

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

THIAGO LUIZ DE LIMA

**Avaliação da Ilha de Calor Urbana na Zona Norte de São Paulo: Estudo de Caso do Bairro
Jardim Peri**

São Paulo

Ano 2019

THIAGO LUIZ DE LIMA

Avaliação da Ilha de Calor Urbana na Zona Norte de São Paulo: Estudo de Caso do Bairro Jardim Peri

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 - Climatologia

Orientador: Prof. Emerson Galvani

São Paulo

Ano 2019

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.

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

L732a Lima, Thiago Luiz de
Avalização da Ilha de Calor Urbana na Zona Norte de São Paulo: Estudo de Caso do Bairro Jardim Peri / Thiago Luiz de Lima ; orientador Emerson Galvani. - São Paulo, 2019.
123 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. CE640.3.8.1 Microclima Urbano. I. Galvani, Emerson, orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, família e à minha namorada, com amor, admiração e gratidão pelo apoio, carinho e presença ao longo do período de elaboração desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Emerson Galvani, pela atenção e apoio durante o processo de definição e orientação deste trabalho.

À Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP) pela oportunidade de realização do curso de Geografia.

Ao departamento de Geografia.

A todos os professores deste departamento das mais diversas áreas do conhecimento geográfico com quem tive a oportunidade de assistir aulas.

Ao Laboratório de Climatologia e Biogeografia (LCB) da FFLCH-USP.

Ao Laboratório de Cartografia da FFLCH-USP.

A minha namorada, Ana Beatriz Coelho, pelo apoio e companheirismo.

A técnica Michele do Laboratório de Cartografia pelo auxílio na criação dos mapas.

Às minhas amigas de estudo, Caroline Ferraz e Fátima, que me ajudaram na elaboração dos mapas.

Ao técnico Rogério do LCB pelo auxílio quanto ao uso do aparelho HT-500 utilizado para a coleta dos dados deste trabalho.

Ao meu amigo de estudos, Gabriel Galvão, pelas diversas discussões teóricas referentes a esta pesquisa.

Aos colegas de classe que me acompanham desde o começo do curso de Geografia.

EPIGRAFE

“É preciso penetrar na cidade, no seu interior, e compreendê-la como fato social produtor de uma acentuada gama de derivações progressivas.”.

(MONTEIRO, Augusto Figueiredo, 1991)

RESUMO

LIMA, L. Thiago, Avaliação da Ilha de Calor Urbana na Zona Norte de São Paulo: Estudo de Caso Bairro Jardim Peri. 2019. 120 f. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

A Ilha de Calor urbana é um fenômeno presente nos grandes centros aglomerados. Sua principal característica é a diferença de temperatura do ar entre as cidades urbanizadas e as áreas rurais. Este fenômeno é causado, principalmente, em decorrência do tipo de uso e ocupação do solo que o homem exerce sobre a crosta terrestre. Os materiais que compõem a impermeabilização do solo apresentam maior absorção de radiação solar frente às áreas vegetadas, influenciando diretamente na temperatura do ar e gerando a Ilha de Calor urbana. Para tanto, o bairro do Jardim Peri localizado no distrito da Vila Nova Cachoeirinha na Zona Norte do município de São Paulo apresenta essas características urbanas como impermeabilização do solo com residências de baixa e média renda; retificação de rios; área comercial; e área natural. Desta forma, o estudo realizado neste bairro através das análises de campo indica que a temperatura e a umidade relativa do ar no Jardim Peri variam de acordo com o tipo e o modo de uso e ocupação do solo. Partindo deste princípio, o bairro foi dividido em três Unidades Microclimáticas e os resultados mostram que as temperaturas mais elevadas estão dentro da Unidade Microclimática I (setor com pouca presença de vegetação e intensa impermeabilização urbana). Já as temperaturas mais baixas estão na Unidade Microclimática II (setor de serra com intensa presença de vegetação natural de Mata Atlântica Ombrófila Densa Montana e pouca impermeabilização do solo). Por fim, as temperaturas que variaram entre as Unidades Microclimáticas I e II estão na Unidade Microclimática III (setor impermeabilizado com intensa presença de vegetação). Os resultados também mostram que as amplitudes térmicas da temperatura do ar no Jardim Peri chegaram a 4,1°C, sendo elevado para um espaço territorial estudado sob uma escala reduzida Topoclimática. Outra questão muito importante é a associação que a atmosfera possui com o modo de vida das pessoas no bairro do Jardim Peri. A Unidade Microclimática I é caracterizada por residências de baixo padrão com telhados de zinco e amianto, apresentando temperaturas elevadas. Por outro lado, a Unidade Microclimática III possui residências de médio e alto padrão com telhados de cerâmica ou de barro e intensa distribuição foliar, apresentando temperaturas mais amenas. O tipo dos materiais que revestem os telhados e a intensidade da distribuição arbórea são elementos fundamentais que influenciam no balanço energético atmosférico. Logo, os moradores de baixa renda do bairro Jardim Peri residem em habitações simples num setor cuja temperatura do ar é elevada, sendo uma Ilha de Calor Urbana. Em contrapartida, os moradores de maior aquisição econômica vivem noutro ponto do bairro cujo setor apresenta temperaturas do ar mais amenas. Portanto, os indicadores informam que o modo de apropriação do espaço urbano no Jardim Peri possui um recorte de classes que pode ser discutida sob a ótica da análise climatológica, uma vez que as condições da vida urbana no bairro expressam uma relação mútua e direta com os fenômenos atmosféricos.

Palavras-chave: Ilha de Calor Urbana; Jardim Peri; temperatura do ar; umidade relativa; uso e ocupação do solo.

ABSTRACT

The Urban Heat Island is a phenomenon present in the large agglomerated centers. Its main feature is the difference in air temperature between urbanized cities and rural areas. This phenomenon is mainly caused by the type of use and occupation of the soil that man exerts on the earth's crust. The materials that compose the waterproofing of the soil present greater absorption of solar radiation in front of the vegetated areas, directly influencing the air temperature and generating the urban Heat Island. To this end, the Jardim Peri neighborhood located in the district of Vila Nova Cachoeirinha in the Northern Zone of the municipality of São Paulo presents these urban characteristics as waterproofing of the soil with low and middle income households; river rectification; Commercial area; and natural area. Thus, the study conducted in this neighborhood through the field analyzes indicates that the temperature and relative humidity of the air in the Peri Garden vary according to the type and the mode of use and occupation of the soil. Based on this principle, the neighborhood was divided into three Microclimatic Units and the results show that the highest temperatures are within the Microclimatic Unit I (sector with little presence of vegetation and intense urban waterproofing). On the other hand, the lowest temperatures are in the Microclimatic Unit II (saw sector with intense presence of natural vegetation of the Atlantic Rain Forest) and little waterproofing of the soil. Finally, the temperatures that varied between Microclimatic Units I and II are in Microclimatic Unit III (waterproofed sector with intense presence of vegetation). The results also show that the thermal amplitudes of air temperature in the Peri Garden reached 4.1 ° C, being elevated to a territorial space studied under a reduced scale Topoclimatic. Another very important issue is the association that the atmosphere has with the way of life of the people in the neighborhood of Jardim Peri. Microclimatic Unit I is characterized by low standard houses with zinc and asbestos roofs, presenting high temperatures. On the other hand, the Microclimatic Unit III has medium and high standard residences with ceramic or clay roofs and intense leaf distribution, presenting milder temperatures. The type of roofing materials and the intensity of the tree distribution are fundamental elements that influence the atmospheric energy balance. Therefore, the less affluent residents of the Jardim Peri neighborhood reside in simple dwellings in a sector whose air temperature is high, being an Island of Urban Heat. On the other hand, the inhabitants of greater economic acquisition live in another point of the neighborhood whose sector has cooler air temperatures. Therefore, the indicators indicate that the mode of appropriation of the urban space in the Peri Garden has a class cut that can be discussed from the perspective of the climatological analysis, since the conditions of the urban life in the neighborhood express a mutual and direct relation with the atmospheric phenomena.

Keywords: Island of Urban Heat; Garden Peri; Air temperature; relative humidity; use and occupation of the soil.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Altitudes máxima, mínima e média das três Unidade Microclimáticas ao longo dos seus respectivos transectos.....	58
Tabela 2: Velocidade e data dos transectos	68
Tabela 3: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/2018	72
Tabela 4: Dados Climáticos Registrados Junto a Estação Meteorológica Automatica do INMET no dia 18/09/2018.	80
Tabela 5: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 02/10/2018	83
Tabela 6: Dados Oficiais Meteorológicos (Mirante de Santana) – 02/10/2018	85
Tabela 7: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 09/10/2018	93
Tabela 8: Dados Oficiais Meteorológicos (Mirante de Santana) – 09/10/2018	94
Tabela 9: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18.....	96
Tabela 10: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18.....	98
Tabela 11: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18.....	101
Tabela 12: Diferenças de temperatura do ar (média, máxima e mínima) entre a Unidade Microclimática I e a Unidade Microclimática III em 18/09/18.....	102
Tabela 13: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 02/10/18.....	104
Tabela 14: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 02/10/18.....	106
Tabela 15: Diferenças de temperatura do ar (média, máxima e mínima) entre a Unidade Microclimática I e a Unidade Microclimática III em 02/10/18.....	107
Tabela 16: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 09/10/18.....	108
Tabela 17: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 09/10/18.....	110
Tabela 18: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 09/10/18.....	112

Tabela 19: Diferenças de temperatura do ar (média, máxima e mínima) entre a Unidade Microclimática I e a Unidade Microclimática III em 09/10/18.....	113
Tabela 20: Altitudes máxima, mínima e média das três Unidade Microclimáticas ao longo dos seus respectivos transectos.....	116

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 -Unidade Microclimática I – Imagem de Satélite	53
Imagem 2: Terreno com extensa área de solo exposto	55
Imagem 3: Unidade Microclimática II – Imagem de Satélite	57
Imagem 4: Estação de Tratamento de Água (ETA).....	59
Imagem 5 - Pontos entre 19 e 21	109
Imagem 6 - Pontos entre 74 e 80	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema da Ilha de Calor e sua interação com o uso e cobertura do solo.....	20
Figura 2: Evolução Demográfica do Distrito de VI. Nova Cachoeirinha.....	25
Figura 3: Transectos P1 e P2 Realizados em Presidente Prudente, SP	29
Figura 4: A Ilha de Calor Urbana em Araçatuba, SP.....	30
Figura 5: Transectos P1 e P2 Realizados em Araçatuba, SP	30
Figura 6: Noção de Hierarquia segundo Arthur Koesthler	33
Figura 7: Paisagem do Jardim Peri dentro da Unidade Microclimática I.....	54
Figura 8: Altitude do Transecto da Sub Área I.....	55
Figura 9: Paisagem do Jardim Peri dentro da Unidade Microclimática I.....	56
Figura 10: Altitude do Transecto da Sub Área I.....	58
Figura 11: Paisagem do Jardim Peri dentro da Unidade Microclimática II	60
Figura 12: Unidade Microclimática III – Imagem de Satélite	62
Figura 13: Trecho entre os pontos 65 a 67	63
Figura 14: Paisagem do Jardim Peri dentro da Unidade Microclimática III	64
Figura 15: Paisagem do Jardim Peri dentro da Unidade Microclimática III – Pontos 81 a 88.....	65
Figura 16: Paisagem do Jardim Peri dentro da Unidade Microclimática III – Pontos de 88 a 90	66
Figura 17: Altitude do Transecto da Sub Área III	66
Figura 18: Variação da temperatura do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18.....	70
Figura 19: Variação da umidade relativa do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18	71
Figura 20: Índice de área foliar e classificação termal de São Paulo	75
Figura 21: Variação da temperatura conforme mudança da altitude do terreno em 18/09/19.....	76
Figura 22: Variação da temperatura do ar ao longo do transecto realizado em 02/10/18.....	81
Figura 23: Variação da umidade relativa do ar ao longo do transecto realizado em 02/10/18	82
Figura 24: Variação da temperatura do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18.....	82
Figura 25: Variação da temperatura do ar ao longo do transecto realizado em 09/10/18.....	88
Figura 26: Variação da umidade relativa do ar ao longo do transecto realizado em 09/10/2018	88
Figura 27: Variação da temperatura do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18, 02/10/18 e 09/10/18	90

