudo; além, foram utilizados mapas para embasamento e suporte tanto do texto como para a confecção de outros mapas, como na utilização do mapa de uso do solo elaborado pela Emplasa (2006), atualizado através das ortofotos produzidas pela mesma em 2010/2011, e por polígonos produzidos no Google Earth, ademais, o mapa de zoneamento municipal presente no Plano Diretor (2006) foi essencial para compreender o uso do solo urbano, e o próprio documento foi importante para se ter noção do gabarito de altura das edificações, assim como a taxa de permeabilidade mínima, dados relevantes para a mensuração do balanço de energia local.

Agora, em relação ao suporte bibliográfico, este trabalho contou, sobretudo com autores como Tarifa e Azevedo (2001) para obtenção de um referencial de desenvolvimento tanto da paisagem como do clima urbano, assim como os textos de Amorim foram importantes para compreender as dinâmicas entre elementos e fatores climáticos nas cidades. Ressalva ao trabalho desenvolvido por Ferreira, Assis e Katschner (2017) que elucidou os passos necessários para a confecção de certos mapas, como o de declividade e cobertura vegetal.

Contém neste trabalho doze produtos cartográficos, todos elaborados através do *software* de geoprocessamento QGis versão 2.18 *Las Palmas*. Para o mapa de localização da área de estudo, foram utilizados *shapefiles* do IBGE (2015), de limites municipais, e também imagem raster para ilustração do Oceano Atlântico.

Para o mapa de uso e ocupação do solo da área de estudo, foram utilizados os mesmos *shapefiles* do IBGE (2015), desta vez, o arquivo referente ao município de Taboão da Serra foi adaptado, a partir de edição simples, para que cada polígono representasse um determinado uso. Além disso, neste produto foi utilizado o mapa de uso do solo para o município elaborado pela Emplasa (2006), este foi georreferenciado no intuito de se manter os limites dos usos que não passaram por alterações. Para a atualização dos usos foram utilizados o arquivo raster contendo as ortofotos da Emplasa (2010/2011) para o Estado de São Paulo, e polígonos elaborados no Google Earth, e também, o arquivo *shapefile* indicando os aglomerados subnormais da área de estudo, segundo o Censo (IBGE, 2010) e obtidos no portal da instituição.

Para o mapa hipsométrico do Estado de São Paulo e da área de estudo, foram utilizados os shapefiles do IBGE (2015) de limites estaduais e municipais, além do mesmo formato de arquivo para a hidrografia local. Para a representação da hipsometria, tanto do Estado quanto da área de estudo, foi utilizado MDE obtido no portal da SMA-SP, lido pela ferramenta de análise do *software*, e posteriormente recortado para o município de Taboão da Serra, passando pela mesma análise. Os valores de altitude foram reclassificados através da ferramenta *r.reclass* para o recorte proposto no trabalho.

Para o mapa da vista aérea da área de estudo, foram utilizados dois arquivos, os *shapefiles* do IBGE (2015) para ilustração da RMSP e do município de Taboão da Serra, e o arquivo raster contendo as ortofotos da Emplasa (2010/2011) para o Estado de São Paulo.

Para o mapa de temperatura superficial da área de estudo, foram usados os arquivos shapefiles do IBGE (2015) para o município de Taboão da Serra, e do DNIT (s/d) para a via macrometropolitana, representando a Rodovia Régis Bittencourt (BR-116), além de imagens de satélite registradas pelo *Landsat 8* e obtidas através do USGS para os dias 30 de junho e 07 de dezembro de 2019. Para a ilustração da temperatura superficial foi utilizada a calculadora raster, aplicação do QGis, com a banda 10 – Infravermelho Termal/TIRS 1 (10.6 - 11.19  $\mu\text{m}$ ) 100 m – ajustada e disponibilizada com pixel de 30 metros (COELHO e CORREA, 2013), sendo envolvida na seguinte operação para obtenção da temperatura em  $^{\circ}\text{C}$ , e com os valores, posteriormente, sendo reclassificados com a ferramenta *r.reclass*:

$$\text{TC} = (1321,08 / \text{Ln}(774,89 / (0,0003420 \text{ "banda10.tif"} + 0,10000) + 1)) - 273,15$$

onde:

TC: Temperatura em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) referente à superfície da área de estudo

Ln: Logaritmo Neperiano

Para o mapa de ausência e presença de cobertura vegetal e declividade da área de estudo, foram dois métodos. O primeiro, para a formulação do NDVI do município de Taboão da Serra, foi utilizado imagens de satélite do *Landsat 8* para o dia 07 de dezembro de 2019, obtidas através do USGS. As bandas 4 e 5, vermelho (RED) e infravermelho próximo (NIR) respectivamente, foram envolvidas na operação abaixo na calculadora raster:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

Para o mapa representando a declividade local, foi utilizada a ferramenta *r.reclass.slope* gerando os valores do seguinte atributo, pautado pela classificação da Embrapa (1979):

| <b>Declividade</b> | <b>Discriminação</b>                        |
|--------------------|---|
| 0 – 3              | Relevo plano                                |
| 3 – 8              | Relevo suavemente ondulado                  |
| 8 – 20             | Relevo ondulado                             |
| 20 – 45            | Relevo fortemente ondulado                  |
| 45 – 75            | Relevo montanhoso                           |
| > 75               | Relevo fortemente montanhoso (ou escarpado) |

Quadro 1 - Classificação de Declividade proposta pela Embrapa (1979).

Para o mapa da ilustração da ausência e presença da cobertura vegetal nos aglomerados subnormais foi o utilizado o mesmo princípio do primeiro produto do mapa anterior, desta vez com os aglomerados subnormais propostos pelo IBGE (2010), e áreas de favela obtidos no mapa de uso do solo da Emplasa (2006), mesclados e sem preenchimento, para visualização da cobertura vegetal nestas áreas.

Para os mapas de temperatura superficial nos aglomerados subnormais foram utilizadas as imagens de satélite registradas pelo *Landsat 8* para os dias 07 de dezembro e 30 de junho de 2019, respectivamente, com a banda 10 sendo submetida à operação proposta por Coelho e Correa (2013). Além disso, foram utilizados os polígonos dos aglomerados subnormais (IBGE, 2010) mesclados com as áreas de favelas (EMPLASA, 2006).

Para os mapas de temperatura superficial da unidade climática natural foi utilizado o princípio anterior. As mesmas imagens de satélite do *Landsat 8*, submetidas à operação proposta por Coelho e Correa (2013). Desta vez, os polígonos em destaque competem às áreas tidas como verdes, matas, chácaras, capoeiras e campos, sem preenchimento para visualização dos valores de temperatura superficial.

Para o mapa das unidades mesoclimáticas urbanas da área de estudo foi utilizado o shapefile do IBGE (2015) modificado a partir das características específicas de cada seguimento.

## 6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 6.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo

Localizado na Grande São Paulo, Taboão da Serra faz divisa com outros quatro municípios: ao norte, leste e sul com a Capital, ao sul e oeste com Embu das Artes, e também no setor noroeste com Cotia e Osasco. Pertence à região sudoeste da RMSP. A figura 3 ilustra a localização da área de estudo.

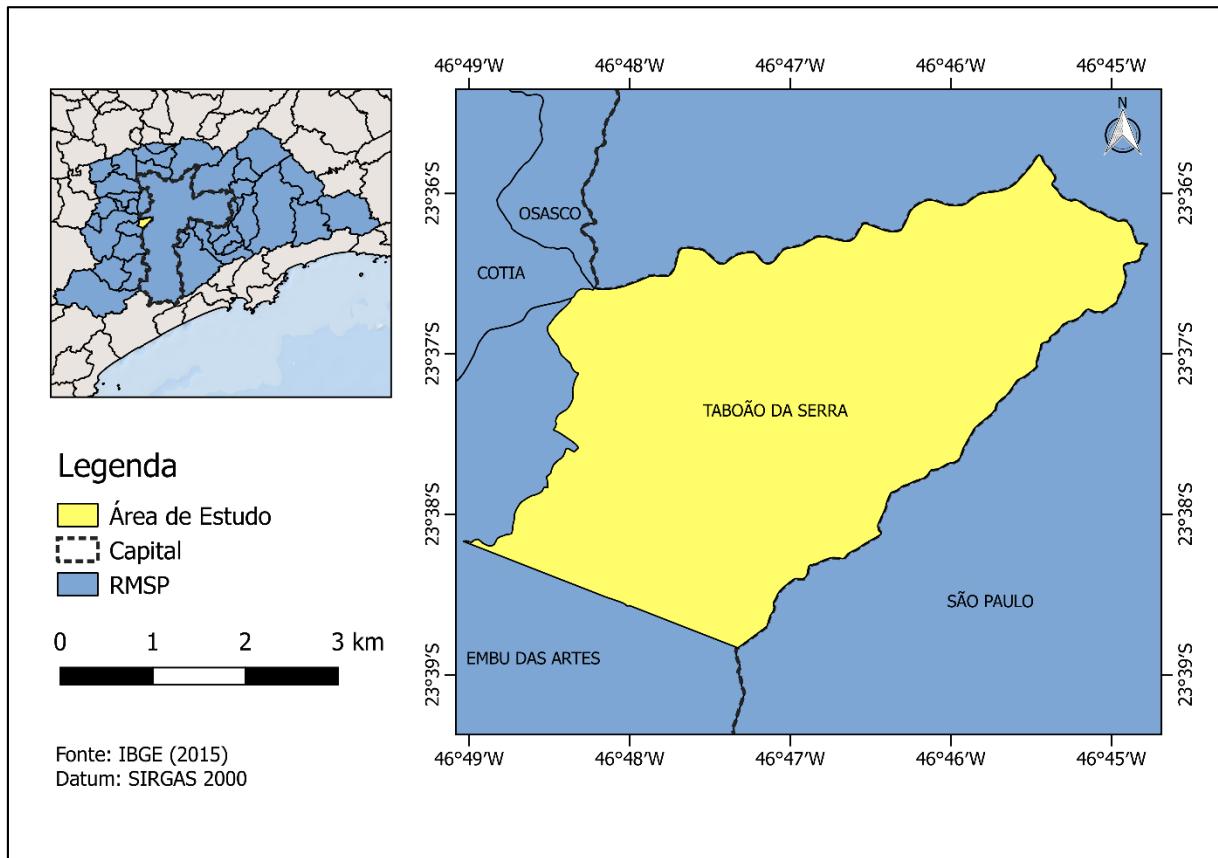


Figura 3 - Localização da Área de Estudo. Confecção a partir de arquivos shapefiles do IBGE.

Organização: Jordan Andreas Gonçalves (2020).

O município de Taboão da Serra passou por um crescimento demográfico acelerado, impulsionado pela atividade industrial e comercial. Em 1960 o município contabilizava cerca de sete mil habitantes. Em 1970 a população cresceu para quarenta mil habitantes, aproximadamente. No Censo do IBGE de 2010, a população de Taboão da Serra ultrapassou os duzentos mil habitantes. A evolução demográfica do município confirma a previsão feita por Santos (2013), que coloca a importância do crescimento demográfico das cidades médias no crescimento geral da população urbana. A figura 4 ilustra o crescimento demográfico local – o dado de 2019 representa uma estimativa realizada pelo IBGE.

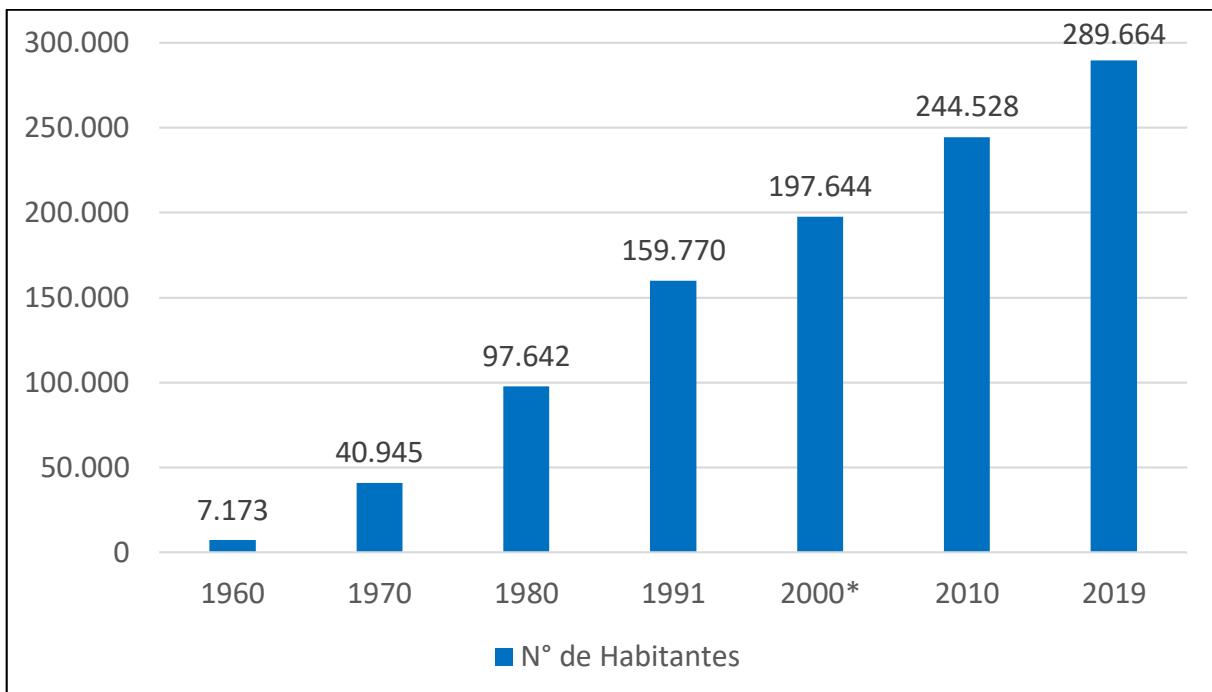


Figura 4 - Crescimento Demográfico do Município de Taboão da Serra. Confecção a partir dos dados dos Censos do IBGE e do Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (\*). Organização: Jordan Gonçalves (2020).

Atualmente, a totalidade da população taboanense é caracterizada enquanto urbana, fazendo com que o uso do solo esteja voltado à construção de moradias – de alto, médio e baixo padrão, áreas de comércio e serviços, e plantas industriais, além da malha rodoviária responsável por fazer a conexão com os demais municípios da RMSP e a metrópole paulistana. Dessa forma, verifica-se na área de estudo uma voraz alteração do espaço natural pela ação do homem além de ocupação das áreas de encosta.