Figura 28: Variação da umidade relativa do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18, 02/10/18 e 09/10/18.	92
Figura 29: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 18/09/18	95
Figura 30: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 18/09/18	98
Figura 31: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 18/09/18	100
Figura 32: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 02/10/2018	103
Figura 33: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 02/10/2018	105
Figura 34: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 02/10/2018	106
Figura 35: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 09/10/2018	108
Figura 36: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 09/10/2018	110
Figura 37: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 09/10/2018	111
Figura 38: Altitude das três Unidades Microclimáticas sobrepostas no mesmo gráfico.	116

LISTA DE FOTOS

Foto 1- Trecho do percurso próximo ao ponto 9	53
Foto 2- Pontos entre 1 e 8.....	96
Foto 3- Pontos entre 9 e 18	97
Foto 4- Pontos entre 19 e 27	97
Foto 5- Pontos entre 28 e 65	100
Foto 6- Pontos entre 66 e 79	102
Foto 7- Pontos entre 66 e 79	103

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Localização da Área de Estudos	22
Mapa 2: Mapa das Unidades Climáticas Urbanas do Município de São Paulo.....	24
Mapa 3: Região do Bairro Jardim Peri	26
Mapa 4: Área de Estudos do Jardim Peri: Unidades Microclimáticas I, II e III.....	48
Mapa 5: Mapa Setores Censitário e Transecto	50
Mapa 6: Informações de Campo.....	51
Mapa 7: Altitude da Área Total de Estudos.....	77
Mapa 8: Temperatura do Ar ao Longo do Transecto em 18/09/18	79
Mapa 9: Temperatura do Ar ao Longo do Transecto em 02/10/18	84
Mapa 10: Temperatura do Ar ao Longo do Transecto em 09/10/18	93

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ICU	Ilha de Calor Urbana
QGIS	Quantum <i>Geographic Information System</i>
SCU	Sistema Clima Urbano
TAR	Temperatura do Ar
UMC I	Unidade Microclimática I
UMC II	Unidade Microclimática II
UMC III	Unidade Microclimática III
URA	Umidade Relativa do Ar
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
1.1. Objetivo.....	21
1.2. Informações da Área de Estudo	22
2. REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.1. A Ilha de Calor Urbana em Presidente Prudente, SP	28
2.2. A Ilha de Calor Urbana em Araçatuba, SP	29
2.3. A Contribuição de Monteiro para a Climatologia Brasileira.....	31
2.4. Os Estudos de Climatologia na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).....	34
2.5. Os Climas Naturais e Urbanos da Cidade de São Paulo	39
3. METODOLOGIA	47
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS: BAIRRO JARDIM PERI	
3.1. Unidade Microclimática I.....	52
Pontos 01 a 27 e 94 a 102 – trecho com ocupação residencial de baixa renda.....	52
3.2. Unidade Microclimática II.....	56
Pontos 28 a 65 - trecho de serra com vegetação natural de mata atlântica – Floresta Ombrófila Densa Montana.....	56
3.3. Unidade Microclimática III	62
Pontos 66 a 93 - trecho de ocupação residencial de média e alta renda	62
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
4.1. Variações Climáticas da Área Total de Estudos – Temperatura e Umidade Relativa do Ar ..	67
4.2. Variações Climáticas da Atmosfera no dia 18 de setembro de 2018: Área Total de Estudos	70
4.3. Variações Climáticas da Atmosfera no dia 02 de outubro de 2018: Área Total de Estudos..	81
4.4. Variações Climáticas da Atmosfera no dia 09 de outubro de 2018: Área Total de Estudos..	85
4.5. Variações Climáticas da Atmosfera no dia 18 de setembro de 2018: Unidades Microclimáticas I, II e III	94
Unidade Microclimática I.....	95
Unidade Microclimática II	98
Unidade Microclimática III	100

4.6. Variações Climáticas da Atmosfera no dia 02 de outubro de 2018: Unidades Microclimáticas I, II e III.....	103
Unidade Microclimática I.....	103
Unidade Microclimática II	105
Unidade Microclimática III	106
4.7. Variações Climáticas da Atmosfera no dia 09 de outubro de 2018: Unidade Microclimáticas I, II e III.....	108
Unidade Microclimática I.....	108
Unidade Microclimática II	110
Unidade Microclimática III	111
5. CONCLUSÕES	114
5.1. Lacunas da Pesquisa.....	115
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119

1. INTRODUÇÃO

O fenômeno Ilha de Calor Urbana (ICU) é evidenciado pela diferença de temperatura entre as áreas urbanas e rurais (GONZALEZ, KRÜGER, 2016). A ICU ocorre por uma conjuntura de fatores introduzida no processo de formação urbana. A cidade intervém no balanço de energia da superfície terrestre principalmente por meio da absorção de energia solar em forma de calor e sua emissão posterior. A presença do fator antropogênico nos locais urbanizados também contribui para este balanço térmico (OKE, 2002). Ou seja, as ações causadas pelo desenvolvimento urbano como a construção de edifícios e a intensa impermeabilização do solo, bem como a presença humana geram condições de balanço térmico superficial das cidades e assim a Ilha de Calor Urbana.

Outra forma de entender o fenômeno da ICU é o estudo de Carvalho (2001) no qual explica que há três tipos de alterações climáticas causadas pelo processo de urbanização: alteração física das superfícies da terra por meio da intensa impermeabilização do solo; aumento da capacidade de armazenamento de temperatura dos lugares; e a emissão de poluentes. Esses três componentes vinculados à dinâmica atmosférica de energia vão gerar a Ilha de Calor.

Entrando mais a fundo no tema, Lombardo (1985) explica que a Ilha de Calor é um fenômeno que possui duas características principais: a ação antrópica sobre o meio urbano através do uso e ocupação do solo; e as características físicas do espaço geocológico. Logo, a urbanização materialmente construída no espaço altera significativamente o clima urbano por meio da capacidade de absorção térmica das superfícies, impermeabilização do solo, alterações na cobertura vegetal (nível de distribuição arbórea), concentração de edifícios que interferem na dinâmica dos ventos e contaminação da atmosfera com a emissão de gases e partículas provenientes dos processos de produção e circulação de áreas urbanas. Assim sendo, o exercício das diferentes atividades humanas ocorridas dentro dos espaços urbanos como parques, praças, ruas, setores industriais e residenciais, bem como a configuração física morfológica da cidade são mecanismos que influenciam nas variações climáticas do espaço urbano, principalmente nas alterações da temperatura do ar, umidade do ar e dinâmica dos ventos.

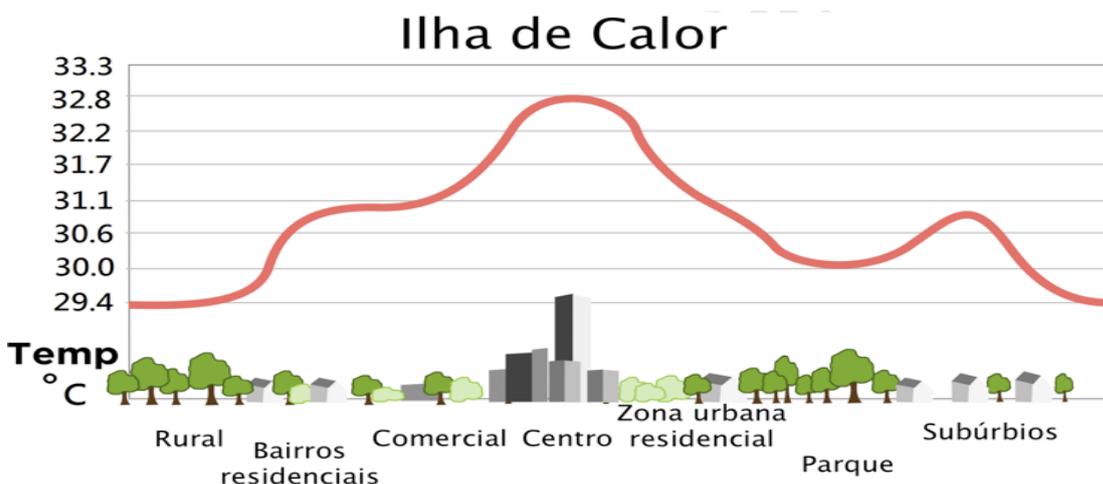
Lombardo (1985) ainda diz que a superfície da cidade sobre a qual se construíram variadas formas de edificações caracteriza uma relação tridimensional entre a estrutura urbana e a atmosfera. As variações climáticas da estrutura urbana de intensa construção edificante e impermeabilização do solo destoam completamente daquelas áreas mais abertas e longínquas ao seu entorno (áreas rurais), ocasionando desta maneira diferenças de temperatura, de velocidade do vento, de umidade, de pureza do ar entre muitos outros atributos atmosféricos. Neste sentido, pode ocorrer dentro de um espaço urbano grandes variações nas condições climáticas locais, desde a menor escala como o tamanho de um edifício até uma escala mais elevada como o tamanho de uma metrópole. Desta forma, um dos mecanismos para compreender os fenômenos atmosféricos da Ilha de Calor é avaliar e levar em consideração:

“a configuração geométrica dos edifícios, as propriedades dos materiais de construção, as cores das superfícies exteriores, a extensão e a densidade da área construída, as condições de sombra nas ruas e nos estacionamentos, a distribuição das áreas verdes, a relação entre índice de área construída e espaços livres. Ou seja, a íntima relação entre o uso do solo e a elevação das temperaturas internas da cidade impõe uma análise, em diferentes escalas, dos padrões de uso do solo urbano” (LOMBARDO, 1985, p. 78).