No que tange os deslocamentos realizados pela população local destaca-se o movimento pendular, sendo que 77.643 munícipes realizam suas atividades fora de Taboão da Serra, representando 32% da população local, aproximadamente. Desse total, 61.814 realizam suas atividades laborais, e outros 16.459 estudam fora do município (IBGE, 2010). Além disso, somando automóveis, ônibus e motocicletas, a frota de Taboão da Serra corresponde a 96.898 veículos (DENATRAN, 2014). A principal via de acesso à capital paulista do município taboanense é a Rodovia Régis Bittencourt, que conecta-se às Avenidas Francisco Morato e Elizeu de Almeida – indo em direção à Zona Oeste – e à Estrada do Campo Limpo – indo em direção à Zona Sul – em São Paulo.

O local de estudo é resultado direto da conurbação da capital do Estado. A ocupação de Taboão da Serra foi intensa, a densidade demográfica do município, por exemplo, saltou de 350,27 hab/km<sup>2</sup> em 1960 para 11.994,31 hab/km<sup>2</sup> em 2010, uma das maiores taxas de ocupação do País, o que resultou numa considerável modificação do espaço local.

Entretanto, o crescimento demográfico foi acompanhado com escasso desenvolvimento de políticas públicas direcionadas ao ordenamento do espaço urbano. O único instrumento com esse viés consiste no Plano Diretor Participativo, compreendido pela Lei nº 132 de 2006 (PREFEITURA DE TABOÃO DA SERRA). Neste dispositivo, o município é dividido em sete zonas diferentes: Zona Exclusivamente Residencial - ZER; Zona Predominantemente Residencial - ZPR; Zona Mista - ZM; Zona de Centralidade - ZC; Zona Industrial - ZI; Zona Especial de Interesse Social - ZEIS; Zona de Preservação Ambiental - ZPA. O Plano Diretor estipula a taxa de permeabilidade mínima e o gabarito de altura às zonas de uso urbano, sendo que em alguns casos não há limite de altura às edificações, tal como na ZPR-03, ou com gabarito de altura de 25 metros no caso das ZM's, impactando diretamente na circulação de ventos e retenção de energia.

Taboão da Serra apresenta variadas formas de uso e ocupação do solo, ilustradas pela figura 5, com uma série de zonas industriais além de expressivo número de áreas residenciais, caracterizando-se como município “dormitório” (GONÇALVES, 1994), esta última característica verificada pelos engarrafamentos diários causados pelo movimento pendular da população, entre Taboão da Serra e São Paulo. Sendo assim, tornou-se essencial a criação de uma infraestrutura de transporte capaz de conectar ambos os lugares, pautada no modal rodoviário, essencialmente.

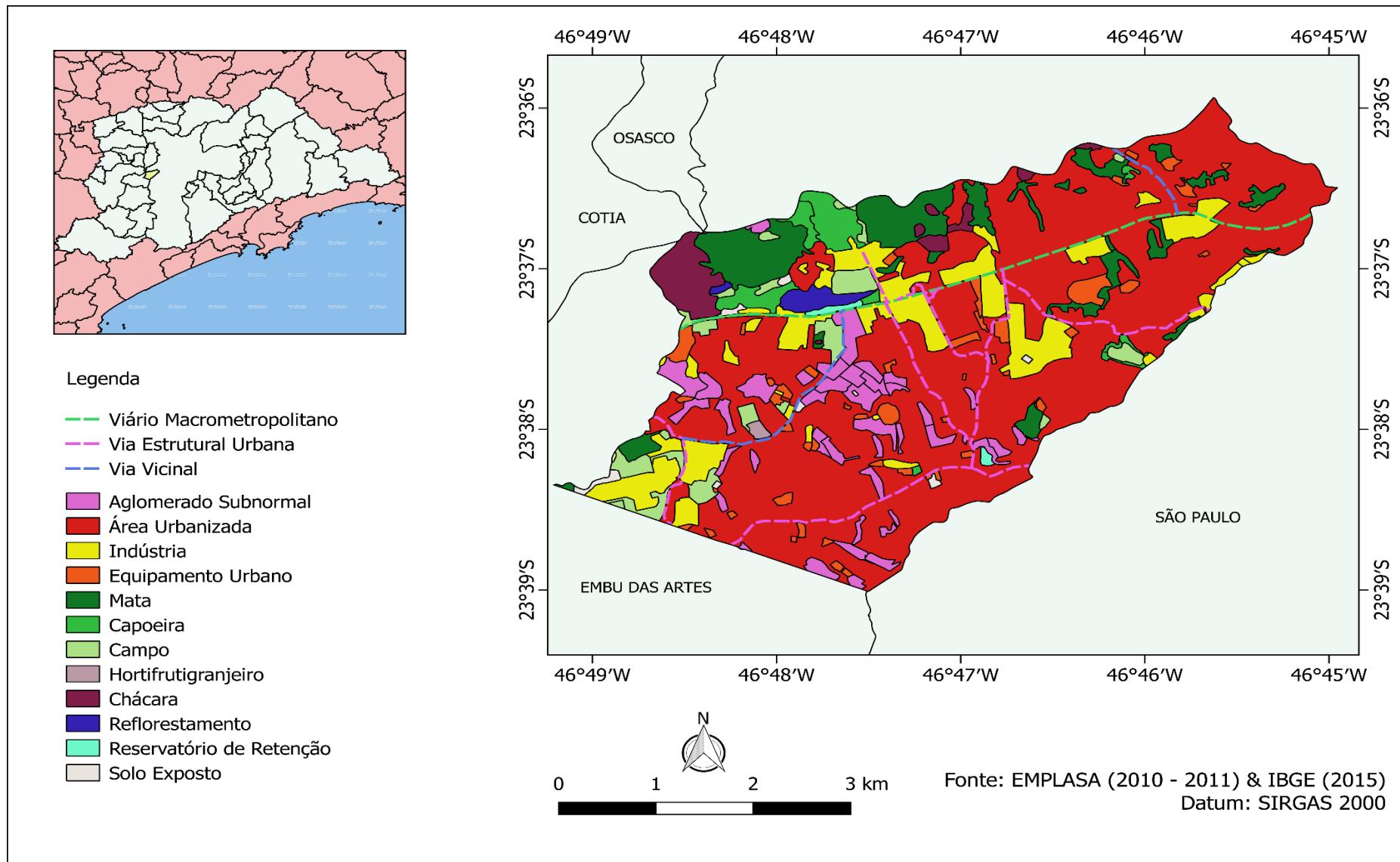


Figura 5 - Uso do Solo da Área de Estudo. Confecção a partir de arquivos shapefile do IBGE e ortofotos da Emplasa. Organização: Jordan Gonçalves (2020).

## 6.2 Caracterização Geomorfológica da Área de Estudo

De acordo com a divisão proposta por Ross e Moroz (1997) o Estado de São Paulo apresenta três unidades morfoestruturais, sendo elas: I – *Cinturão Orogênico do Atlântico*; II – Bacia Sedimentar do Paraná; e III – Bacias Sedimentares Cenozóicas, e cinco unidades morfoesculturais, sendo elas: (I) *Planalto Atlântico*, (II) Planalto Ocidental Paulista, (II) Depressão Periférica Paulista, (III) Bacias Sedimentares Terciárias e as (III) Planícies Litorâneas e Fluviais.

Taboão da Serra, assim como a RMSP, está localizada na morfoestrutura do Cinturão Orogênico do Atlântico, e na morfoescultura do Planalto Atlântico, e tendo como unidade de relevo regional o *Planalto Paulistano/Alto Tietê*, formado por morros médios e altos, e com altimetria entre 800 e 100 metros. A litologia do município e área de estudo, e do Planalto Paulistano, acompanha a característica do Cinturão Orogênico, sendo composto por rochas metamórficas, como gnaisses e granitos (ARAUJO, 2010).

O mapa hipsométrico da área de estudo, ilustrado pela figura 6, acompanha, de certa forma, a descrição altimétrica do Planalto Paulistano, uma vez que apresenta altitudes entre 734 a 890 metros. Além disso, Taboão da Serra encontra-se entre duas sub-bacias hidrográficas, Poá e Pirajussara, inseridas na bacia hidrográfica do Alto Tietê. De acordo com Araujo:

“(...) Mais da metade do território é coberta pela sub-bacia do córrego Poá que localiza-se à direita da Rodovia Régis Bittencourt no sentido capital interior. A sub-bacia do córrego Pirajussara ocupa a margem esquerda da rodovia e da área do município, correspondendo a menos da metade da área total. O córrego Poá apesar da sua maior área de irrigação constitui-se num tributário do córrego Pirajussara que é um dos mais importantes tributários do rio Pinheiros em São Paulo, os quais estão inteiramente inseridos na bacia hidrográfica do Alto Tietê, apresentando o córrego Pirajussara uma ocupação muito forte da sua área de várzea” (2010, p.9).

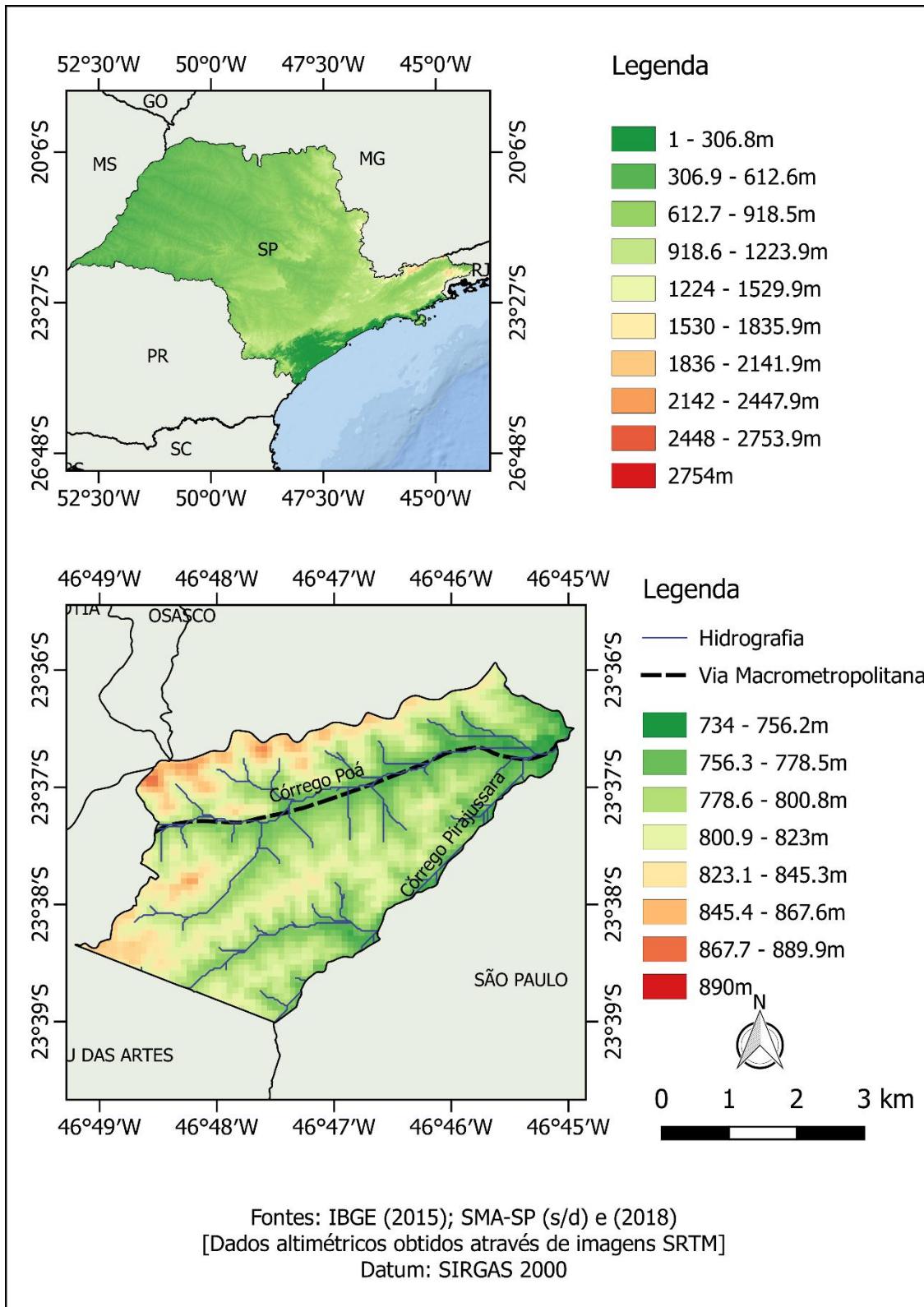


Figura 6 - Hipsometria do Estado de São Paulo e da Área de Estudo. Confecção a partir de MDE obtido no portal da SMA-SP com resolução horizontal de 30 metros, e arquivo shapefile de hidrografia também obtido no portal da SMA-SP. Organização: Jordan Gonçalves (2020).

### 6.3 Caracterização Climática da Área de Estudo

Utilizando do trabalho de Tarifa e Azevedo (2001), o clima da área de estudo é o Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano, com temperaturas do ar amenas por conta do efeito da altitude, com médias térmicas anuais por volta de 19,3°C, e médias anuais das máximas, e mínimas, de 24,9°C e 15,5°C, respectivamente. O total pluviométrico varia entre 1250 e 1450 mm anuais, valores aproximados com o ilustrado pelo climograma abaixo. Os dados de temperatura média compensada do ar segundo o Inpe é de 15,4°C para o mês de junho e 20,1°C para o mês de dezembro. A figura 7 representa as estimativas da distribuição de temperatura e pluviosidade na área de estudo ao longo do ano – o município de Taboão da Serra não conta com uma estação meteorológica. É possível notar uma estação quente e chuvosa que abrange os meses entre outubro e março, e uma outra estação menos chuvosa, com relevante queda dos índices pluviométricos, e também mais fria, compreendida entre os meses de abril e setembro, mas que não se caracteriza enquanto estação seca.

No que tange a proposta elaborada por Koppen (1918) o clima da área de estudo é classificado como Cfb, ou seja, temperado ou temperado quente, de característica mesotérmica, com a temperatura média do ar dos 3 meses mais frios próxima a 15°C, e no mês mais quente acima de 20°C, sendo indicado pela letra **C**. Como verificado no climograma, ausência de estação seca, indicada pela letra **f**. E temperatura média do ar no mês mais quente abaixo de 22°C, indicada pela letra **b** (MARTINELLI, 2010).