Angelocci, Pereira e Sentelhas (2002) também corroboram a citação acima ao afirmarem que dentro da climatologia, principalmente na escala do microclima, o principal fator determinante que influencia no balanço de energia atmosférica local é a função do tipo de cobertura do terreno, ou seja, se o mesmo apresenta um solo nu, florestas, gramado, edifícios, represa etc.

Devido a essa conjuntura espacial, a temperatura do ar atmosférico dos centros urbanos é mais elevada que os locais da sua extremidade. A taxa de calor nos centros urbanos é maior que a taxa de calor das redondezas gerando maiores temperaturas atmosféricas nas áreas urbanizadas em relação às áreas rurais (NUNES, 2008). Isso se dá pelo tipo de uso e ocupação da terra entre a área central e as suas extremidades. A superfície dos materiais presente nas construções urbanas é diferente daquela encontrada nas áreas rurais. As áreas pavimentadas possuem um determinado índice de absorção e reflexão da radiação solar que difere das áreas rurais. Desta forma, cada lugar terá uma dinâmica térmica atmosférica peculiar conforme explica a figura 1 (LOMBARDO, 1985). Na figura 1 é possível observar que a temperatura do ar é baixa nas áreas rurais e nos bairros com intensa presença de vegetação. Conforme se caminha em direção ao centro onde a distribuição arbórea é muito reduzida ou inexistente com alto nível de impermeabilização do solo urbano como prédios altos e ruas asfaltadas, a temperatura do ar se eleva significativamente. Nesta mesma figura também é possível compreender que a falta de distribuição foliar nos subúrbios pode agir como outro indicador de aumento da temperatura do ar.

Figura 1: Esquema da Ilha de Calor e sua interação com o uso e cobertura do solo.



Fonte: Adaptado OKE (2002)

“A Ilha de Calor Urbana (ICU), evento reconhecido a mais de um século, é o mais claro e bem documentado exemplo de mudança climática provocada pela ação antrópica” (BARROS, LOMBARDO, 2016, p. 04). Tal fenômeno se relaciona com outros eventos atmosféricos como a precipitação das chuvas, poluição do ar e alteração nas amplitudes térmicas. Também está relacionada ao tipo do uso e ocupação do solo urbano, bem como às condições de habitação e saúde pública (BARROS, LOMBARDO, 2016). A ICU é um evento muito presente nos grandes centros urbanos de todo o mundo. Os espaços urbanos provocam mudanças microclimáticas e isso é um fenômeno a ser estudado, pois causa impactos no conforto térmico sentido pelas pessoas.

Foi Lombardo (1985) quem realizou um dos primeiros estudos sobre a Ilha de Calor urbana no município de São Paulo e na sua região metropolitana. Ela avaliou a variação de Temperatura do Ar (TAR) e a Umidade Relativa do Ar (URA) diurna através da coleta de dados de 45 pontos espelhados pela Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Também foi utilizado em conjunto imagens termais com cálculos de temperatura da superfície na escala de 1 km x 1 km. Ao analisar uma das diversas imagens de satélite NOAA-7 geradas no INPE e interpretadas pela Lombardo (1985), a autora mostrou que a Ilha de Calor Paulistana localizava-se nas áreas industriais e de serviços como o centro da cidade de São Paulo e nas proximidades do Rio Tietê. Já o bairro do Morumbi e o Parque do Estado apresentavam temperaturas mais amenas, com diferenças que chegavam a 7°C em relação àquelas áreas do centro e industriais.

Um dos primeiros estudos intraurbanos sobre a ICU no município de São Paulo foi realizado por Ribeiro (1996) no qual se avaliou as diferenças de temperatura com base nos padrões de uso e ocupação do solo urbano. Para este estudo, Ribeiro utilizou os dados meteorológicos de 3 estações fixas e as imagens termais de satélites do Landsat 7 sobre a temperatura da superfície em questão. O mesmo satélite foi utilizado por Tarifa e Armani (2001) para medir a temperatura das superfícies do município e definir as unidades climáticas urbanas em conformidade com a morfologia da cidade e o seu uso do solo.

Outro fator importante é o albedo das superfícies dos materiais urbanos que apresentam diferentes níveis de absorção da radiação solar em forma de calor. Os diversos tipos de telhados, asfaltos, concretos entre outros aparatos que compõem o espaço urbano reagem de maneira diferente quanto à sua ação de reflexão da radiação solar. Isso vai depender da sua cor, tipo de material (se é sintético ou não) e das condições gerais do local onde se encontra. Para tanto, Catuzzo (2013) avaliou a importância do telhado verde como um agente redutor de impacto das alterações do microclima urbano. Seu trabalho foi realizado no centro de São Paulo onde analisou a umidade relativa do ar de superfícies verdes e de superfícies de concreto. Ao comparar os dados de ambas as superfícies, considerou que o telhado verde seria uma possível ação mitigatória na Ilha de Calor urbana da cidade de São Paulo, uma vez que a copa vegetativa apresenta maior reflectância radioativa.

Segundo dados do último censo do IBGE (2010), a população do município de São Paulo é de 11.253.503 habitantes, possui uma área de 1.521 km², apresenta uma densidade demográfica de 7.898,2 hab/km² e uma frota com 8.622.427 veículos registrados (Detran, 2018). Como podemos ver, o município de São Paulo concentra um elevado número de habitantes que conseqüentemente causa diversos impactos socioespaciais onde um deles é a questão da ICU no clima local da cidade.

Partindo desta conjuntura de grande aglomeração populacional e da presença da ICU em São Paulo, este trabalho busca avaliar e discutir o fenômeno da ICU no bairro Jardim Peri dentro do distrito da Vila Nova Cachoeirinha.

1.1. Objetivo

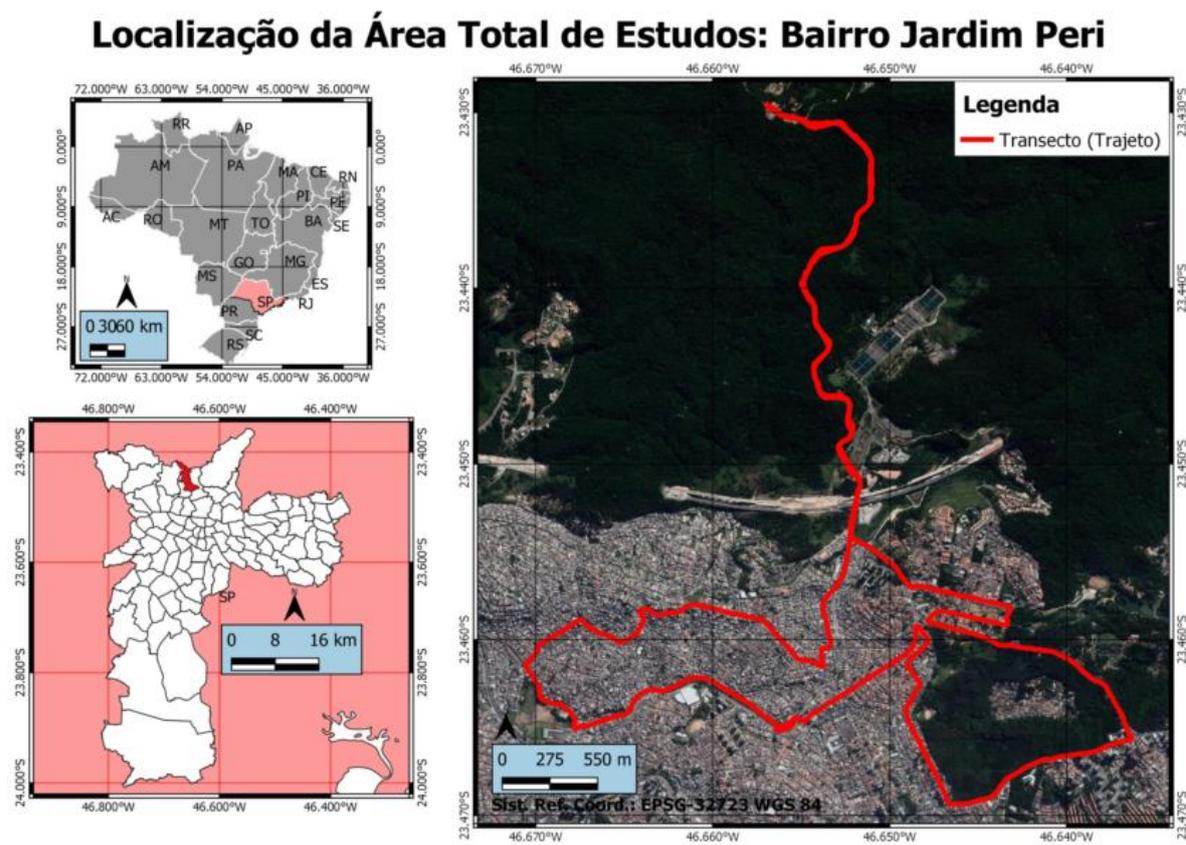
Este trabalho visa realizar um estudo no bairro do Jardim Peri com a finalidade de caracterizar este local como uma Ilha de Calor urbana dentro da cidade de São Paulo. O estudo se deu com base nas características ambientais que o bairro apresenta e nas coletas de dados em campo sobre a temperatura e a umidade relativa do ar.

1.2. Informações da Área de Estudo

O bairro Jardim Peri está situado na Zona Norte do município de São Paulo e dentro do distrito da Vila Nova Cachoeirinha (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2014). O distrito da Vila Nova Cachoeirinha possui uma população com 157.408 pessoas, densidade de 118,35 hab/ha e uma área territorial de 13,5 km², (Censo IBGE, 2010). Contudo, a prefeitura regional não disponibiliza dados empíricos sobre essas informações do bairro Jardim Peri, uma vez que não há delimitação territorial oficial para o conceito bairro.

O mapa 1 é o recorte territorial onde a pesquisa foi realizada. Também podemos ver no mapa que a parte sudeste da área delimitada ultrapassa o limite do distrito da Vila Nova Cachoeirinha, entrando no distrito do Mandaqui.

Mapa 1: Localização da Área de Estudos



Fonte: Organizado pelo próprio autor no software QGIS

O Jardim Peri foi oficialmente fundado em 5 de maio de 1951 no qual “foi lavrada a certidão de registros de imóveis das terras conforme a Lei n° 12.030” (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2017). Antes de se tornar um bairro, o Jardim Peri fora parte de duas grandes fazendas da região. Em 1940 foi iniciado o processo de loteamento dessas fazendas e a área correspondente ao bairro Jardim Peri foi loteada pelo então empresário Peri Ronchetti de nacionalidade italiana que era ligado à indústria da tecelagem de São Paulo (CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2012). A gleba adquirida na época correspondia a uma área total de 1 milhão de metros quadrados e foi chamada, durante a sua transição, de Bairro Guaraú que pertencia ao 4° subdistrito de Nossa Senhora do Ó e por fim Jardim Peri,

pertencente ao distrito da Vila Nova Cachoeirinha (CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2012).

O bairro Jardim Peri está muito próximo da vertente da Serra da Cantareira (extensa área de mata densa natural), bem como possui uma grande favela em que parte dela “configura-se em espaço constituído principalmente de habitações horizontais de baixo padrão em avançado estágio de ocupação clandestina em um terreno linear no fundo de um vale, em área de preservação permanente...” (Utamura, 2010, p. 46). No bairro e em seu entorno também há construções de residência de classe média e média alta.

A geomorfologia da área de estudo é formada pela Unidade Morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico e litologia predominante Pré-Cambriana. O relevo apresenta acentuadas formações de morros e cristas que possuem processos geológicos intrusivos que servem de base de sustentação para as elevações, como o caso da serra da Cantareira com altitudes que variam entre 700 e 1200 m (ROSS e MOROZ, 1997); (UTIMURA, 2010).

Com relação ao clima local da área de estudos, pode ser definido com base nos dados das normais climatológicas da Estação Meteorológica do INMET – Mirante de Santana (SP) – coletados entre os anos de 1961-1990 e computados por Tarifa e Armani (2001). A Estação Meteorológica do Mirante de Santana fica a 6 quilômetros da área de estudos. A normal climatológica desta estação demonstra um regime de chuvas e temperaturas do ar característicos desta região. Basicamente, encontramos duas estações bem definidas ao longo do ano: “uma quente e chuvosa de outubro a março, e outra fria e relativamente mais seca de abril a setembro” (UTIMURA, 2010). Os valores médios da temperatura do ar oscilam entre 15,8 °C e 19 °C de maio a outubro (estação fria) e 19,7 °C e 22,4 °C de novembro a fevereiro (estação quente). A temperatura máxima do ar apresentou valores de 28 °C durante o mês de fevereiro e a temperatura mínima 11,7 °C durante o mês de julho. A média máxima ao longo do ano foi de 24,9 °C e a média mínima no mesmo período foi de 15,5 °C (TARIFA, ARMANI, 2001).

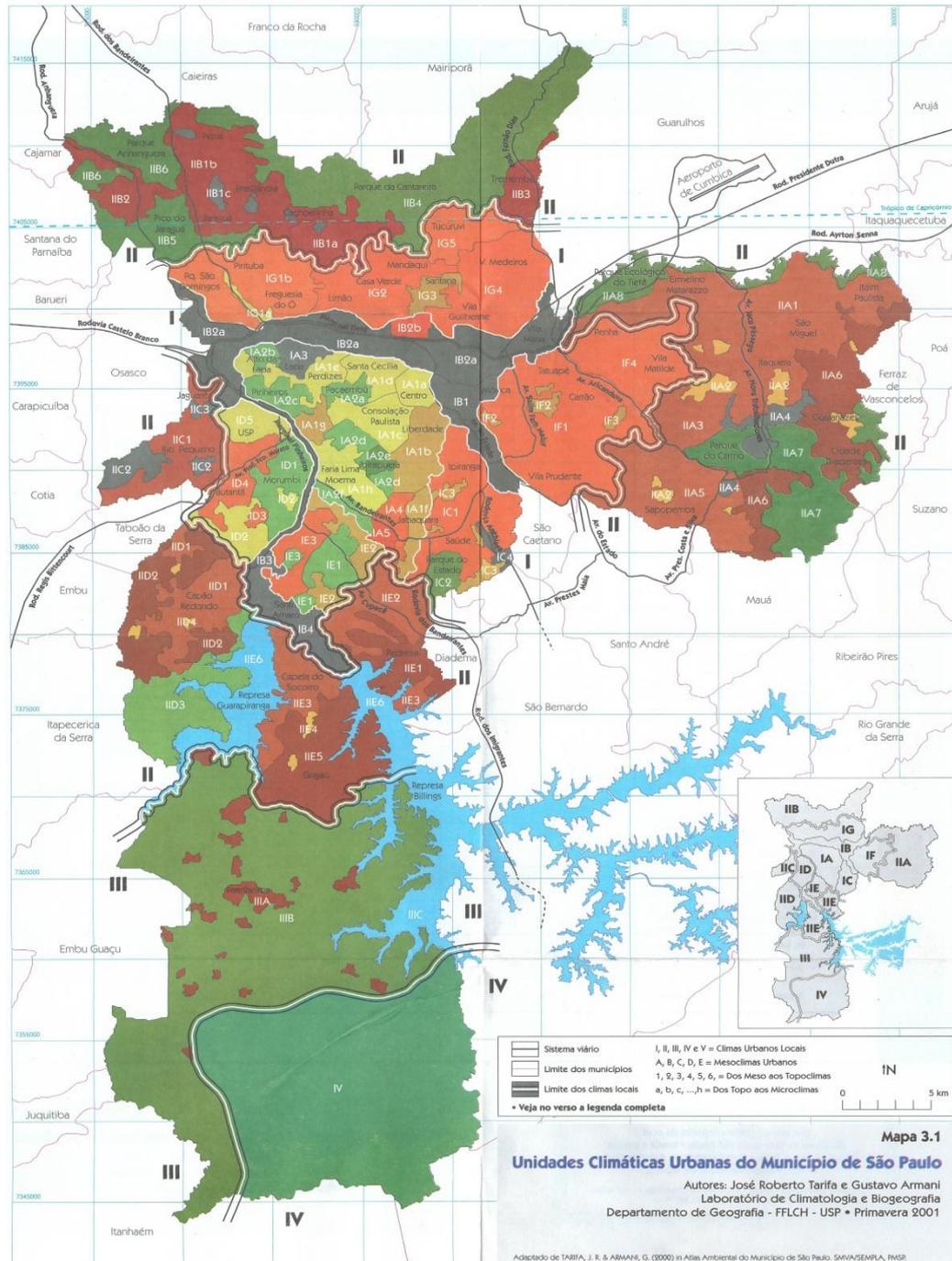
A umidade relativa do ar desta região apresenta índices elevados em média. Durante todo o ano, os valores médios oscilam entre a mínima de 74% no mês de agosto e máxima de 80% nos meses de janeiro, março, abril e novembro (UTIMURA, 2010).

A pluviosidade dentro da normal climatológica foi de 1.454,8 mm precipitados, onde janeiro foi o mês mais chuvoso com 238,7 mm (período quente) e agosto o mês mais seco com 38,9 mm (período frio) (TARIFA, ARMANI, 2001).

Uma vez caracterizado o modo pelo qual se comporta a baixa atmosfera no entorno da estação meteorológica Mirante de Santana, bem como com base nos estudos de Tarifa e Armani (2001) referente aos principais controles climáticos do município de São Paulo, podemos caracterizar o local delimitado para o estudo como Clima Tropical Úmido Serrano da Cantareira-Jaraguá (TARIFA, ARMANI, 2001); (UTIMURA, 2010).

Do ponto de vista climático, Tarifa e Armani (2001) dividiram a Metrópole de São Paulo em quatro macro-unidades urbanas climáticas: urbana central; urbana da periferia; urbana fragmentada e não urbana. Por sua vez, essas macros unidades se subdividem em unidades meso climáticas, meso/topoclimáticas e meso/microclimáticas como mostra o mapa 2.

Mapa 2: Mapa das Unidades Climáticas Urbanas do Município de São Paulo



Fonte: Adaptado de TARIFA, ARMANI, 2001

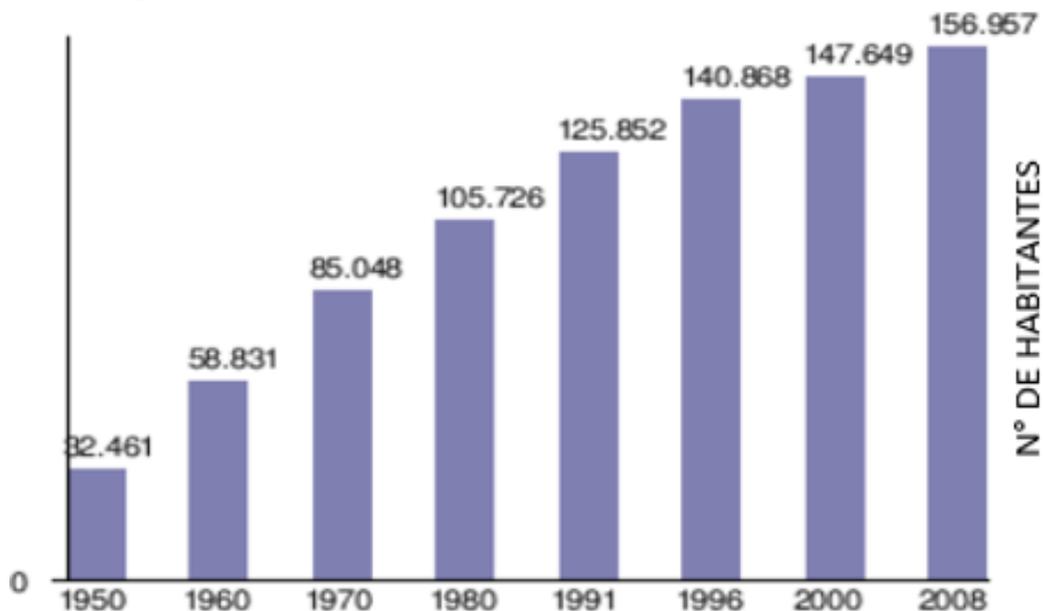
Com base neste estudo, a área delimitada para pesquisa no Jardim Peri está na unidade climática da Zona Norte, “abrangida pela unidade meso/topoclimática do Parque da Cantareira e pela unidade topo/climática da Vila Brasilândia-Cachoeirinha” (UTIMURA, 2010).

Quanto às características urbanas, o bairro é majoritariamente residencial com moradias horizontais e poucas áreas verticalizadas. Também possui um pequeno centro comercial na sua avenida principal Peri Ronchetti onde podemos encontrar supermercado, açougues, padarias,

lojas de roupas, bancos, alguns bares e restaurantes (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2014).

Outra característica foi o exponencial crescimento populacional do distrito da Vila Nova Cachoeirinha que conseqüentemente resultou também no aumento populacional do bairro Jardim Peri. Em 1950 o distrito tinha uma população de 32.461 habitantes. Em 1980 havia triplicado para 105.726 e em 2008 chegou a 156.957 segundo o último Censo do IBGE, 2010. Esses dados estão representados com mais detalhes na figura 2.