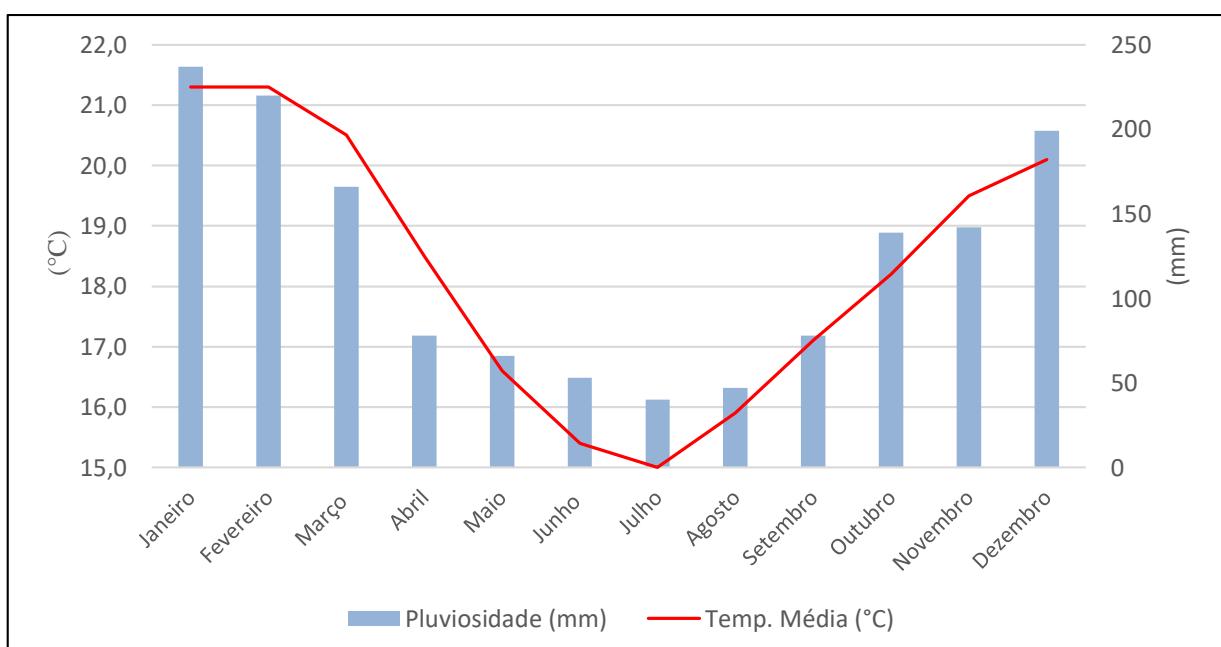


Figura 7 - Climograma da área de estudo. Dados obtidos no site *climate-data*.

Organização: Jordan Gonçalves (2020).

Entretanto, “o clima urbano não pode ser tratado somente como processos puramente físicos, mas em todas as suas interações com os fatos associados à produção do espaço através das práticas sociais vigentes no cotidiano da sociedade urbana” (TARIFA e AZEVEDO, 2001, p. 48). Dessa forma, uma análise meramente conceitual/locacional do clima da área de estudo não é capaz de expressar as condições climáticas do mesmo. Como colocado por Ribeiro (1993) “o grau de dependência da radiação extraterrestre na definição climática é maior nas escalas superiores, enquanto que a influência dos elementos da superfície, inclusive a ação antrópica, vai-se tornando mais pronunciada na medida em que se atingem as escalas inferiores”, ou seja, as modificações do sítio urbano, como a impermeabilização do solo, retirada da cobertura vegetal, volume de edificações, declividade, etc, são os pontos mais importantes para compreensão da dinâmica climática de áreas reduzidas, caso do local de estudo. Abaixo, no quadro 2, estão colocadas as cinco unidades climáticas naturais e quatro unidades mesoclimáticas urbanas, propostas por Tarifa e Azevedo (2001), no trabalho elaborado à metrópole paulistana.

| <b>Município de São Paulo – Unidades Climáticas</b>                                       |   |
|---|---|
| <i>Unidades Climáticas Naturais</i>   | <i>Unidades Mesoclimáticas Urbanas</i>      |
| <i>I – Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano.</i>                       | I – Unidade Climática Urbana Central;       |
| <i>II – Clima Tropical Úmido Serrano da Cantareira – Jaraguá;</i>                         | II – Unidade Climática Urbana da Periferia; |
| <i>III – Clima Tropical Úmido de Altitude do Alto Juqueri;</i>                            | III – Unidade Climática Urbana Fragmentado; |
| <i>IV – Clima Tropical Sub-oceânico Super Úmido do Reverso do Planalto Atlântico;</i>     | IV – Unidade Climática Não Urbana.          |
| <i>V – Clima Tropical Oceânico Super Úmido da Fachada Oriental do Planalto Atlântico.</i> |   |

Quadro 2 - Unidades Climáticas do município de São Paulo. Fonte: Tarifa e Azevedo (2001).

Organização: Jordan Gonçalves (2019).

Para o caso de Taboão da Serra, percebe-se, marcadamente, as características de duas unidades mesoclimáticas urbanas, a *central* (I) e da *periferia* (II), uma vez que, na escala mesoclimática (RIBEIRO, 1993), representada no quadro 3, o município apresenta o processo de verticalização em algumas áreas, sobretudo para a construção de moradias, e de intenso fluxo de pessoas, automóveis e mercadorias; além do processo de favelização, responsável pela

aglomeração dos seres humanos e a confecção de moradias sem as condições e materiais ideais para o conforto térmico, interno e externo. Dessa forma, gerando um clima urbano, resultante da modificação das superfícies e materiais, além das atividades urbanas que provocam alterações no balanço de energia, massa e movimento (OKE, 1987).

| <b>Escalas Climáticas</b> |   |
|---------------------------|---|
| Clima Zonal               | Compreende a distribuição latitudinal da radiação solar, devido a curvatura da superfície do planeta e a inclinação do seu eixo em relação ao plano da elíptica, e que origina o conceito de zonas tórridas, temperadas e polares. Esta escala climática abrange a circulação primária, ou geral da atmosfera, envolvendo eventos como a Zona de Convergência dos Ventos Alísios, El Niño/La Niña, Oscilação Sul, e as Monções. |
| Clima Regional            | Compreende a ação modificadora da circulação geral da atmosfera devido a influência direta dos fatores climáticos, sendo eles, as áreas continentais e oceânicas, as massas de ar, correntes marítimas, altitude, e o efeito de continentalidade/maritimidade.  |
| Mesoclima ou Clima Local  | Compreende a ação de feições fisiográficas (com destaque para o relevo local), ou antrópicas que interferem no fluxo energético ou no fluxo de massa da circulação regional, diferenciado os subsistemas da circulação secundária. Abrange a escala climática deste trabalho.   |
| Topoclima                 | Compreende a ação do gradiente horizontal na mudança dos elementos climáticos a partir da diferença de altitude, da exposição ao sol nas vertentes, e dos movimentos do ar.   |
| Microclima                | Compreende as trocas gasosas e energéticas entre as feições e as estruturas particularizadas dispostas na superfície terrestre e o ar que as envolve.   |

Quadro 3 - Escalas Climáticas. Organização: Jordan Gonçalves (2020).

## 6.4 Ocupação da Área de Estudo

A história do município de Taboão da Serra tem início no século XX, em 1910, com a criação do vilarejo Vila Poá, instalado, nas margens dos córregos Poá e Pirajussara. Com poucas casas, e seus habitantes produzindo gêneros alimentícios de subsistência, tais como batata, cenoura e mandioca (PREFEITURA DE TABOÃO DA SERRA, s/d).

Um fator importante para o crescimento local é a religião, uma vez que padres e sacerdotes passaram a promover colônias de férias, desenvolvendo atividades esportivas e culturais, aproveitando do ambiente bucólico. Famílias também passaram a ocupar o vilarejo (PREFEITURA DE TABOÃO DA SERRA s/d).

Os movimentos migratórios também foram importantes à ocupação local. A imigração japonesa, volumosa na primeira metade do século XX, foi bastante influente quando Taboão da Serra ainda era um bairro do distrito da Capital do Estado de São Paulo (GONÇALVES, 1994). As famílias Hamada e Takeuti foram as mais notáveis, nomeando ruas da cidade.

No começo, a Vila Poá sofria pela incipiente conexão com a Capital, uma vez que não existiam linhas de ônibus, obrigando os moradores a terem de fazer o caminho até áreas da cidade de São Paulo a pé. Havia apenas uma jardineira que levava os moradores da vila até o centro da Capital paulistana, porém, realizava o percurso uma vez ao dia.

No início dos anos de 1950, Taboão da Serra passa por um movimento de luta pela sua emancipação. O crescimento populacional e o desmembramento dos municípios da região foram importantes catalizadores do processo. Dessa forma, em dezembro de 1958, por meio de Luzia Hellmesteir, foi realizado um plebiscito no intuito de verificar a legitimidade do movimento, com maioria favorável a emancipação. Taboão da Serra adquire a condição de município em 1958 de acordo com a Lei nº 5121 (ALESP), após desmembrar-se de Itapecerica da Serra, e tem seu quadro territorial estabelecido pela Lei nº 5285 de 1959 (ALESP), tido também como data da sua criação.



Figura 8 - Vista Panorâmica do Centro de Taboão da Serra, década de 50.

Reprodução: Acervo Particular de Adão de Moraes.



Figura 9 - Centro de Taboão da Serra atualmente.

Dir: Sentido Capital. Esq: Sentido bairro.

Foto: Jordan Gonçalves (2020).

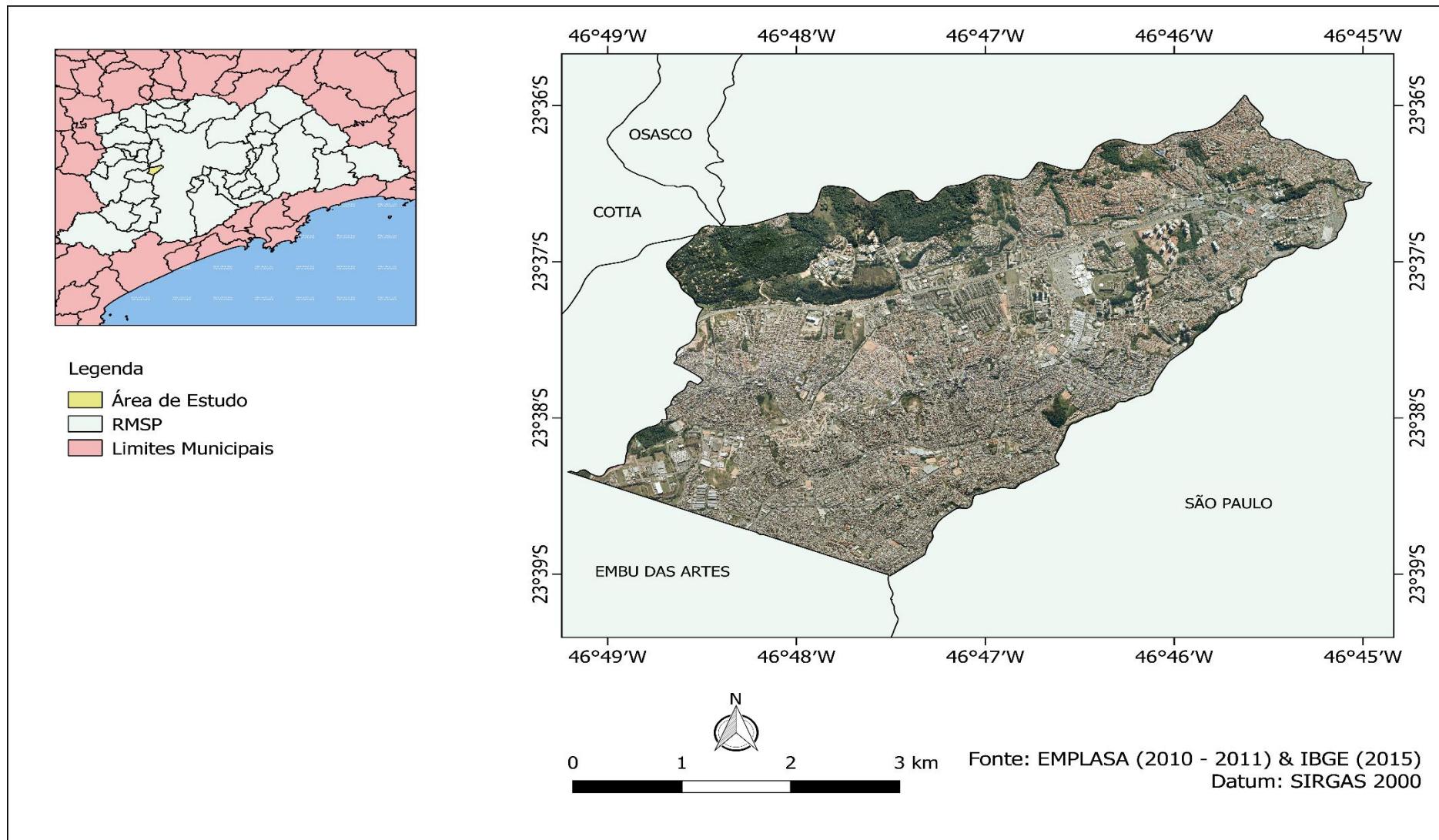


Figura 10 - Vista aérea da Área de Estudo. Confecção a partir de ortofotos da Emplasa e arquivos shapefile do IBGE. Organização: Jordan Gonçalves (2020).

## 7 RESULTADOS

### 7.1 Unidades Mesoclimáticas no Contexto da Área de Estudo

O município de Taboão da Serra apresenta, como clima regional, o tropical úmido de altitude do planalto paulistano. Apresenta 750m como altitude média, aproximadamente, e consiste no principal fator climático local, ocasionando temperaturas amenas. Contudo, conforme Ribeiro (1993) este trabalho tem no mesoclima a escala de abordagem do fenômeno climático, com as modificações espaciais antrópicas da área de estudo sendo cruciais para a delimitação das Unidades Mesoclimáticas Urbanas (e não urbanas). Cada unidade climática apontada nesta seção acaba por ser considerada “homogênea” no que tange a relação entre os controles e elementos climáticos.