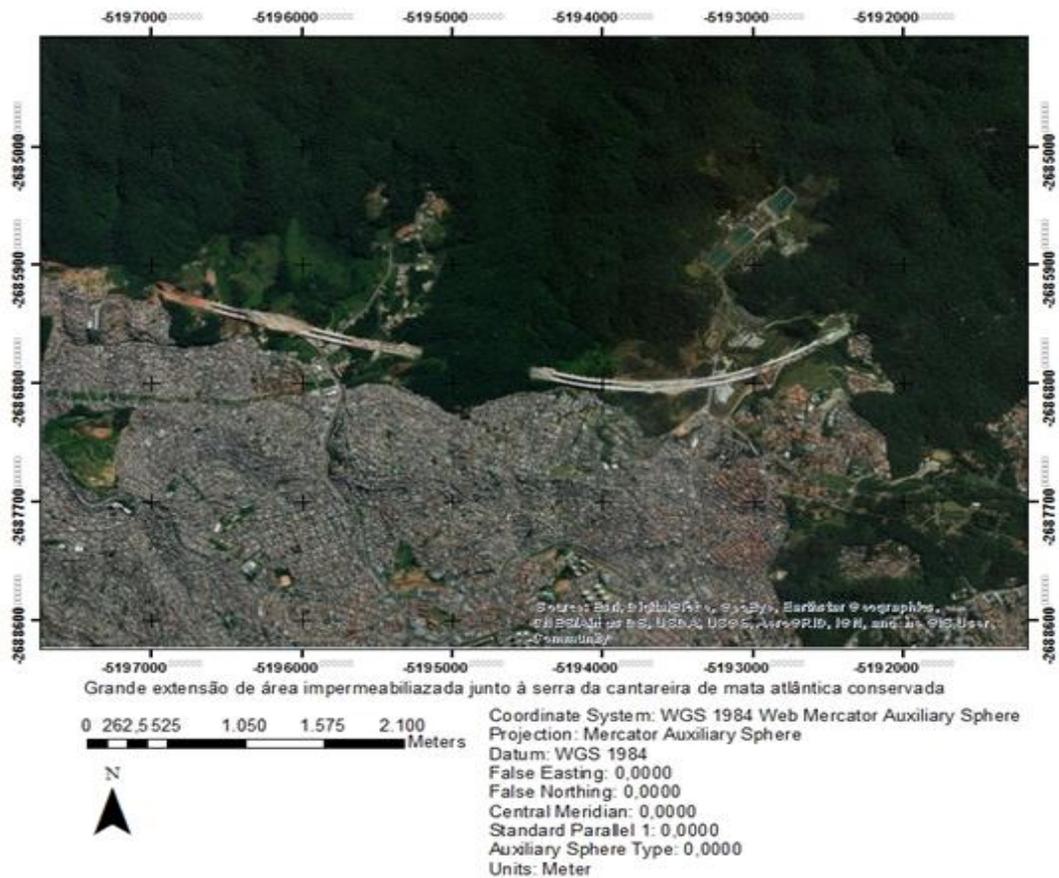
Figura 2: Evolução Demográfica do Distrito de Vl. Nova Cachoeirinha



Fonte: Adaptado de CCJ-SP, 2012

O crescimento da população em áreas urbanas tem como consequência o indiscriminado processo de impermeabilização do solo. Desta forma, os tipos de edificações e os materiais urbanos entram numa dinâmica de níveis médios de absorção e reflexão da radiação solar (BERLATO et al., 2002). O bairro Jardim Peri situado dentro do distrito da Vila Nova Cachoeirinha também apresenta alta impermeabilização do solo (mapa 3) podendo, desta forma, influenciar no microclima local.

Mapa 3: Região do Bairro Jardim Peri



Fonte: Organizado pelo próprio autor no software Arcgis, 2019

As cidades apresentam um conjunto fenomênico de microclimas devido às variações intra-urbanas de dinâmica espacial. Os diferentes tipos de superfícies do meio urbano “permitem o desenvolvimento de suas próprias características microclimáticas” (AMORIM, 2005). Desta forma, o interesse pelo estudo da Ilha de Calor no bairro Jardim Peri tornou-se evidente devido a sua localização espacial com características naturais, morfológicas, climáticas e de uso e ocupação do solo descrito neste trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Foi a partir de 1920 que os estudos do clima nas cidades passaram a ter maior ênfase através do uso de transectos que contribuiu para uma análise espacial da temperatura do ar. “A partir disto, em 1960 Gordon Manley cunhou o termo Ilha de Calor” (FIALHO, 2012, p. 03). A Ilha de Calor é um fenômeno climático que ocorre em locais urbanizados. Este fenômeno é caracterizado pela diferença de temperatura do ar entre as áreas urbanas e rurais. Dependendo da latitude, a Ilha de Calor pode atribuir variabilidade térmica às pessoas. Em médias latitudes ou clima temperado, no inverno, a Ilha de Calor pode contribuir para melhorar a sensação térmica da população, bem como ajuda a reduzir o consumo de gás usado para o aquecimento (SAYDELLES, 2005). Contudo, em baixas latitudes e clima tropical, a Ilha de Calor se torna um problema que pode causar danos à saúde, pois a temperatura do ar tende a apresentar valores elevados (OLIVEIRA, 1991). Outro fator a ser discutido é que a Ilha de Calor forma condições atmosféricas de baixa pressão que podem favorecer o transporte de poluentes para essas áreas (AMORIM, 2005), podendo causar problemas de saúde pública.

Um gerador do fenômeno das Ilhas de Calor é o tipo de uso e ocupação do solo (BRANDÃO, COELHO, 2010). Áreas urbanas apresentam alto nível de impermeabilização do solo, diversos tipos de edifícios com telhas de barro, amianto, zinco, laje de cimento entre outros; setores industriais; setores comerciais; comunidades ou favelas que cobrem grandes extensões de terra; e principalmente avenidas largas com rios retificados. Outras características que condicionarão os fenômenos climáticos urbanos são “a rugosidade, a densidade da construção, o tamanho da estrutura urbana (em altura e extensão horizontal), a ocupação do solo urbano, a orientação, a permeabilidade superficial do solo urbano e as propriedades termodinâmicas dos materiais constituintes da estrutura urbana” (OLIVEIRA, 1988, p. 39). A composição dos materiais e as suas superfícies que estão presentes na forma da malha urbana por meio de áreas pavimentadas e construções em geral estão diretamente relacionadas com a quantidade de energia térmica que estes materiais absorvem e refletem para a atmosfera, contribuindo para o aumento da temperatura urbana (OLIVEIRA, 2001). Sendo assim, é de grande importância o estudo das especificidades dos locais intra-urbanos para a compreensão das oscilações climáticas urbanas (MONTEIRO, 1991).

Em comparação com as áreas rurais, a superfície dos materiais sintéticos, ou seja, da área urbana, tende a apresentar um menor albedo. Desta forma, “o albedo de uma superfície ou poder refletor da superfície é a fração da radiação incidente que é devolvida à atmosfera” (BERLATO et al., 2002, p. 3). Dependendo do tipo de material presente no solo, ele irá absorver mais ou menos radiação solar (BERLATO et al., 2002). O quadro 1 exemplifica o grau de albedo de alguns materiais presentes na malha urbana.

Quadro 1: Tipos de Superfícies e seus Albedos

MATERIAL	ALBEDO (290 A 2500nm)
MATERIAL BASE CERÂMICA (TELHA CERÂMICA VERMELHA)	0,53*
MATERIAS DE BASE METÁLICA (AÇO GALVANIZADO, ALUMÍNIO)	0,57 *
MATERIAIS DE BASE CIMENTÍCIA (TELHA CIMENTO, TELHA DE FIBROCIMENTO, CALÇAMENTOS)	0,30*
MATERIAIS DE BASE ASFÁLTICA (SISTEMA VIÁRIO)	0,2 **
OUTROS MATERIAIS	0,30 **
VEGETAÇÃO	0,30 **

*Fonte: Ferreira, F. L. S. (2003)

**Fonte: : <http://ceetd.lbl.gov/HeatIsland>.

O albedo dos materiais varia em uma escala entre 0 e 1. Um material com albedo próximo de 0 apresentará o mínimo de reflexão, ou seja, absorverá a maior parte da incidência radioativa solar sobre a sua superfície. Em contrapartida, um material próximo de 1 apresentará o efeito contrário, refletirá o máximo de radiação incidente sobre a sua superfície (BERBET, 2002).

Podemos observar no quadro 1 que os materiais de base asfáltica apresentam baixo albedo e assim absorvem maior quantidade de radiação solar em comparação às áreas verdes. Uma vez absorvendo maior radiação, essas superfícies se aquecem e apresentam temperaturas mais elevadas. Essas temperaturas irão influenciar diretamente na temperatura do ar atmosférico que poderá resultar na formação da Ilha de Calor Urbana.

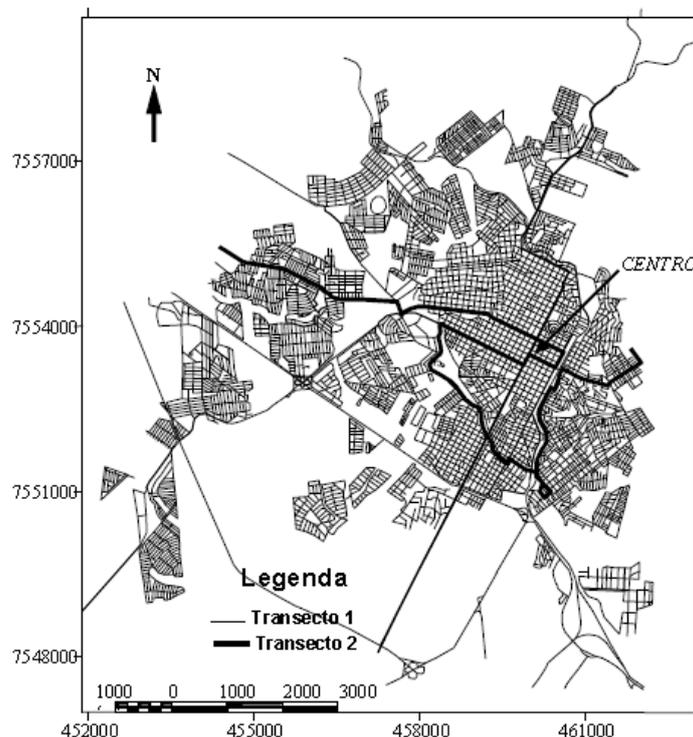
O tipo de superfície dos materiais presentes na estrutura urbana do Jardim Peri é um indicativo que pode influenciar diretamente na temperatura do ar deste bairro. Para tanto, serão tratados durante a descrição deste trabalho alguns exemplos do fenômeno da Ilha de Calor Urbana que ocorrem em diversas cidades.

2.1. A Ilha de Calor Urbana em Presidente Prudente, SP

Amorim (2005) fez o uso metodológico de transectos (percursos) ao realizar um estudo sobre a intensidade da Ilha de Calor urbana na cidade de Presidente Prudente dentro de uma escala Local (área de pesquisa territorialmente maior em relação ao bairro do Jardim Peri). Partindo do pressuposto da metodologia de Monteiro (1976 e 1990) onde as características intra-urbanas como áreas rurais, antrópicas e naturais interagem diretamente com os sistemas atmosféricos, Amorim demonstrou que as variações da temperatura do ar de Presidente Prudente dizem muito sobre o modo de uso e ocupação do solo da cidade. Para tanto, ela realizou dois transectos (um perpendicular ao outro) em Presidente Prudente, ambos partindo na mesma hora de duas áreas rurais diferentes, passando pelo centro urbanizado e terminando em outra área rural, conforme mostra a figura 3. Neste estudo, Amorim utilizou termômetros digitais presos em uma haste de madeira acoplada em dois veículos a uma altura de 1,5 metros do piso inferior. Tal metodologia é muito semelhante com a aplicada no bairro Jardim Peri. A

diferença é que no estudo de Presidente Prudente se usou dois transectos simultaneamente em 5 dias diferentes: o primeiro transecto com 48 pontos coletados e o segundo com 78. Já no bairro do Jardim Peri foi feito o uso de apenas um transecto em 3 dias diferentes com 102 pontos de coleta de temperatura e umidade relativa do ar em cada um deles.

Figura 3: Transectos P1 e P2 Realizados em Presidente Prudente, SP



Fonte: Adaptado de AMORIM, 2005

De um modo geral, a pesquisa de Amorim indicou resultados onde a variação da temperatura do ar mudava de acordo com o tipo de uso e ocupação do solo. Nas áreas rurais ou com maior presença de vegetação e menor adensamento de bairros, a temperatura se manteve reduzida. Ao passo que em direção ao centro no qual a cobertura de vegetação ia diminuindo, dando lugar aos bairros mais adensados com diferentes edificações e ruas impermeabilizadas, a temperatura do ar se manteve elevada. Observou-se que a diferença de temperatura do ar nesta cidade chegou a amplitudes térmicas de $9,6^{\circ}\text{C}$ entre o ponto mais frio (área rural do município) e o ponto mais quente (área central do município).

2.2. A Ilha de Calor Urbana em Araçatuba, SP

O mesmo estudo com metodologias e resultados semelhantes foi realizado pela Cíntia Minaki (2013) na cidade de Araçatuba, SP, situado a noroeste do estado de São Paulo (figura 4).

Figura 4: A Ilha de Calor Urbana em Araçatuba, SP



Fonte: Adaptado de MINAKI, 2013

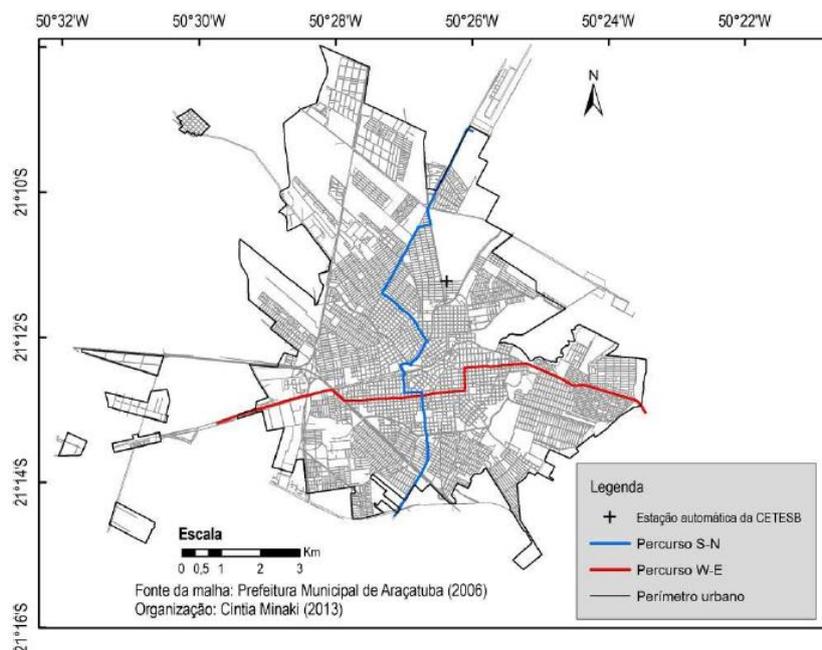
Nesta pesquisa, partindo do pressuposto teórico do Sistema Clima Urbano realizado por Monteiro (1976) na sua tese de livre docência, a autora busca avaliar a geração de um clima local na cidade a partir da composição e transformação da malha urbana.

A metodologia realizada foi muito parecida com a aplicada no bairro do Jardim Peri: utilizou-se um sensor medidor de temperatura e Umidade Relativa do Ar (URA) instalado numa haste do lado de fora do veículo. A velocidade máxima deste automóvel não ultrapassou os 30 km/h ao longo do transecto.

Assim como a pesquisa feita em Presidente Prudente pela Amorim (2005), Minaki realizou dois transectos simultaneamente, cada qual com um sensor medindo a temperatura e a URA. Ambos os percursos tiveram início e término em áreas afastadas da região mais adensada da cidade. Conforme mostra a figura 5, os dois percursos feitos simultaneamente são perpendiculares e passam pelo centro da cidade, área com maior impermeabilização do solo e menor presença de vegetação. O primeiro trajeto (P1) realizado no sentido W – E registrou mais de 70 dados ou pontos sobre Temperatura do Ar (TAR) e Umidade Relativa do Ar (URA). O outro trajeto (P2) realizado no sentido S – N registrou mais de 90. Ao todo foram feitos 12 dias de coletas entre as estações da primavera / verão (novembro e dezembro de 2011 e janeiro de 2012). Todos os percursos duraram 50 minutos e foram realizados próximo às 21h00min.

Com base nos dados coletados e analisados, Minaki considera que o processo de modificação da cidade de Araçatuba provocada pelo crescimento urbano contribuiu para a formação de um clima urbano nesta cidade. Em algumas coletas, a amplitude térmica chegou a 5,9°C nesta cidade, ou seja, uma diferença de quase 6°C entre as áreas periféricas com presença de vegetação e a área central de Araçatuba com pouca vegetação disseminada e intensa impermeabilização do solo. O estudo também aponta que os dados resultantes da coleta realizada no dia 15 de dezembro no sentido S – N (P2) indicaram as maiores temperaturas em pontos de ocupação urbana caracterizados pela presença de usos comerciais (bares, marmoraria, funilaria), industrial (alimentícios/laticínios) e residencial com pouca cobertura vegetal.

Figura 5: Transectos P1 e P2 Realizados em Araçatuba, SP



Fonte: Adaptado de MINAKI, 2013

Realizando um panorama geral de todas as coletas, as áreas mais aquecidas de Araçatuba localizaram-se no eixo central sentido a noroeste da cidade em alguns dias, e no eixo central sentido noroeste em outros dias (neste caso devido a influência predominante dos ventos na direção NE durante a primavera/verão), quanto que as temperaturas mais amenas situaram-se na área sudoeste.

Entre as causas que a autora se baseia para explicar o fenômeno da ICU em Araçatuba é “a maior inércia térmica dos materiais urbanos que se resfriam mais lentamente que os materiais rurais” (MINAKI, pág. 241). Ou seja, o albedo dos materiais urbanos por ser menor, absorve energia por mais tempo (radiação solar), prolongando a perda de temperatura das suas superfícies, mantendo-as aquecidas por mais tempo e influenciando diretamente na temperatura ar logo acima. Esses fenômenos também ocorrem no bairro do Jardim Peri.

2.3. A Contribuição de Monteiro para a Climatologia Brasileira

Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro formou-se nos cursos de Geografia e História pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 1950, sendo hoje um dos maiores expoentes da climatologia brasileira por ter desenvolvido inúmeras pesquisas e publicações sobre este tema. Monteiro lecionou em diferentes universidades brasileiras, a saber: 1955 a 1959 na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); 1960 a 1964 na Universidade Estadual Paulista (UNESP); 1966 a 1967 na Universidade de Brasília (UNB); e de 1968 a 1987 na Universidade de São Paulo (USP) dentro do Departamento de Geografia, aposentando-se em seguida. Concluiu a livre docência em 1975 na Universidade de São Paulo (USP) onde ganhou grande notoriedade com a sua tese “Teoria e Clima Urbano” na qual desenvolveu uma metodologia teórica intitulada de Sistema Clima Urbano (S.C.U.) que serve ainda hoje como referencial acadêmico para a maior parte dos estudos sobre climatologia urbana no Brasil. Monteiro desenvolveu este conceito para as suas aulas de Climatologia Urbana enquanto lecionava na USP. Para tanto, este professor se debruçou nos estudos da Teoria Geral dos

Sistemas (T.G.S.) cunhado por Koestler e Bertrand (MONTEIRO, 2001) no início da primeira metade do século passado, conceito este que serviu de subsídio teórico para a teoria sobre o S.C.U.

Monteiro (2003) ao discursar sobre a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) explica que “o fracionamento das partes de um todo sistêmico é secundário, pois o que importa são as relações entre elas, liames esses que conduzem à organização funcional (p. 27)”. Este pensamento se refere ao fato de que independente da escala dentro do recorte espacial, o mesmo sempre fará parte de outros fenômenos internos e externos em que há uma relação mútua entre todas as parcelas do objeto em questão, ou seja, os diferentes fenômenos escalares se conectam e interagem entre si. A Teoria Geral dos Sistemas é uma abordagem teórica que pode ser utilizada nas diferentes frentes do conhecimento científico devido a sua capacidade de correlacionar variadas informações. É com base neste referencial teórico que Monteiro utiliza para fazer o estudo do clima urbano, criando, assim, o conceito do Sistema Clima Urbano (S.C.U.) defendido na sua tese de livre docência intitulada "Teoria e Clima Urbano" em 1975 na Universidade de São Paulo (USP) pelo Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH).

Para explicar o S.C.U., Monteiro (2003) parte da premissa de que na compreensão do homem, o clima está posicionado no espaço materializado e tridimensional sobre a superfície terrestre através das formas como os terrenos se apresentam. E continua dizendo que a taxonomia da Geografia Física deve ser embasada com base na integração entre a Geomorfologia e Climatologia. Todavia, essas duas frentes do conhecimento científico não são o suficiente para explicar os fenômenos de um sistema como um todo, pois deve-se ir a fundo em cada unidade morfoclimática buscando informações que possam responder questões como: o “que está contido dentro de quê?; Quais são os elementos que compõem no conjunto? Em que níveis escalares os elementos podem ser posicionados?” (MONTEIRO, 2003, p. 27).

Para que ocorra essa troca de ideias, Monteiro (2003) defende a necessidade de trabalhar com modelos de escalonamento das unidades entre si, buscando informações sobre o que está dentro do quê e, ao mesmo tempo, tentando compreender qual a relação existente entre as diferentes partes de um conjunto. Um exemplo disso seria a observação de uma edificação, descrevendo as suas especificidades (tamanho, tipo de acabamento, forma), quem e quantos a habitam entre outros. Ao mesmo tempo, como esta habitação se apresenta na paisagem tentando compreender qual a relação que este edifício possui com o seu entorno próximo ou até mesmo com a região urbana mais ampliada. O que vemos é um movimento de escalas onde os diferentes níveis da paisagem urbana possuem peculiaridades próprias, mas ao mesmo tempo fazem parte de um modelo sistêmico que interage entre si. As diferentes escalas não estão soltas uma da outra, não são desconexas e muito menos totalmente independentes. Pelo contrário, há uma interdependência entre os diferentes fenômenos espaciais que formam um conjunto sistêmico.