A área de estudo deste trabalho comprehende um dos municípios da RMSP, com população e extensão expressivamente menores que a metrópole, porém, sendo seus controles e atributos climáticos urbanos semelhantes e relacionados a São Paulo. Como colocado anteriormente, a transformação antrópica de Taboão da Serra abarca a necessidade dos mais de 70 mil habitantes locais de se locomoverem à Capital, produzindo vias automotivas responsáveis pela conexão entre as cidades, sendo a Rodovia Régis Bittencourt – via macrometropolitana – a principal, e sem contar os veículos de outros municípios mais distantes, como Embu das Artes e Itapecerica da Serra que utilizam a estrada. Sendo assim, há neste trecho grande circulação de energia, gases poluentes e material particulado. O trecho da rodovia também favorece a alocação e surgimento de variados usos do solo – apontados na figura 5 – sejam eles tidos como área urbanizada (áreas residenciais ou comerciais) ou industriais, seja pela facilidade de escoamento de produtos ou transporte de pessoas, uma vez que neste contexto metropolitano, a via apresenta engarrafamentos diários nos conhecidos horários de “pico” da manhã e tarde. As demais vias – estruturais urbanas, nos trechos de ligação com a BR-116, também apresentam engarrafamentos, favorecendo o acúmulo de energia, gases poluentes e materiais particulados em outros pontos. Neste trecho do município dois fatores ainda impactam o mesoclima: a declividade e a tênue cobertura vegetal.

Além do trecho da BR-116, e sua modificação pela ação humana, outro fator climático é importante para compreender as unidades da área de estudo, consistindo na cobertura vegetal local, bastante degradada devido ao crescimento urbano. O município conta com poucas áreas verdes, como parques públicos e praças, ou enclaves de preservação, soma-se o fato destas áreas verdes estarem concentradas, sobretudo, no setor noroeste de Taboão da Serra, como indicado na figura 13. Como colocado por Amorim (2001, p. 38), a ausência de cobertura vegetal favorece as alterações climáticas locais, enchentes, deslizamentos e falta de áreas de lazer para

a população. No caso, os alagamentos – acúmulo de água nas áreas urbanas – são frequentes na cidade, ainda mais no início do ano, durante as chuvas intensas.

Ademais o município apresenta diferentes usos do solo, rugosidades, e com variado volume de edificações, responsáveis por condicionar os atributos climáticos locais. Em certas partes da área de estudo temos a presença de altos e volumosos edifícios, designados a uma parcela da população com maior poder econômico, e que formam sombras em outros terrenos e impactam na dinâmica dos ventos. Em outras partes, têm-se aglomerações de baixas edificações caracterizadas enquanto aglomerados subnormais, com casas próximas umas das outras, e que não seguem os padrões propostos pelo plano diretor municipal. Além, têm-se chácaras e enclaves de mata atlântica que auxiliam na regulação térmica do município, e em contrapartida grandes áreas com solo impermeabilizado, com baixos índices de albedo, colaborando à absorção da radiação solar e aumentando a temperatura superficial. Neste contexto, foi proposto analisar a correspondência das Unidades Mesoclimáticas Urbanas colocadas por Tarifa e Azevedo (2001) em relação à área de estudo deste trabalho, no caso, o município de Taboão da Serra, localizado na Grande São Paulo.

Durante a estação fria, a variação da temperatura superficial da área de estudo chega a 7°C, entre as áreas com o índice reduzido (19°C) e elevado (26°C). Na estação quente, a variação deste mesmo atributo climático chega a 14°C, aproximadamente, quando comparados os pontos de temperatura reduzida (23°C) com os pontos de temperatura elevada (37°C) como ilustrado pela figura 11. Além, o mapa mostra a rigorosidade da variação de temperatura durante as estações, apresentando amplitude térmica de 4°C, aproximadamente, no meio do ano – período frio, enquanto que a amplitude térmica chega a 10°C, aproximadamente, no fim do ano – período quente.

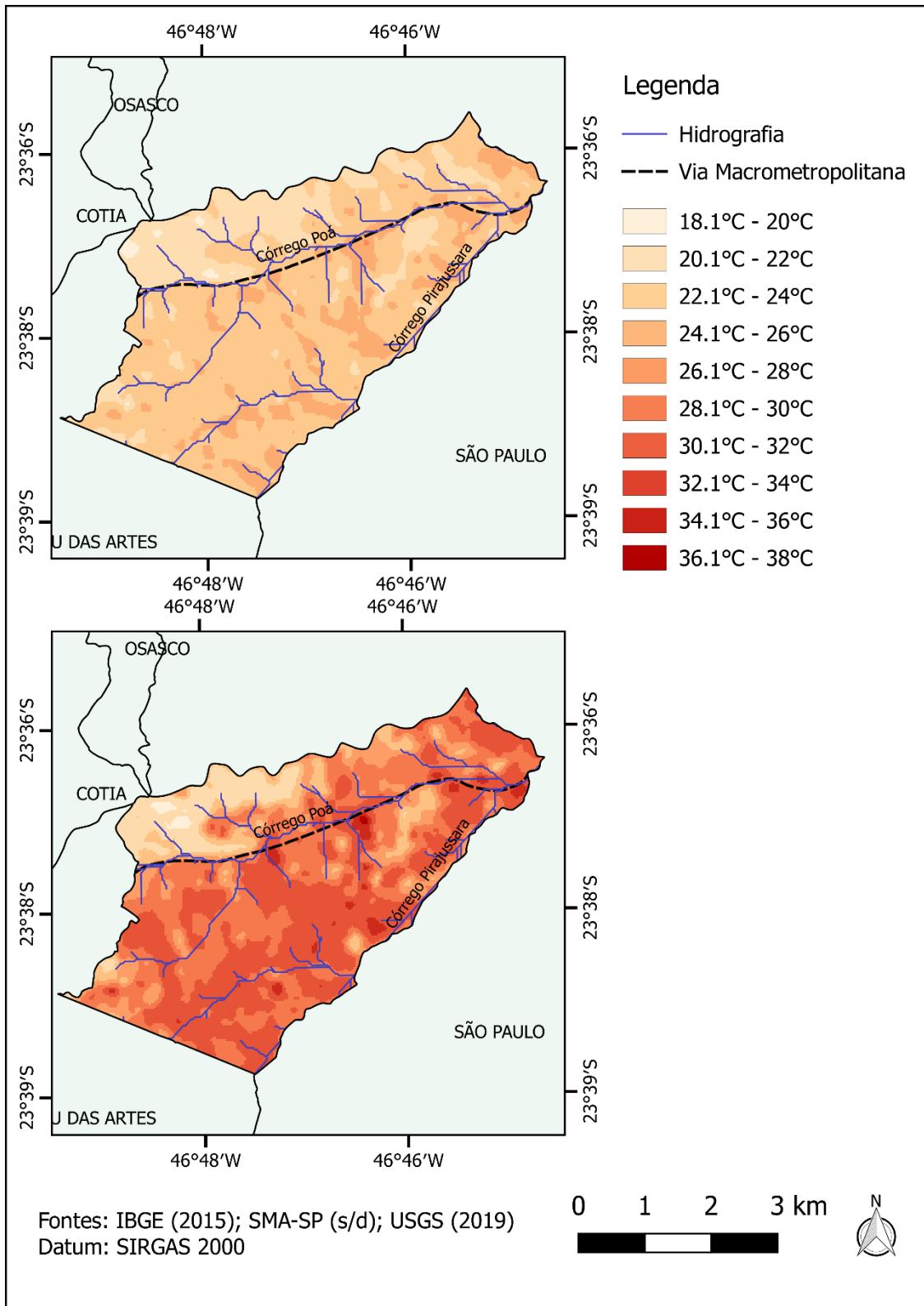


Figura 11 - Temperatura Superficial da Área de Estudo. Confecção a partir de Imagens de satélite do *Landsat 8* obtidas através do Serviço Geológico dos EUA, registradas no dia 30 de junho e 07 de dezembro de 2019. Organização: Jordan Gonçalves (2020).

## 7.2 Unidade Climática Urbana Central

A Unidade Climática Urbana Central engloba o eixo da BR-116, principal via de escoamento de Taboão da Serra em direção a Capital e áreas adjacentes. Esta unidade concentra usos do solo dos mais variados, como áreas industriais, comerciais e residenciais (com diferentes volumes de construção), grande quantidade de energia absorvida devido ao solo impermeabilizado por conta da própria via de tráfego, pela rodagem dos veículos automotores de todos os tipos (carros, motos, caminhões e ônibus), e gases poluentes emitidos à atmosfera, alguns notáveis pelo efeito estufa, além de ocupar uma das porções mais planas e rebaixadas da área de estudo.

### 7.2.1 Núcleo da Unidade Climática Urbana Central

O núcleo da unidade climática urbana central corresponde ao trecho da BR-116 que corta a área de estudo, e os principais controles climáticos desta unidade abarcam: a emissão de gases poluentes, a declividade, e as áreas impermeabilizadas e sem cobertura vegetal. Como citado anteriormente, o tráfego intenso da via, em muitos momentos ao longo do dia, e mais acentuados na ida e volta dos habitantes que realizam movimento pendular, acaba sendo responsável pela emissão de gases poluentes e do efeito estufa, armazenando e concentrando energia, soma-se à impermeabilização do solo, reduzindo o índice de albedo local. No estudo elaborado por Gouveia (*et al*, 2016), que estabelece a relação entre a poluição do ar e as hospitalizações na Grande São Paulo, foram notificadas na RMSP, pela CETESB, substâncias como monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NOx), material particulado (MP) e óxidos de enxofre (SOx), sendo os veículos os principais emissores. A condição topográfica do município impacta ainda mais a concentração dos gases e de material particulado, dado que a rodovia se encontra na porção mais rebaixada do terreno. Esta característica somada à elevação de temperatura, dada a concentração de energia no local, auxilia para que a via se torne um sítio de convergência dos ventos, podendo ainda trazer os gases e materiais particulados de outros pontos da área de estudo. É comum que ocorra pontos de alagamentos na Rodovia Régis Bittencourt, como ilustrado na figura 12, devido a insuficiência de áreas de escoamento no ponto. Até a instalação do “piscinão”, na divisa com a capital, eram comuns eventos de enchentes – transbordamento natural do nível de água de rios e canais devido a chuvas muito intensas – nas áreas adjacentes, e deslizamentos de terra nos pontos com maior declividade.

Em relação à declividade, inclinação maior ou menor do relevo em relação ao horizonte (GUERRA, 1993), este atributo pouco auxilia na dispersão da energia das áreas próximas ao seguimento da rodovia, apresentando baixos valores, predominando áreas suavemente onduladas e onduladas, concentradas no setor noroeste do município, como mostrado na figura 14. Maiores valores de declividade auxiliam movimentos verticais do ar, que por sua vez transportam com maior eficiência a energia local, amenizando a temperatura e dissipando os poluentes concentrados, sobretudo a noite. O segundo ponto consiste na escassa arborização ao longo da estrada, elemento que seria importante pois “serve como um filtro para atenuar ruídos, retenção de pó, reoxigenação do ar, além de oferecer sombra e a sensação de frescor” (AMORIM, 2006, p. 71).

O núcleo da unidade climática urbana central abrange uma série de usos e ocupações do solo. No que tange os empreendimentos imobiliários residenciais, a área apresenta edificações com diferentes volumes construídos, posto que o Plano Diretor municipal adota distintos gabaritos de altura, ou seja, tamanho máximo de construção para cada Zona Predominantemente Residencial – ZPR. Somente a ZPR-03 apresenta gabarito de altura livre, podendo impactar tanto no deslocamento dos ventos, mas também na produção de sombras, como acontece em um dos condomínios a beira da rodovia no período da tarde devido ao movimento aparente do sol, formas antagônicas de interferência na temperatura, e ilustrado na segunda imagem presente no mapa das Unidades Mesoclimáticas Urbanas – figura 21. Ademais, a BR-116 atravessa duas áreas de Centralidade do município, setores que apresentam potencialidade para ampla mistura de usos e densidades construtivas média e altas, sendo a Centralidade Taboão, próximo à divisa com a Capital e tendo no *Extra Hipermercado* o principal empreendimento, e a Centralidade Shopping Taboão. Pontos notabilizados por grandes espaços fechados e áreas abertas de estacionamento, marcados pela intensa circulação de pessoas e fluxos de energia.

A figura 11 aponta que as maiores temperaturas, tanto nas estações quentes quanto nas frias, acompanham o trecho da Régis Bittencourt na área de estudo. Nas estações quentes as temperaturas superficiais estão acima de 30°C, em alguns pontos chegando ao máximo apresentado pelo mapa, 37°C, sendo um dos locais mais quentes de Taboão da Serra. Durante as estações frias, a via permanece sendo um dos pontos mais quentes do município, mas com uma queda dos valores de temperatura, que estão acima dos 22°C chegando a atingir os 26°C.

A inconsistência entre os valores de temperatura superficial para esta unidade climática em relação ao dado geral de temperatura do ar ocorre nas estações quentes e frias, sendo mais nítido no período quente. Como citado, os valores de temperatura superficial na estação quente variam entre 28,1 e 38°C, enquanto que o climograma do *climate-data* indica o valor de 20,1°C

para o mês de dezembro, com o Inpe apontando o mesmo valor, ambos para temperatura do ar atmosférico. No período frio, os valores desta unidade climática que chegam até a 26°C contratam com os obtidos pelos métodos citados acima, sendo 15,4 e 17,1°C, respectivamente, para o mês de junho.



Figura 12 - Alagamento em trecho da Rod. Régis Bittencourt.

Reprodução: Portal O Taboanense (2019).

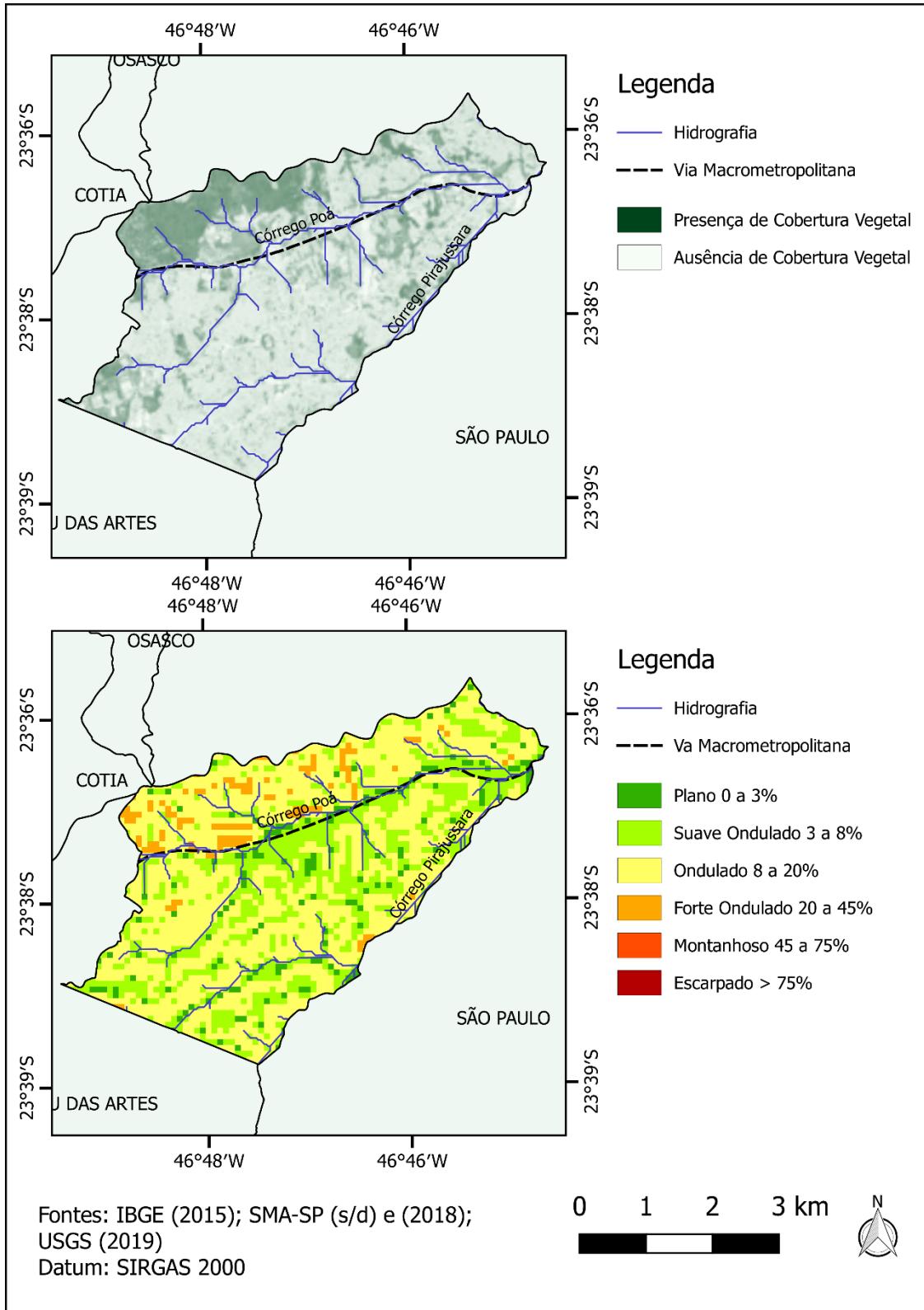


Figura 13 - Cobertura Vegetal e Declividade da Área de Estudo. Confecção a partir de Imagens de satélite do *Landsat 8* obtidas através do Serviço Geológico dos EUA (2019) e MDE de 30 metros de resolução obtido através da SMA-SP e reclassificados através das classes de declividade da Embrapa (1979).

Organização: Jordan Gonçalves (2020).

### **7.2.2 Extensão da Unidade Climática Urbana Central**

A extensão da unidade climática urbana central compreende as áreas adjacentes à BR-116, abrangendo suas duas margens, e que estão mais próximas da divisa com a metrópole. O principal fator climático neste caso é o uso do solo, predominantemente tido como área urbanizada. Na margem esquerda, sentido capital, prevalecem as residências (casas e prédios), tendo também comércios, escolas, além de outros usos. Ademais, nesta margem ainda há influência da cobertura vegetal presente, que constitue enclaves florestados na paisagem urbana e o córrego Poá, amenizando os valores de temperatura superficial. Na margem direita, no mesmo sentido, prevalecem os pontos comerciais, contudo, há também residências (casas e prédios), prédios públicos, e escolas. A principal diferença entre o núcleo e a extensão da unidade climática urbana central abrange a circulação de veículos, tendo uma temperatura superficial menor, como verificado na figura 11.

### 7.3 Unidade Climática Urbana da Periferia

A unidade climática urbana da periferia está localizada, quase em sua totalidade, na margem direita da Rodovia Régis Bittencourt, sentido capital, e abrange, principalmente, os usos do solo tido como aglomerados subnormais – esta delimitação incorpora as áreas tidas como favela pela Emplasa (2006), sendo pautadas pelo segundo critério evidenciado abaixo. Estas áreas destacam-se pela reduzida cobertura vegetal, e temperatura superficial elevada.

Segundo o IBGE, os aglomerados subnormais compreendem “um conjunto constituído de, no mínimo, 51 unidades habitacionais (barracos, casas, etc.) carentes, em sua maioria de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa. (2010, p. 19)”. A identificação destes aglomerados parte de dois critérios:

- Ocupação ilegal da terra (pública ou particular);
- Apresentação das seguintes características:
  - Urbanização fora dos padrões vigentes;
  - Precariedade de serviços públicos essenciais.

No que corresponde aos atributos físicos desta unidade climática cabe o destaque à incipiente cobertura vegetal nos aglomerados subnormais, como atestado na figura 15, impactando no conforto térmico. A degradação do quadro ambiental pode ser relacionada às características ocupacionais e de crescimento deste setor. O Plano Diretor classifica, em grande parte, estas áreas como Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS, 01 e 02, enquadramentos que denotam crescimento desordenado, com construções que não seguem os padrões estabelecidos pela lei de ordenamento e que colocaram em risco a vegetação local.

As ZEIS-01 são áreas “ocupadas predominantemente por população de baixa renda, de interesse público na promoção da regularização urbanística e fundiária”, e as ZEIS-02 são “áreas com predominância de imóveis – tidos como: favelas; habitações coletivas precárias; parcelamento e loteamentos irregulares e clandestinos de baixa renda; conjunto habitacional de promoção pública; conjunto de unidades habitacionais precárias imóveis não edificados ou subutilizados com potencial de ocupação por Habitação de Interesse Social – HIS, adequados à urbanização, de interesse público na promoção de HIS, para famílias de baixa renda que não possuam moradia”.

Outros elementos são importantes para entendimento do conforto térmico desta unidade, como os materiais empregados neste tipo de construção, que dificultam o isolamento termal do ambiente, e a vulnerabilidade socioeconômica – dada as condições de ocupação destes terrenos – pode refletir na falta de recursos à aquisição de aparelhos que regulem a temperatura local,

como ar condicionado, ventiladores e aquecedores, dessa forma, a amplitude térmica responde às condições de construção destas edificações.

Os aglomerados subnormais ocupam áreas de diferentes níveis de declividade, com as maiores inclinações correspondendo também às maiores temperaturas superficiais, devido a orientação das vertentes e o fluxo de ar aquecido nas áreas mais rebaixadas do terreno.

Contudo, o mais importante é que a ocupação destes terrenos ignorando a topografia local, sensibiliza para outro fato, a exposição da população aos riscos gerados por eventos pluviométricos intensos, como deslizamentos de terra, e enchentes nas partes mais rebaixadas. Estes imóveis não seguem os padrões de segurabilidade atribuídos no Plano Diretor, como taxa de permeabilidade. Evidente, que a fiscalização e ação do poder público nestas regiões estiveram, e ainda estão, aquém do necessário. Retomando, a área de estudo passou, e passa, por um crescimento demográfico vertiginoso que extrapola a capacidade de promoção de políticas públicas de habitação que ofereçam conforto térmico e segurança aos habitantes que não conseguem acessar o mercado privado de moradias.

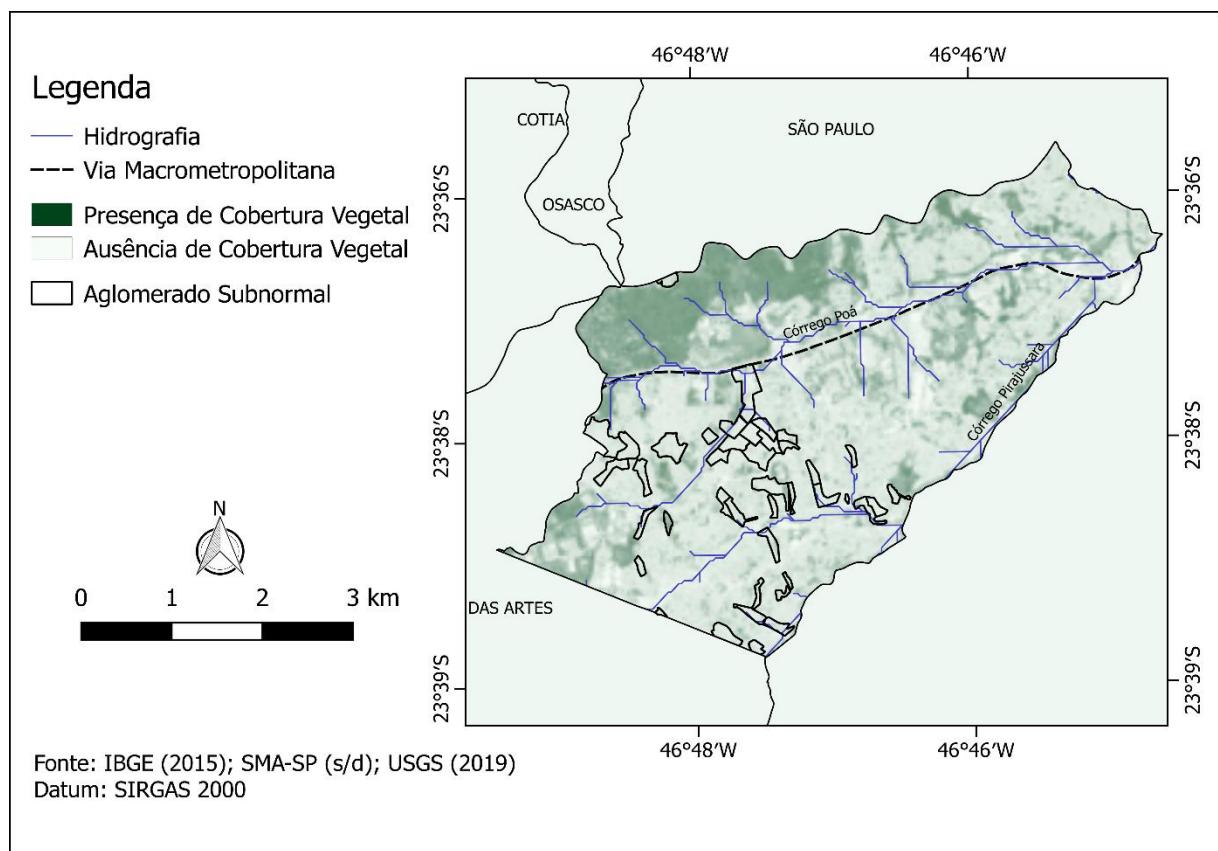


Figura 14 - Cobertura Vegetal nos Aglomerados Subnormais (IBGE). Confecção a partir de Imagens de satélite do *Landsat 8* obtidas através do Serviço Geológico dos EUA (2019). Organização: Jordan Gonçalves (2020).

A figura 15 demonstra valores de temperatura superficial elevados para estas áreas durante o período quente. Os aglomerados subnormais apresentam índices acima dos 30°C, com exceção da unidade localizada à margem esquerda, sentido capital, e que está cercada por

área arborizada, que funciona como reguladora térmica, suavizando a temperatura do ar. E mesmo neste caso, a temperatura superficial atingiu valores entre de 26 e 29°C. O mapa de uso do solo, figura 5, dá a medida da distância entre a unidade climática urbana da periferia e as áreas verdes do município, e que poderiam mitigar a temperatura local. Há poucas Zonas de Proteção Ambiental neste setor, a mais importante corresponde ao Parque Central descrito no Plano Diretor.

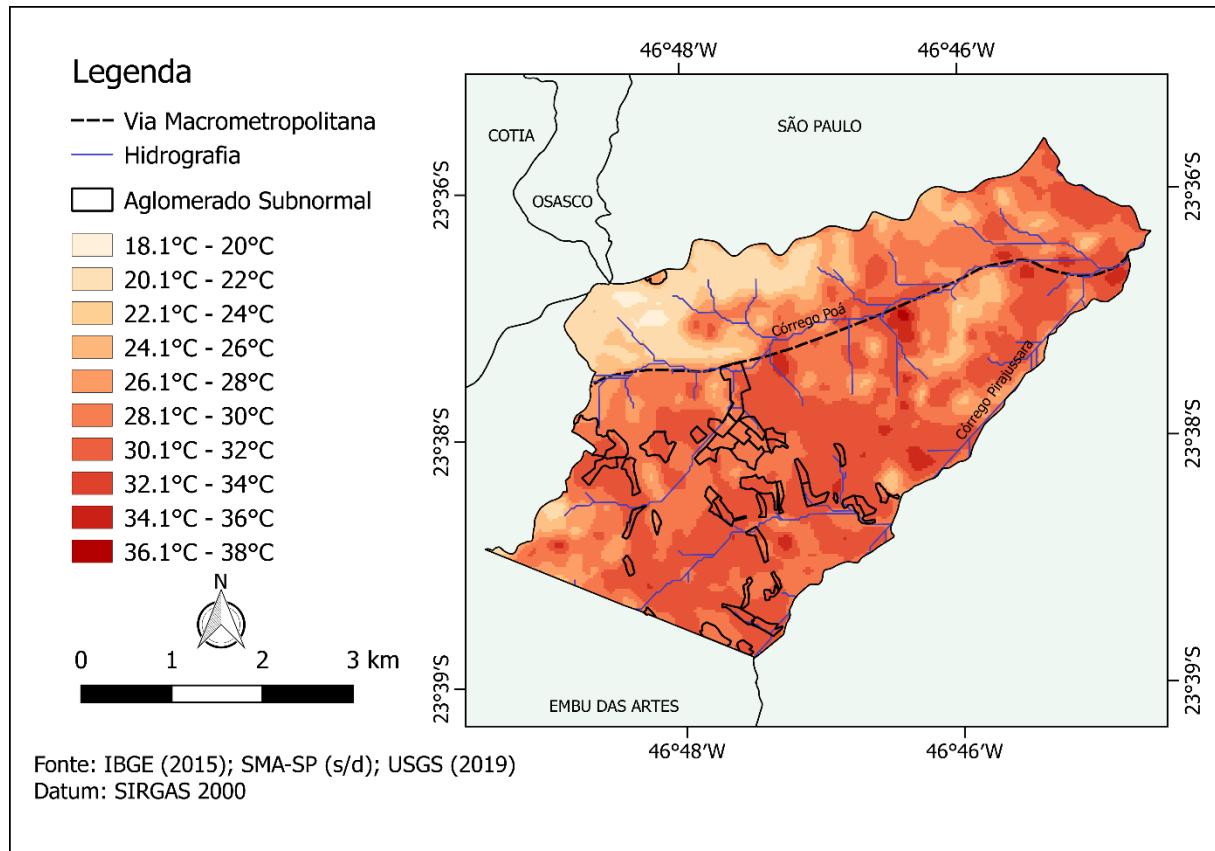


Figura 15 - Temperatura Superficial com os polígonos indicando as favelas. Confecção a partir de Imagens de satélite do *Landsat 8* obtidas através do Serviço Geológico dos EUA, registradas em 07 de dezembro de 2019. Organização: Jordan Gonçalves (2020).