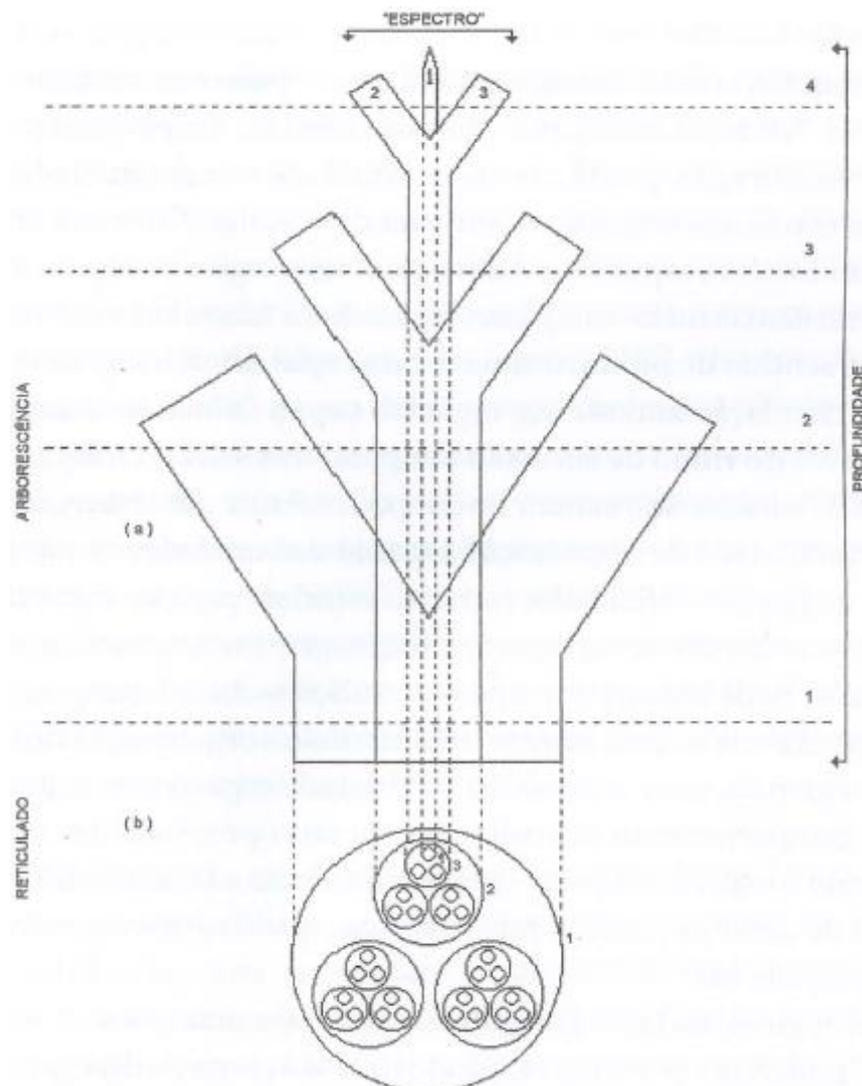
Para se chegar a esta concepção central do S.C.U., Monteiro (2003) recorreu aos estudos da Teoria Geral dos Sistemas cujo precursor foi o russo chamado Arthur Koestler. Ao falar sobre a T.G.S., Koestler discorre que existe uma hierarquia entre as partes de um sistema. Contudo, o autor explica que a palavra hierarquia possui um sentido autoritário para a compreensão humana, no qual as pessoas enxergam o conceito “hierarquia” como uma estrutura rígida e impositiva ou até mesmo pejorativa para o assunto em questão. Dentro do conceito da T.G.S., a hierarquia não deve ser vista desta forma. A hierarquia dentro da T.G.S. funciona

como um mecanismo que interliga as suas unidades escalares dando a mesma importância às interações existentes nesses processos, formando um único sistema. Monteiro (2003) explica que:

“... a noção de hierarquia, muitas vezes, é confundida com a de escada, onde os elementos de um conjunto se dispõem em degraus, guiados pela simples noção taxonômica. Para combater essa falsa ideia, procura aquele autor (Koestler) associar a ideia de hierarquia a uma árvore viva: um multinivelado, estratificado e esgalhado padrão de organização.”

Desta forma, Koestler propõe o desenho de uma árvore (figura 6) para explicar a T.G.S. onde os troncos possuem uma relação direta com os galhos e estes, por sua vez, também possuem uma relação direta com os ramos e folhas.

Figura 6: Noção de Hierarquia segundo Arthur Koestler



Fonte: Adaptado de MONTEIRO, 2003

A figura 6 mostra que são feitos alguns cortes pontilhados perpendiculares ao desenho, identificando as diferentes partes da árvore (1,2,3 e 4). Abaixo da árvore há outro desenho

circular que abarca outros círculos dentro de si. Esses formatos geométricos representam as partes 1,2,3 e 4 da árvore sob uma questão escalar onde os diferentes componentes estão dentro um do outro e fazem parte do todo contido num único sistema. Koetler também elucida que a proposição da árvore é extremamente dinâmica, uma vez que demonstra a constante interação e evolução do sistema como um todo.

Por último, Monteiro (2003) explica que Koestler propõe mais dois conceitos para concluir a Teoria Geral dos Sistemas: Táxon e Hólón. O primeiro funciona como mera ordem de grandeza entre as partes do sistema, indicando onde estão alocados os conjuntos. Já o segundo funciona como um átomo, elemento primordial de interação e conexão entre todas as partes, uma vez que o átomo se encontra presente nas diferentes esferas do sistema. Sendo assim, a T.G.S. une a organização hierárquica das unidades vinculada a um sistema aberto. Tal conceito serviu de alicerce para a teoria do S.C.U. de Monteiro, bem como para a elaboração de classificação escalar e climática dos espaços urbanos (vide quadro 2, a seguir) usado para designar a escala topoclimática do bairro Jardim Peri. Logo, a teoria do S.C.U. se propõe a apresentar o mesmo conceito da T.G.S. no estudo do clima urbano onde os entrelaçamentos de organizações hierárquicas dentro de um sistema podem ser explicados de uma forma conjunta e dinâmica.

Tal teoria contribui para os estudos sobre o clima urbano, uma vez que coloca algumas diretrizes metodológicas para a compreensão das complexas contradições materializadas no espaço geográfico. A teoria do S.C.U. propõe a capacidade de correlacionar os fenômenos de um objeto de estudo e a realizar perguntas que podem trazer para o debate a possibilidade de compreender os diferentes aspectos do problema em questão.

No caso do bairro Jardim Peri, isso se comprova por meio de um recorte espacial no território cuja paisagem apresenta características geomorfológicas, climatológicas e sociais que interagem entre si, passíveis de muita discussão quanto ao seu modo de apropriação e uso. As contradições no bairro são inúmeras, nos fazendo refletir sobre o porquê o Jardim Peri possui discrepâncias quanto aos seus aspectos naturais e sociais e qual a relação que isso tem com a climatologia, uma vez que a ação antrópica interage com os efeitos atmosféricos, formando um sistema característico deste local. Ao mesmo tempo, este sistema não é fechado, mas sim aberto e está conectado às escalas superiores onde o bairro encontra-se inserido dentro de um distrito conectado a outros distritos, formando o município de São Paulo que faz parte de uma metrópole no estado de São Paulo e que por sua vez está ligada a uma lógica nacional e global de reprodução espacial. Este movimento escalar da teoria do S.C.U. proporcionado por meio da Geografia nos traz a possibilidade de discutir e correlacionar os aspectos climáticos e sociais dentro do bairro Jardim Peri e, ao mesmo tempo, lembrar que este bairro não é um sistema isolado e/ou fechado, mas que está conectado às instâncias superiores e inferiores da urbanização e da climatologia.

2.4. Os Estudos de Climatologia na Região Metropolitana de São Paulo

(RMSP)

Os estudos sobre a Climatologia dentro da urbanização metropolitana de São Paulo tiveram o seu início na década de 1970. Foi com base no conceito de ritmo cunhado por Sorre em 1934 que definiu o clima como uma “série de estados atmosféricos acima de um lugar em sua sucessão habitual” na qual a análise rítmica é representada pela relação entre os fenômenos atmosféricos e os elementos do clima dentro de um processo temporal (Tarifa citando Monteiro,

2001). Foi Monteiro quem trouxe para o Brasil este conceito de ritmo, desenvolvendo e aplicando inicialmente diversas pesquisas climatológicas no estado de São Paulo e nos limites do sudeste brasileiro entre os anos 1960 e 1970. Em seguida, no segundo semestre de 1970, Monteiro divulgou o primeiro programa de pesquisas climatológicas vinculadas a outras frentes do conhecimento científico, no qual havia:

“(...)4 estudos climatológicos locais (Cananéia, Sorocaba, Monte Alegre do Sul e Mogi das Cruzes, Ribeirão Preto e Franca), 2 estudos subsidiários à geomorfologia climática (Ribeirão Itatins e Serra de Paranapiacaba), 2 estudos aplicados a problemas hidrológicos (Bacia do Rio Pardo e Presidente Prudente), 6 estudos aplicados a problemas agrários e 2 estudos aplicados a problemas urbanos” (TARIFA, 2001, p. 12).

Dentre esses programas de pesquisa, avaliou-se os primeiros estudos sobre a circulação atmosférica e a poluição do ar no ABC Paulista por meio de programas realizados entre as prefeituras municipais desta região (Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema e Mauá) que visava a redução dos impactos da poluição do ar e das águas. As análises atmosféricas eram feitas através de 48 pontos fixos espalhados por estas cidades que coletavam amostras da massa de ar e posteriormente avaliava-se as taxas mensais de sulfatação, corrosão e poeira sedimentável presentes na atmosférica. Esta preocupação estava diretamente relacionada ao polo industrial e automobilístico formado no ABC Paulista durante o processo histórico de formação urbana desta região. Todavia, não foi dada a devida atenção a este tipo de pesquisa ao longo dos anos. Dos 48 pontos de coleta espalhados pelo ABC entre as décadas de 1960/70, passaram a existir apenas 3 em 2001 operadas pela CETESB. Já com relação à cidade de São Paulo, essas observações telemétricas iniciaram em 1967 com 30 estações fixas espalhadas pelo município, principalmente em áreas próximas a região central. Posteriormente, estas estações também passaram a diminuir, restando apenas 22 no ano de 2000 (TARIFA, 2001).

Desde então diversos outros estudos sobre o clima urbano foram realizados na cidade de São Paulo e no seu entorno metropolitano. Nos primeiros anos da década de 1970, Tarifa e Mello (1972) realizaram um estudo na área da Represa Billings que previa analisar a quantidade de vapor d'água presente no ar. Para tanto, eles instalaram aparelhos psicrômetros de aspiração FUESS num dos braços da represa. Por meio do uso deste aparelho foi possível determinar o ponto de orvalho e a umidade relativa do ar nesta região. A finalidade desta pesquisa era avaliar a implantação de um parque na Zona Sul de São Paulo (TARIFA, 2001). E foi durante este estudo que Tarifa percebeu a complexidade de explicar o espaço ao verificar que os fenômenos naturais não estão isolados dos fenômenos sociais, mas sim coexistem no mesmo espaço. Para chegar a esta conclusão, Tarifa passou a fazer perguntas do tipo: como explicar o espaço ao verificar fenômenos naturais como a brisa do mar adentrando numa área urbana de extensas construções de casebres pobres próximos da represa cujo solo emite bolhas de gás com forte cheiro de metano e sulfídrico? Como se propiciava a vida das pessoas em meio a este contexto envolvendo fenômenos atmosféricos e sobrevivência humana no mesmo espaço urbano?