A figura 16 indica que no período frio os aglomerados subnormais apresentam valores de temperatura superficial semelhantes à de outras unidades mesoclimáticas, como a extensão do núcleo, estando entre 22,1 e 26°C – com exceção da favela localizada à margem esquerda, sentido capital, que apresenta valores inferiores aos demais, reforçando a proximidade das áreas arborizadas, contudo, com uma ação menor em relação a capacidade de regulação térmica. O climograma obtido no site do *climate-data*, representado pela figura 7, mostra a temperatura do ar em 15,4°C para o mês de junho, enquanto que o Inpe registra temperatura média do ar compensada de 17,1°C, índice registrado por bulbo seco (Mirante de Santana – SP). A terceira imagem presente no mapa das Unidades Mesoclimáticas Urbanas – figura 21, apresenta um aglomerado subnormal do município localizado no bairro Parque Marabá.

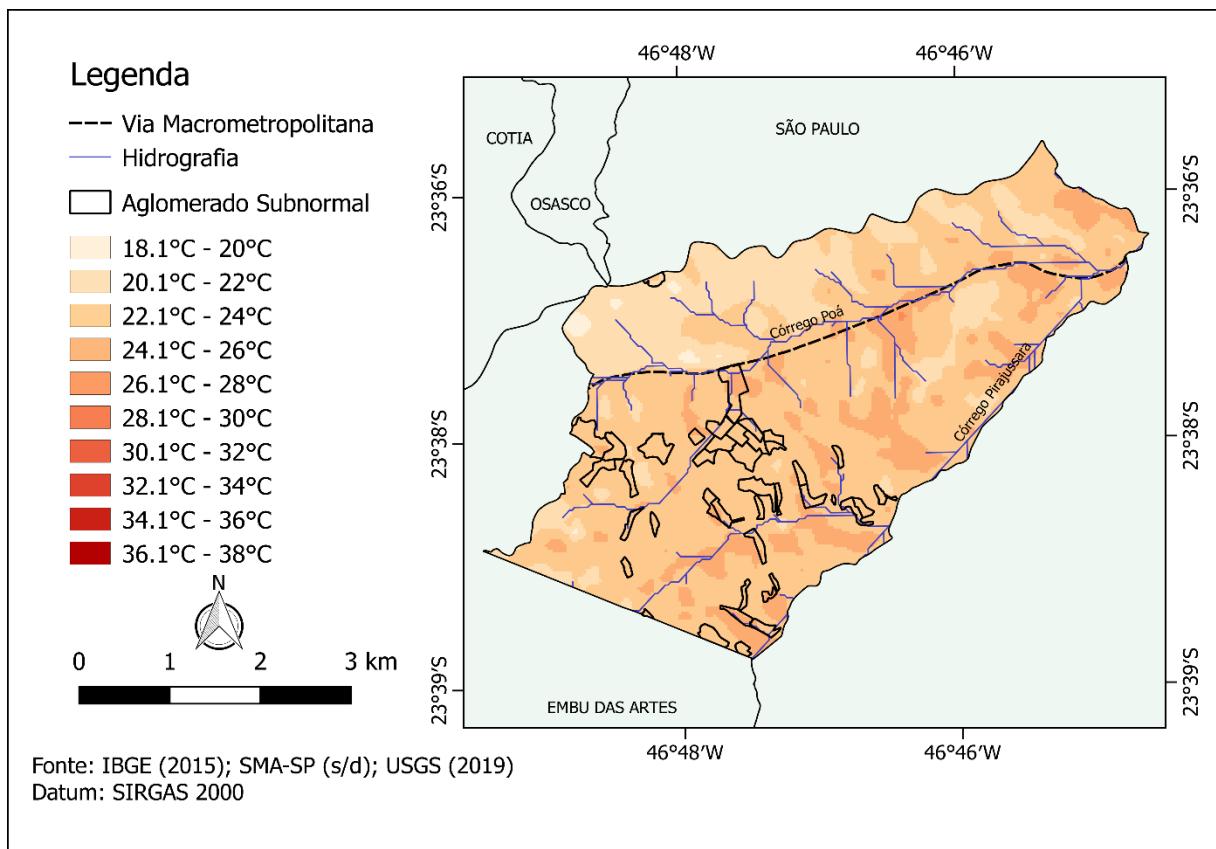


Figura 16 - Temperatura Superficial com os polígonos indicando as favelas. Confecção a partir de Imagens de satélite do *Landsat 8* obtidas através do Serviço Geológico dos EUA, registradas em 30 de junho de 2019. Organização: Jordan Gonçalves (2020).

## 7.4 Unidade Climática Natural

A unidade climática natural corresponde aos locais onde a cobertura vegetal é o atributo climático mais importante. O Plano Diretor do município instituiu o Sistema de Áreas Verdes – SAV, dando ênfase à importância e influência destas localidades à qualidade ambiental urbana. O SAV incorpora as unidades de conservação, parques públicos, praças e jardins, chácaras, etc. Muitas dessas áreas são tidas como Zonas de Preservação Ambiental – ZPA no documento de ordenação, “porções do território cobertas por vegetação significativa, áreas definidas como de preservação pela legislação federal e estadual, áreas de reflorestamento e áreas de risco ambiental e outras áreas onde há interesse público em recuperar áreas verdes degradadas” (2006, p. 97).

As áreas verdes estão localizadas, sobretudo, no setor noroeste de Taboão da Serra, com algumas partes cercadas pelas áreas urbanizadas, com usos diversos, tais como residências e indústrias, sendo caracterizadas como enclaves de Mata de Atlântica. O Plano Diretor abrange dois parques à margem esquerda da Rodovia Régis Bittencourt sentido capital, o Ecológico e o Poá – que segue o curso do córrego homônimo e hoje canalizado. À margem direita da via, no mesmo sentido, encontram-se outros dois parques, o Central e o Pirajuçara – que segue o curso do córrego homônimo e também está canalizado. Todas estas áreas são descritas pelo documento como ZPA’s.

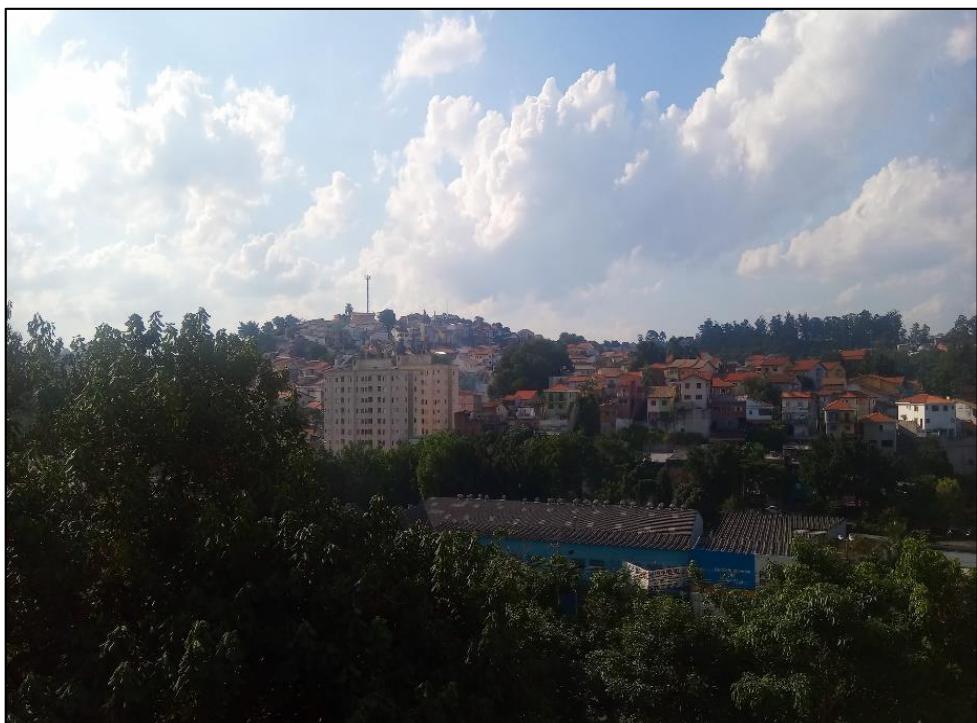


Figura 17 - Margem direita da Rod. Régis Bittencourt sentido capital, com os enclaves florestados em meio à área urbanizada.

Foto: Jordan Gonçalves (2020).

Segundo a figura 18, a variação de temperatura superficial pode chegar a mais de 10°C quando comparadas as áreas verdes com as urbanizadas no período quente. Estas áreas acabam funcionando como ilhas de frescor para o município, uma vez que apresentam índices menores que o entorno, e com a temperatura superficial de grande parte da área de estudo acima dos 30°C, quando a unidade climática natural apresenta valores próximos aos 23°C – com exceção das áreas verdes cercadas pela área urbanizada, que apresentam valores mais elevados de temperatura.

O climograma da figura 7 apresenta temperatura média do ar para o município de 20,1°C para o mês de dezembro, mesmo valor obtido pelo Inpe (Mirante de Santana – SP), comparando com o produto cartográfico abaixo a diferença entre os valores, dados os métodos destoantes de obtenção, é de 2°C, aproximadamente, levando em consideração as áreas de mata e chácaras do setor noroeste do município. Para as demais, áreas verdes, a diferença tende a aumentar devido a maior proximidade das áreas urbanizadas, com temperaturas mais elevadas.

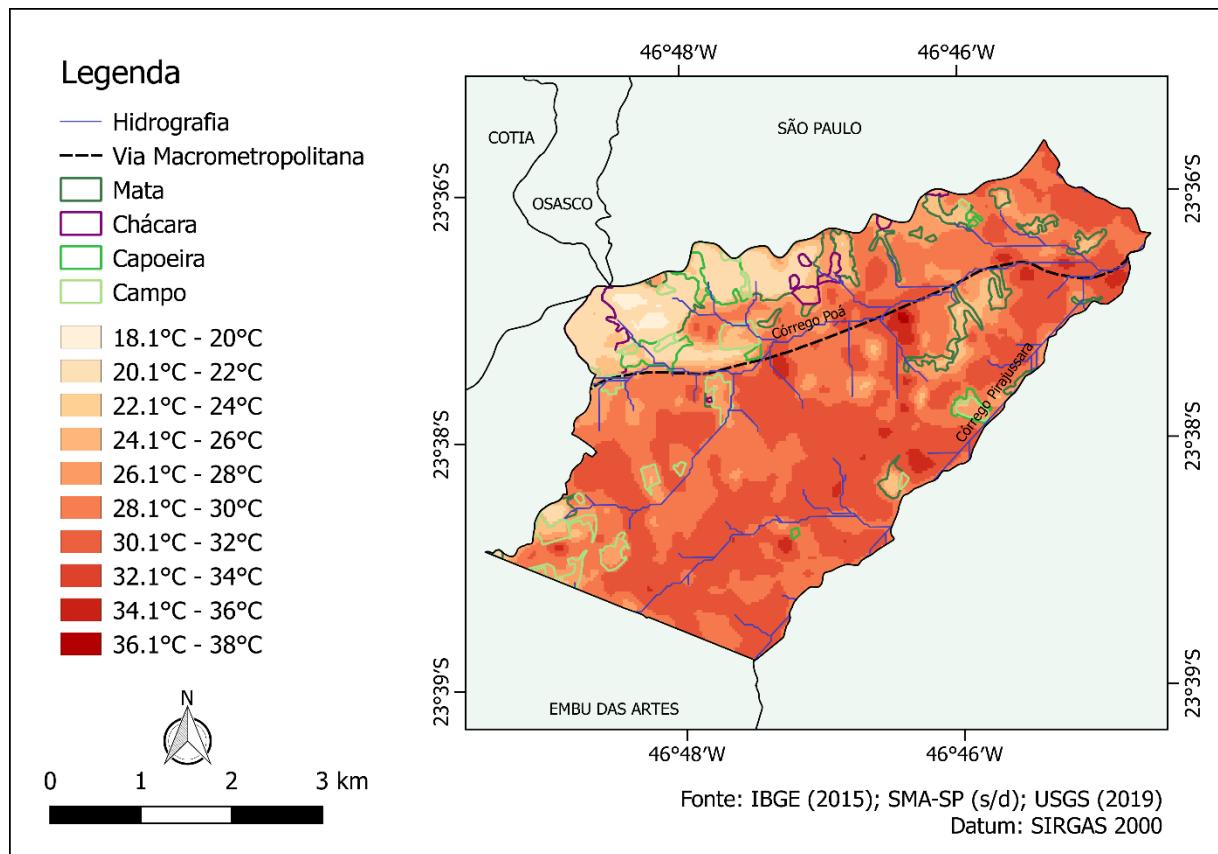


Figura 18 - Temperatura Superficial com os polígonos indicando as áreas verdes. Confecção a partir de Imagens de satélite do *Landsat 8* obtidas através do Serviço Geológico dos EUA, registradas em 07 de dezembro de 2019.

Organização: Jordan Gonçalves (2020).

De acordo com a figura 19, a variação de temperatura superficial durante o período frio é mais tênu, chegando a 8°C, aproximadamente, quando comparadas as áreas verdes com as urbanizadas. A própria atuação enquanto ilhas de frescor para o município é mitigado devido à

queda dos valores de temperatura. As áreas verdes do noroeste e norte de Taboão apresentam os índices mais reduzidos das áreas verdes, com temperaturas superficiais entre 18,1°C e 22°C, ao passo que no setor ao sul, que faz divisa com a capital, há casos de áreas verdes com mais de 24,1°C no período, acompanhando os valores das áreas urbanas.

O climograma da figura 7 apresenta temperatura média do ar para o município de 15,4°C para o mês de junho, e o Inpe 17,1°C (Mirante de Santana – SP), comparando com o produto cartográfico abaixo a diferença entre os valores pode chegar a 2,5°C (*climate-data*), ou 1°C (Inpe), aproximadamente, dados os métodos destoantes de obtenção, e levando em consideração as áreas de mata e chácaras do setor noroeste do município. Para as demais, áreas verdes, a diferença tende a aumentar devido a maior proximidade das áreas urbanizadas, com temperaturas mais elevadas. A primeira imagem presente no mapa das Unidades Mesoclimáticas Urbanas – figura 21, apresenta um trecho de mata localizado entre área urbanizada.

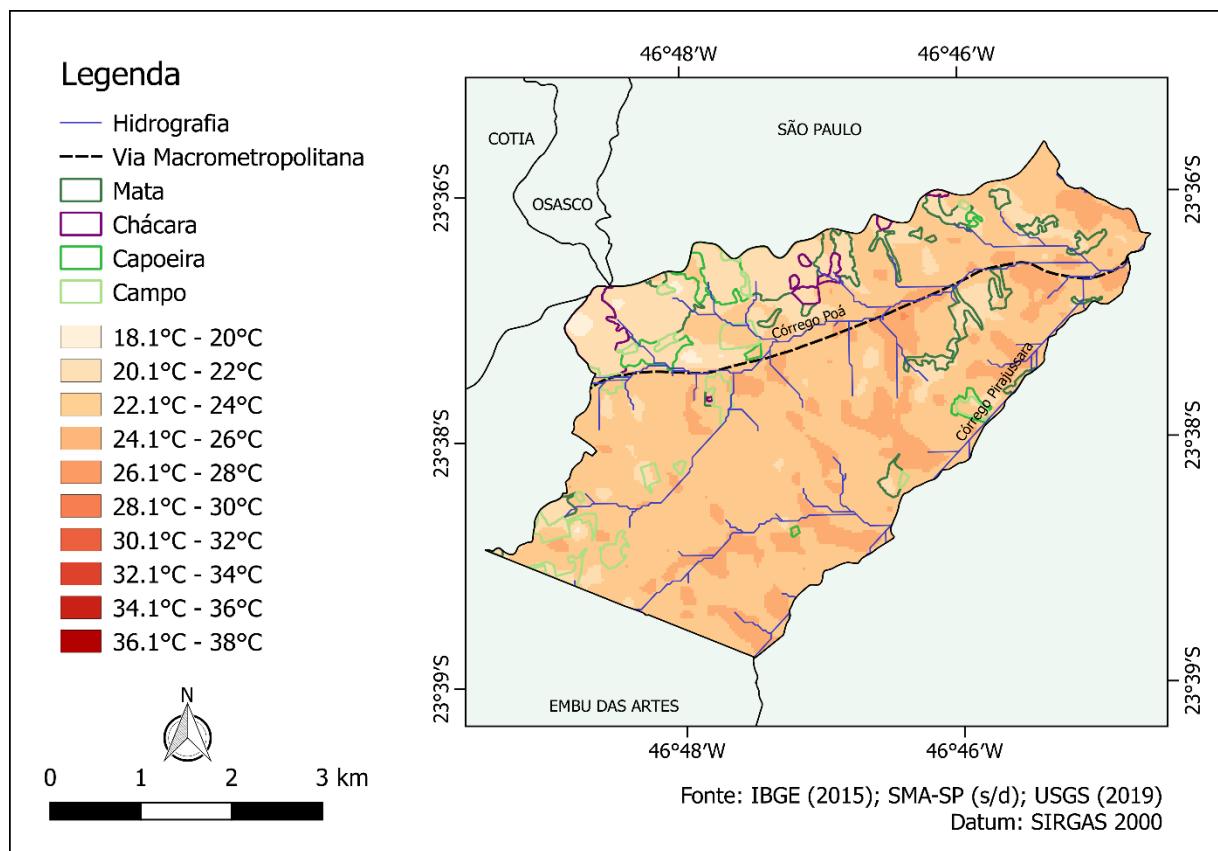


Figura 19 - Temperatura Superficial com os polígonos indicando as áreas verdes. Confecção a partir de Imagens de satélite do *Landsat 8* obtidas através do Serviço Geológico dos EUA, registradas em 30 de junho de 2019. Organização: Jordan Gonçalves (2020).

## 8. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A espacialização das unidades mesoclimáticas para a área de estudo resultou no produto cartográfico representado pela figura 21, contando com as unidades citadas na sessão anterior: central – núcleo e a sua extensão; periferia e natural.

Em relação ao Núcleo da Unidade Mesoclimática Central foram abrangidos os usos do solo tidos como área urbanizada, indústrias, equipamentos urbanos, todos próximos à Rodovia Régis Bittencourt. O acúmulo de energia devido as condições expostas manteve a temperatura superficial nesta unidade acima dos 28°C, em grande parte do terreno, e atingindo os maiores valores do índice para o município, com localidades ultrapassando os 34°C, no período quente, podendo gerar desconforto térmico dos habitantes e transeuntes. No período frio, a temperatura superficial do núcleo acompanha a queda geral do restante da área de estudo, mas ainda mantém os pontos mais elevados, com valores pouco acima dos 26°C. Grande parte do terreno encontra-se entre 22,1 e 26°C. O documento de ordenamento aponta a identificação de zonas de centralidade, industriais e também ZPR-03 – além das outras classificações. Conforme Oke e Stewart (2012), por meio da figura 2, o núcleo abrange as classificações LCZ3, LCZ4, LCZ10 e LCZA. A área nuclear desta unidade abrange o centro, centro-oeste e centro-leste do município de Taboão da Serra.

A Extensão da Unidade Mesoclimática Central acampou os usos do solo tidos como, área urbanizada, plantas industriais e manchas de vegetação. No período quente, à margem esquerda da Rodovia Régis Bittencourt, sentido metrópole, os valores de temperatura superficial estão entre 30,1 e 34°C na área urbanizada, enquanto que as manchas de vegetação, e as áreas de extensão próximas da unidade natural, encontram-se mais resfriadas com valores entre aos 26,1 e 28°C. No período frio, nesta mesma margem, os valores de temperatura superficial caem bruscamente, com os pontos mais aquecidos, encontrados na área urbanizada, atingindo pouco mais de 23°C. Segundo o Plano Diretor, grande parte desta Extensão é considerada enquanto ZPR, 01 e 02, ou seja, admitindo gabarito de altura até 15 metros, e sendo classificada, de acordo com Oke e Stewart (2012), enquanto LCZ3, devido sua compactação e baixa elevação.

Na margem direita, sentido capital, a tendência é mantida quanto os valores de temperatura da superfície, com vasta área acima dos 30°C, com exceção das manchas de vegetação, que resfriam o ambiente, no período quente. No período frio, grande parte desta unidade encontra-se entre 23 e 24°C, com as áreas verdes atingindo os 20°C. Neste setor, há predominância das ZPR novamente, embora seja adicionada a ZPR-03, com gabarito livre de altura, representada pelos edifícios, e conforme a figura 2, abrangendo as classificações de

LCZ4 e LCZ3, predominantemente. A extensão da unidade central abrange os setores norte, nordeste, sul, sudeste e parte do centro oeste do município.

Na Unidade Mesoclimática Urbana da Periferia da área de estudo foram incorporados os usos do solo dos mais variados, destaque aos aglomerados subnormais, além de indústrias, áreas urbanizadas, equipamentos urbanos, solo exposto, etc. Como pontuado anteriormente, a ocupação desordenada e/ou irregular, somada a ausência de cobertura vegetal são os atributos essenciais para o entendimento desta unidade. No período quente, grande parte do terreno apresenta valores de temperatura superficial acima dos 30°C, com alguns pontos atingindo os 34°C, com baixa cobertura vegetal para refrescar o ambiente. No período frio a variação é sensível, uma vez que a unidade apresenta índices, nestas mesmas localidades, entre 22 e 23°C, com alguns pontos variando entre 19 e 20°C. Como abordado anteriormente, o plano de ordenamento classifica esta área, em grande parte, como ZEIS evidenciando o descontrole estatal frente ao crescimento desordenado desta seção, além disso, há também áreas demarcadas enquanto ZPR-02 e Zonas Industriais. Consoante com o proposto por Oke e Stewart (2012) tal unidade climática enquadra as LCZ3, LCZ7 e LCZ10. A Unidade Mesoclimática Urbana da Periferia abrange o setor sul da área de estudo, predominantemente.

A Unidade Mesoclimática Natural abrange os usos do solo onde a vegetação é o atributo climático primordial, mesmo com alteração antrópica, caso das chácaras e campos, além das áreas de reflorestamento e reservatórios de extensão do setor noroeste. A condição natural desta unidade resultou nas menores variações de temperatura superficial, tanto no período quente quanto no frio, com o índice atingindo sempre os menores valores quando comparado às demais unidades. As descrições dos valores de temperatura superficial são semelhantes aos apresentados na descrição da unidade na seção anterior. Segundo Oke e Stewart (2012) é possível classificar os usos desta unidade como LCZA, LCZB, LCZD e LCZG – considerando o córrego Poá, que corta esta área. A Unidade Mesoclimática Natural compreende o setor noroeste do município de Taboão da Serra.

As condições meteorológicas da cidade de São Paulo, próxima a área de estudo, para os dias 30 de junho e 07 de dezembro de 2019 – período frio e quente, respectivamente – demonstram temperaturas elevadas e bom tempo atmosférico, dado a ausência de chuvas:

|                         | <b>30 de Junho</b> | <b>07 de Dezembro</b> |
|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| Temperatura Máxima (°C) | 26,5               | 28,2°C                |
| Temperatura Mínima (°C) | 18,1               | 16,6°C                |
| Pluviosidade (mm)       | 0                  | 0                     |

Quadro 4 – Dados meteorológicos da área de estudo para os dias 30 de junho e 07 de dezembro de 2019.

Fonte: Somar Meteorologia. Organização: Jordan Gonçalves (2020).

As boas condições meteorológicas também são atestadas pelas imagens do satélite GOES-16, obtidas no site do Inpe, que captaram baixo volume de precipitação para o Estado de São Paulo para os dias citados, contudo, não envolvendo a área de estudo, uma vez que não houve formação de nuvens de no Estado para o dia 30 de junho, e baixa formação para o dia 07 de dezembro, com baixo volume precipitado:

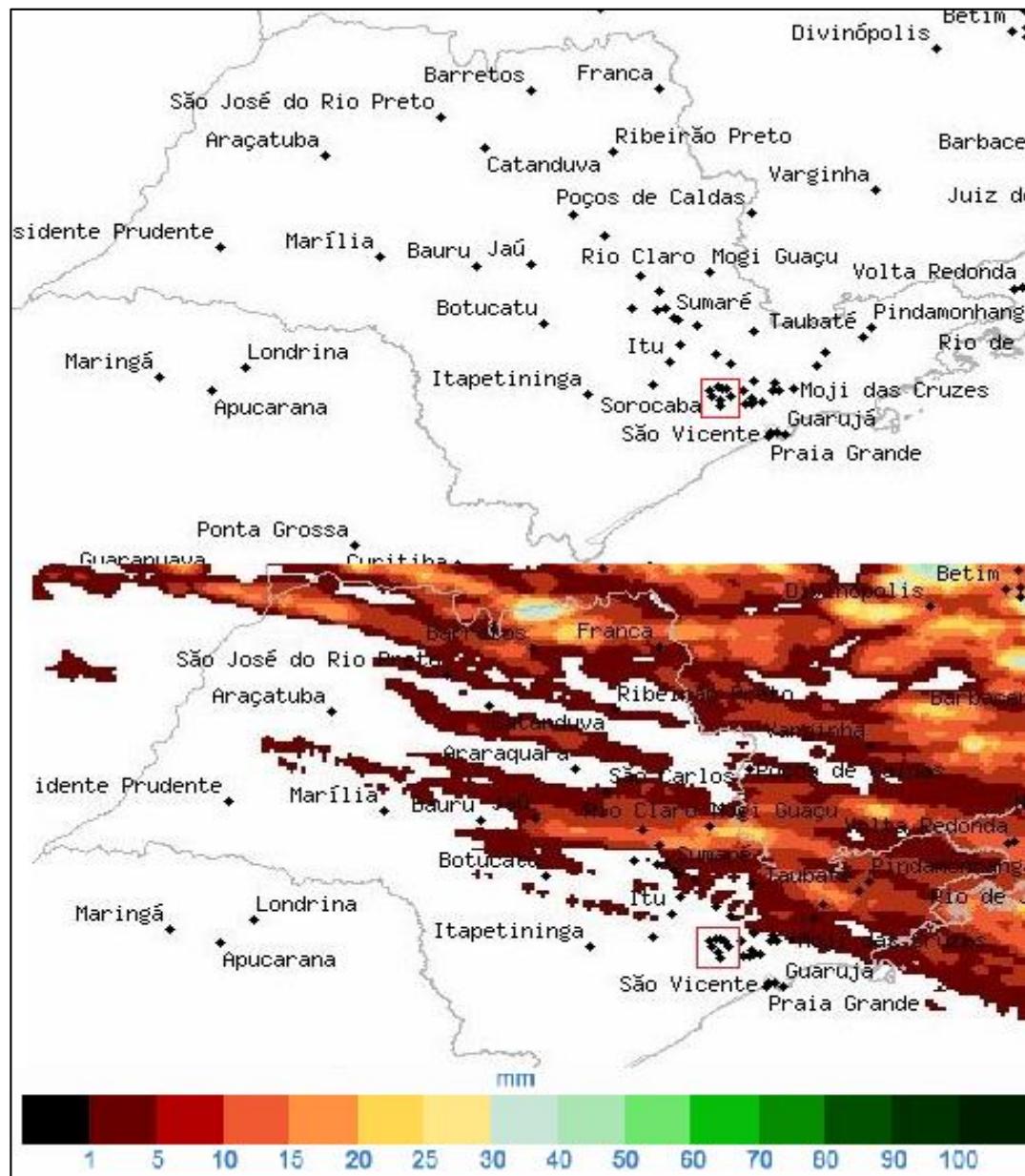


Figura 20 - Mapa da distribuição de Pluviosidade para o Estado de São Paulo nos dias 30 de junho e 07 de dez de 2019, respectivamente. Fonte: CPTEC/Inpe. Organização: Jordan Gonçalves (2020).

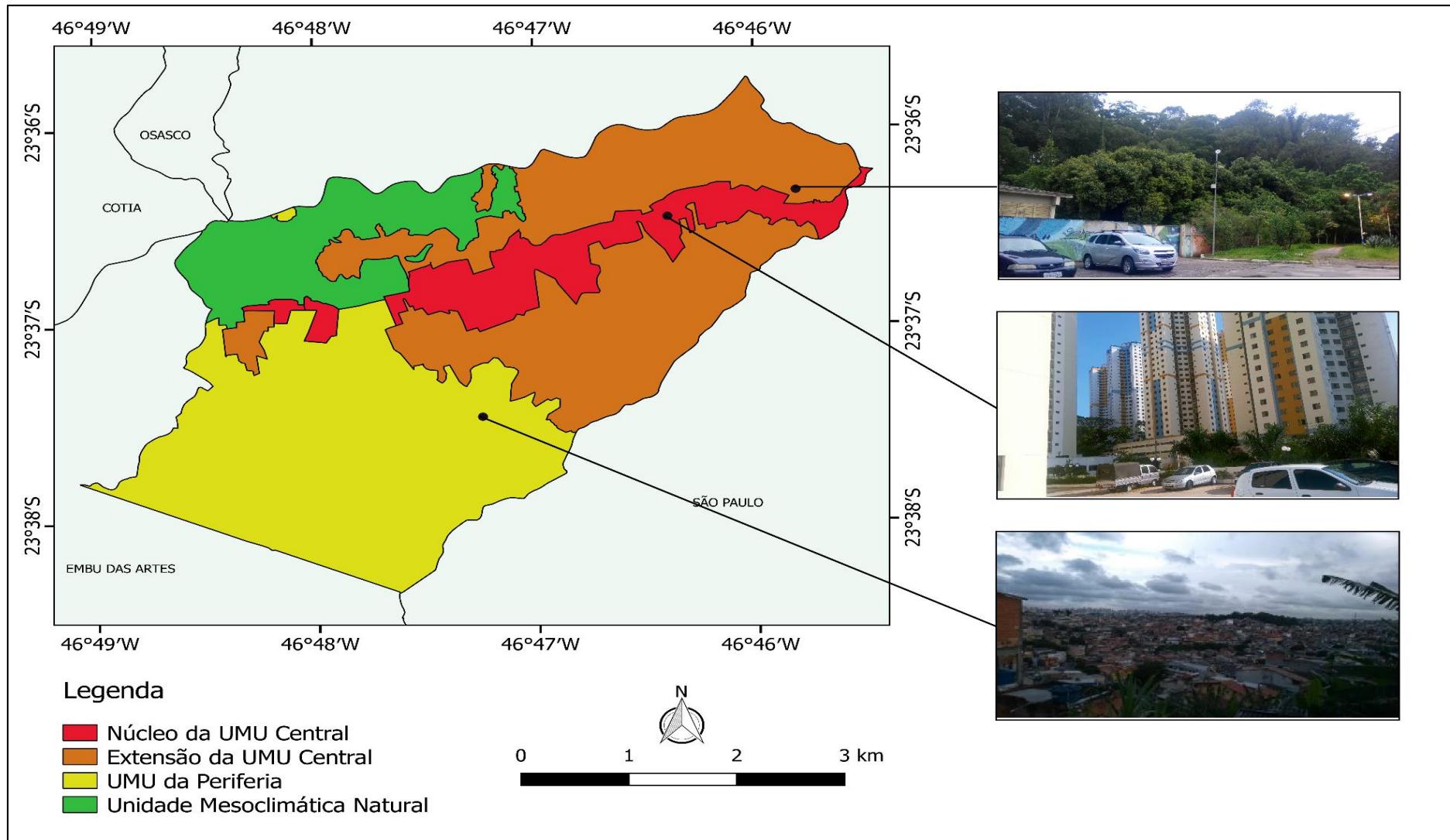


Figura 21 - Mapa das Unidades Mesoclimáticas da Área de Estudo. Confecção a partir dos dados de temperatura, uso do solo e shapefiles do IBGE (2015).

Organização: Jordan Gonçalves (2020).

## 9. CONCLUSÃO

A comparação entre os dados de distribuição da temperatura superficial da área de estudo, evidenciados pela produção cartográfica, e os dados obtidos no site *climate-data* e Inpe permite afirmar a forte característica mesoclimática da área de estudo, influenciada pela modificação espacial antrópica, e que leva à formação das diferentes unidades mesoclimáticas no município de Taboão da Serra.

As áreas urbanizadas são aquelas que, em dias sem perturbações atmosféricas, demonstram maior assimetria entre os valores de temperatura apresentados, e que podem causar desconforto térmico aos que ali estão presentes, sejam moradores, pessoas que caminham pelas vias, ou que utilizam veículos automotores sem possibilidade de regulação do ar. Certamente, a necessidade de ação estatal em cada unidade mesoclimática acaba por ser distinta, uma vez que tratam-se de divergentes realidades socioeconômicas e possibilidades de alteração espacial, sendo necessária atenção superior às situações de maior vulnerabilidade socioeconômica e socioespacial.

A Unidade Mesoclimática Urbana da Periferia demonstra elevada amplitude térmica devido aos materiais de construção das moradias, sobretudo, que absorvem e liberam calor mais rapidamente, podendo proporcionar desconforto térmico aos habitantes de acordo com as estações do ano. Além disso, a ausência de cobertura vegetal é outro ponto importante na discussão desta unidade, cabendo medidas necessárias da Prefeitura local. As áreas verdes presentes nas demais unidades são importantes amenizadoras às altas temperaturas, ainda mais nos períodos quentes, de forma que é essencial a promoção de políticas públicas que viabilizem tais instrumentos à população, como parques e praças, não somente na perspectiva do debate das questões ambientais, mas também como aparelhos de lazer, entretenimento, e apropriação espacial.

A outra Unidade Mesoclimática Urbana, Central, apresenta em sua divisão – Núcleo e Extensão – as áreas com melhor planejamento e ordenamento do espaço urbano, mas que ainda requerem ações que mitiguem os altos índices de temperatura superficial. Os enclaves florestados dispersos pela unidade têm efeito apenas local, não impactando lugares mais distantes, ou com maior tráfego de veículos, caso da região nuclear, muito incômoda de se trafegar durante os períodos mais quentes dada a elevada sensação térmica por conta da incipiente cobertura vegetal e alta impermeabilização do solo. O núcleo requer ainda mais atenção, justamente por apresentar os pontos mais quentes do município, mas até então com poucas opções, dada a principal função desta localidade, no caso de utilização da BR-116 para locomoção de mercadorias e pessoas, e instalação de moradias e áreas de serviços.

Ademais, os mapas de temperatura superficial mostraram a importância das áreas verdes para o município de Taboão da Serra, por apresentarem, sempre, maior proximidade com os valores tidos como padrão, adotando a característica de ilhas de frescor. No entanto, é alarmante a reclusão desta unidade frente as demais, concentrada em um setor da área de estudo. Como citado, frente ao efeito de amenização da temperatura se faz necessária ações estatais para a instalação de áreas verdes nas unidades mesoclimáticas tidas como urbana, e da maior apropriação destas áreas florestadas pelos municípios.

Apesar deste trabalho de descrição e análise das Unidades Mesoclimáticas Urbanas no município de Taboão da Serra ainda se faz o reconhecimento das suas limitações, e da necessidade do desenvolvimento de outras produções para melhor averiguação dos impactos do clima urbano à população local, abordando outras escalas deste fenômeno, como a microclimática, por exemplo.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. C. de C. T.; LIMA, V. **A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades.** Revista Formação. Presidente Prudente – SP, n. 13, 2006.
- \_\_\_\_\_; DUBREIL, V.; QUENOL, H.; SANT'ANA NETO, J. L.; **Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França);** Confins (Online), 7 | 2009.
- \_\_\_\_\_. Caracterização das áreas verdes em Presidente Prudente/SP. In: SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (org). Textos e contextos para a leitura geográfica de uma cidade média. Presidente Prudente: [s. n.], 2001 p. 37-52.
- \_\_\_\_\_. **Climatologia e gestão do espaço urbano.** Mercator (Fortaleza. Online), v. 9, p. 71-90, 2010.
- ARAUJO, W. T. de.; SOUZA, V. A. de.; **Evolução urbana e dinâmica da paisagem em setores periféricos da metrópole paulistana: O caso de Taboão da Serra – SP.** São Paulo, 2010. p. 231.
- BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A.; **A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo - SP.** Geousp – Espaço e Tempo (Online), v. 20, n. 1, p. 160-177, mês. 2016. ISSN 2179-0892.
- CARDOSO, R.; AMORIM, M. Estimativa da distribuição espacial da temperatura do ar com base em zonas climáticas locais (LCZ) e modelos de regressão. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território.** Lisboa, n. 12, p. 75-99, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17127/got/2017.12.005>>.
- CATUZZO, H. **Telhado Verde: Impacto Positivo na Temperatura e Umidade do Ar. O Caso da Cidade de São Paulo.** Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- CENSO DEMOGRÁFICO 2010. **Aglomerados Subnormais: Primeiros Resultados.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- \_\_\_\_\_; **Características da população e dos domicílios: resultados do universo.** Rio de Janeiro: IBGE, 2011.
- COELHO, A. L. N.; CORREA, W. S. C. **Temperatura de Superfície Celsius do Sensor TIRS/Landsat-8: Metodologia e Aplicações.** Revista Geogr. Acadêmica v.7, n.1 (xii. 2013). ISSN 1678-7226.
- DOBBERT, L. Y.; PRATA-SHIMOMURA, A. R.; ZANLORENZI, H. C. P.; FRANCO, M. A. **Percepção e conforto dos usuários do parque Trianon em São Paulo - SP.** Revista LABVERDE, v. 8, n° 2. 2017.
- DORIGON, L. P.; AMORIM, M. C. C. T.. Clima Urbano através de Sensoriamento Remoto: Evolução Histórica da Termografia da superfície de Paranavaí/PR – Brasil.** In: Archimedes Perez Filho; Raul Reis Amorim. (Org.). Os Desafios

da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. 1ed. Campinas: Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Geociências, 2017, v., p. 1777-1789.

FERREIRA, Daniele Gomes; ASSIS, Eleonora Sad de; KATZSCHNER, Lutz. **Construção de um mapa climático analítico para a cidade de Belo Horizonte, Brasil.** *urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana* [online]. 2017, vol.9, suppl.1, pp.255-270. ISSN 2175-3369. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.009.suppl1.ao01>.

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

GOBO, J.P.A.; BIBIANO, B.H.; GALVANI, E. **Zonas Climáticas Urbanas em Cidade de Pequeno Porte.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 12, n. 6 (2019), p. 2066-2079, 2019.

GONÇALVES, W. **Taboão da Serra: Sua história e sua gente.** Editora: O Pirajuçara. 1994.

GOUVEIA, N; CORRALLO FP; PONCE DE LEON AC; JUNGER W; FREITAS CU. **Poluição do ar e hospitalizações na maior metrópole brasileira.** Rev Saúde Pública. 2017;51:117.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO / EMPLASA – Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano. **Atlas do uso e ocupação do solo do município de Taboão da Serra.** Mapas de acordo com os diferentes usos e ocupações do solo do município de Taboão da Serra, escala 1:15:000, 2006.

GUERRA, Antonio Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico** / Antonio Teixeira Guerra – 8. ed. – Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 446p.: il.

LIMA, C. P. C. S.; GONZATTO, A. ; BOUCINHAS, Caio . **Superando antagonismos entre natureza e cidade: desenho participativo em Taboão da Serra;** 2007 (Grupo de Trabalho).

LOMBARDO, M. A.; **Ilha de Calor Urbano na metrópole: O exemplo de São Paulo.** São Paulo: Hucitec/Lalekla, 1985.

Marcello Martinelli, **Clima do Estado de São Paulo**, *Confins* [En ligne], 8 | 2010, mis en ligne le 14 mars 2010, consulté le 15 février 2020. URL : <http://journals.openedition.org/confins/6348> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/confins.6348>

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano.** São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p. (Série Teses e Monografias, 25).

NASCIMENTO, T. C. C; JÚNIOR, J. S. G; BARBOSA, R. V. R; **Estudo comparativo entre cânions urbanos formados em ruas com diferentes configurações: Influência da verticalização para o clima urbano.** In: XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, 2015.

OKE, T. R. **Boundary Layers Climates.** – 2nd ed. London: Methuen, 1987.

\_\_\_\_\_. **Initial Guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites.** WMO, Instruments and Observing Methods, Report n.º 81, 2004.

Organização Pan-Americana da Saúde. **Mudança Climática e Saúde: um perfil do Brasil/Organização Pan-Americana da Saúde;** Ministério da Saúde – Brasília, Organização Pan-Americana da Saúde, 2009.

PORANGABA, G. F. O.; TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T.; **Procedimentos metodológicos para análise das ilhas de calor em cidades de pequeno e médio porte.** Revista Brasileira de Climatologia, v. 21, p. 225-247, 2017.

RIBEIRO, Antonio Giacomini. **As Escaladas do Clima.** BOLETIM DE GEOGRAFIA TEORÉTICA, 23(46-46):288-294, 1993.

ROSS, L. S. Jurandyr; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Mapas e Relatório.** Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo. FFLCH/USP e IPT/FAPESP 1997.

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira.** 5.ed.; 3. reimpr. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo - EDUSP, 2013.

TARIFA, Junior; AZEVEDO, G. Os Climas “Naturais”. In TARIFA, J. e AZEVEDO, T. R. (org). **Os Climas na Cidade de São Paulo, teoria e prática.** São Paulo. GEOUSP. 2001.

VIDAL, M. B.; AMORIM, M. C. C. T. **Análise da Temperatura do Ar e Formação das Ilhas de Calor Urbano em Bairros com Características Distintas em Presidente Prudente/SP.** In: XVIII Encontro Nacional de Geógrafos. A Construção do Brasil: geografia, ação política e democracia, 2016. São Luís – MA.

## Sites

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal IBGE Cidades. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/taboao-da-serra/pesquisa/22/28120>>. Acesso em: jan de 2019.

PREFEITURA DE TABOÃO DA SERRA. História do Município. 2016. Disponível em: <<http://ts.sp.gov.br/nossa-cidade/nossa-historia>>. Acesso em: jan de 2019.

\_\_\_\_\_. Lei nº 132 de 26/12/2006. Disponível em: <[https://leismunicipais.com.br/pdf/Lei-complementar-132-2006-Taboao-da-serra-SP-consolidada-\[11-07-2019\].pdf](https://leismunicipais.com.br/pdf/Lei-complementar-132-2006-Taboao-da-serra-SP-consolidada-[11-07-2019].pdf)>. Acesso em: dez de 2019.

\_\_\_\_\_. Acervo de Fotografias do Município. 2017. Disponível em: <[http://www.taboaohistoriaememoria.com.br/maissearch.php?art\\_id=158](http://www.taboaohistoriaememoria.com.br/maissearch.php?art_id=158)>. Acesso em: jan de 2019

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Lei nº 5121 de 31/12/1958. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/39816>>. Acesso em: dez de 2018.

\_\_\_\_\_. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Lei nº 5285 de 19/02/1959. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=40034>>. Acesso em: dez de 2018.

SERVIÇO GEOLÓGICO DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Obtenção das imagens do satélite *Landsat 8*. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: jan e fev de 2020.