Ao mesmo tempo, Tarifa faz uma breve crítica ao dizer que os dados meteorológicos lidos na biblioteca do IAG não explicavam por si só os fenômenos relacionados à climatologia, uma vez que eram apenas um compilado de estatísticas. Ou seja, os números apenas não davam conta de esclarecer os eventos sócio ambientais que se mostravam materializados no espaço cheios de contradições. Para Tarifa, é necessário interpretar os dados e correlaciona-los com os

aspectos da paisagem para entender os “climas” que aquele espaço próximo à represa Billings, por exemplo, mostrava ser, visto que existe a “interface solo-vida-atmosfera” (TARIFA, 2001, p. 12).

Esta visão sobre o clima urbano é a mesma que se procurou exercitar sobre a análise do estudo feito no bairro do Jardim Peri, correlacionando os efeitos atmosféricos com o modo de vida local, levantando questões do tipo: quem reside nas áreas menos favorecidas do bairro do ponto de vista climático? Quem reside nas áreas mais favorecidas? Qual a relação que o relevo e a vegetação possuem em meio à essas contradições socioespaciais? Como este espaço foi socialmente construído em meio às variações atmosféricas que o bairro apresenta? São perguntas que vão no sentido de tentar entender a complexidade do local.

Em 1976, Tarifa propôs um programa de Climatologia Experimental (CLIMEX) que tinha como principal função ampliar os estudos climatológicos urbanos na RMSP por meio de trabalhos de campo. Para tanto, uma série de equipamentos meteorológicos eram necessários para o estudo do clima urbano: psicrômetros, radiômetros, pluviômetros entre outros. As equipes de pesquisa do laboratório de Climatologia da FFLCH-USP espalhavam esses equipamentos pela cidade, criando pequenas estações meteorológicas. Essas coletas de dados climatológicos proporcionaram a ampliação das observações atmosféricas.

Todavia, a maior parte dos equipamentos utilizados nessas estações foi adaptada, uma vez que a importação original desses aparelhos tinha um custo elevado e o departamento não disponibilizava de muitos recursos para a compra de diversas estações meteorológica. Em 1976 o laboratório de Climatologia importou os primeiros psicrômetros de tecnologia japonesa da marca Otakeiki e um altímetro da marca Thömmen de origem suíça. Foi a partir desses equipamentos que o laboratório de Climatologia da USP iniciou a produção de uma série de equipamentos adaptados, barateando os custos com utensílios e possibilitando maior acesso às pesquisas (TARIFA, 2001).

Para tanto, descobriu-se uma fábrica no bairro do Jabaquara, Zona Sul de São Paulo, que produzia termômetros. Esta fábrica passou a fornecer termômetros exclusivos para o laboratório de Climatologia da FFLCH-USP com precisão compatível (calibragem de 0,1°C) aos outros equipamentos encontrados no mercado que eram importados da Alemanha e Japão. Os suportes de inox desses sensores importados deram lugar às hastes de madeira criadas pelo marceneiro da FFLCH (o Sr. Estefano). Os abrigos micrometeorológicos foram feitos de forma mais simplificados da estação climatológica agrícola do Instituto Agrônomo de Campinas. Já os pluviômetros utilizados para a coleta de chuva foram feitos com tubos de PVC com um diâmetro de 14 cm na ponta. Esse conjunto de equipamentos simples e adaptados, porém com grande capacidade de pesquisa, propiciaram a instalação de estações fixas e móveis na cidade de São Paulo e no seu entorno. Essas observações de campo eram analisadas em conjunto com as séries de dados meteorológicos levantadas pelo IAG-USP que obtinha dados com sequenciais e horários desde 1930 (TARIFA, 2001).

Outro fator que contribuiu para o estudo rítmico de circulação atmosférica foi o uso de imagens de satélites meteorológicos da série NOAA e GOES que vinham sendo melhoradas. Essas imagens foram largamente utilizadas para o desenvolvimento de uma metodologia de análise geográfica do clima propiciada por meio de uma parceria entre o Laboratório de Climatologia da FFLCH-USP e o Departamento de Geografia da Universidade de Birmingham (Inglaterra). Esta troca de informações por meio de convivências acadêmicas entre climatólogos

e meteorologistas proporcionou repensar o clima como um estudo meramente estatístico até então. E para refutar esta ideia, em 1978 publicou-se um trabalho sobre as geadas de julho de 1972 onde os seus autores (HAMILTON & TARIFA, 1978) propuseram o conceito espaço-tempo e volume que caracteriza o ritmo circulatório atmosférico que interage com a superfície dos terrenos (Tarifa, 2001).

Diversos outros estudos sobre o clima urbano ocorreram na RMSP entre as décadas de 1970 e 1980. Tarifa (1982) realizou um estudo tridimensional da troposfera (mapeamento tempô-espaço da chuva diária na escala de 1:200.000) na cidade de São Paulo sobre as enchentes de janeiro de 1972, cujos resultados indicaram a influência da “frente polar no Trópico, bem como relações com a posição da alta subtropical” (TARIFA, 2001, p. 17). Em 1982, Tarifa & Vasconcellos publicaram um trabalho intitulado “O Clima Local da Ilha de São Luiz: uma abordagem ambiental” que avaliou o conforto térmico e a dispersão de poluentes situados na cidade de São Luiz do Maranhão. Neste estudo, os autores fizeram observações atmosféricas quanto a TAR, URA, pluviosidade, vento e formações das nuvens. Essa mesma metodologia foi posteriormente reaplicada na cidade de São Paulo para a avaliação do clima urbano.

Em 1983, Lombardo (1985) realizou um estudo sobre a temperatura do ar na metrópole de São Paulo correlacionando três informações: 1) temperatura do ar colhida no campo; 2) temperatura da superfície dos terrenos da cidade por meio da análise de imagens de satélite meteorológico na banda termal infravermelha; 3) o modo de uso e ocupação do solo. Os resultados indicaram que, na época, as temperaturas do ar mais elevadas entre 28 a 30 °C encontravam-se em grande parte na região central da metrópole onde havia a presença de indústrias. As temperaturas entre 27 e 28 °C abrangia toda a mancha urbana ao redor do centro. Os bairros próximos a esta mancha urbana e com menor ocupação apresentaram temperaturas do ar entre 26 e 27 °C. E às áreas com temperaturas até 26 °C situavam-se em regiões mais periféricas com pouca interferência urbana (TARIFA, 2001). Tal metodologia é muito semelhante à aplicada no estudo do bairro Jardim Peri em 2018. Neste caso, não foi feito o uso de imagens de satélites, porém foram observadas as temperaturas do ar, a umidade relativa do ar e o modo de uso e ocupação do solo.

Neste mesmo período de 1983, os estudos feitos sobre a qualidade do ar na cidade de São Paulo mostraram resultados muito preocupantes. A concentração de CO, SO₂ e Material Particulado na atmosfera indicaram valores elevados na cidade, principalmente nas bacias do Tamanduateí e Tietê em determinados horários do dia. Até então, este problema já vinha ocorrendo desde a década de 1970 quando outros estudos sobre a qualidade do ar também indicaram resultados alarmantes que inclusive estavam relacionados diretamente com diversos episódios de doenças respiratórias. Desde a década de 1960 a qualidade do ar na RMSP vem ultrapassando os índices mensais e anuais de poluição àqueles recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Neste sentido, “Alterthum, Wandalsen e Agostinho constataram o aumento de casos de asma brônquica em crianças do município de Santo André” na década de 1980 (TARIFA, 2001, p. 21).

Outro estudo feito em São Caetano do Sul em 1976 “constatou um aumento da morbidade da ordem de 65% por doenças respiratórias e de 187% por doenças cardiovasculares” que estavam associados a elevada quantidade de material particulado e SO₂ expelidos na atmosfera neste mesmo período. Por essas informações e outros estudos, fica claro

que a qualidade do ar na RMSP contém partículas e gases nocivos à saúde da população desde o final da década de 1950 (TARIFA, 2001).

Sobral (1988) foi a precursora sobre os estudos da Geografia Médica. Sua análise se fazia na correlação entre a poluição presente na atmosfera da cidade e as doenças respiratórias em crianças. A pesquisadora realizou o mesmo estudo 10 anos depois em 1998 e demonstrou os riscos que a poluição urbana pode trazer para a saúde daqueles que respiram diariamente o ar da RMSP. Sua pesquisa também serviu de suporte para a tese de doutorado da UTIMURA (2010) que também fez um estudo climático no bairro do Jardim Peri. Esta pesquisadora instalou sensores dentro dos barracos de madeira recém construídos no setor mais pobre do bairro Jardim Peri, próximos a baixa encosta da Serra da Cantareira. Ao longo da pesquisa, avaliou-se a temperatura do ar em períodos de calor e frio ao longo do ano. No final dos estudos, UTIMURA considerou que a amplitude térmica dentro dos barracos de madeira poderia estar relacionada aos diversos problemas de saúde respiratórios daquela população carente.

Com relação às precipitações no município, Castro (1993) demonstrou a existência da chuva ácida na cidade de São Paulo em decorrência da poluição do ar. Chegou-se a esta conclusão devido aos estudos feitos sobre o pH da água precipitada na qual foi verificado a quantidade de sulfatos e nitratos (origem antrópica) e cloretos (origem oceânica) presentes na água. Neste trabalho o autor também discute a influência dos sistemas frontais que trazem massas de ar do atlântico carregadas de outros materiais químicos como os cloretos.

Com relação a circulação geral da atmosfera na RMSP, Lópes (1996) realizou um estudo sobre a predominância dos ventos nesta região. A autora informa que ao longo do ano, os ventos de E, SE e S são os mais frequentes que atuam na RMSP. Sua origem se dá nas massas de ar oceânicas nos anticiclones Tropical Atlântico e Polar Atlântico. Outro fenômeno que pode gerar esses ventos são as situações frontais que adquirem altos índices de umidade. Os ventos provenientes do oceano atlântico devido às condições de alta pressão atmosférica e situações frontais são direcionados contra a escarpa. Parte dessa massa de ar condensa na encosta devido a descompressão adiabática. A outra parte que ultrapassa o Planalto Paulista vai em direção a bacia sedimentar de São Paulo, adentrando na cidade principalmente pelo vale do Tamanduateí e Pinheiros, contribuindo para o aumento da umidade na mancha urbana (LÓPES, 2001, apud. LOMBARDO, 1985). O maior fluxo dos ventos de SE sopram durante o período quente e úmido do ano (estações primavera/verão) entre os meses de setembro a março.

Como podemos ver, os estudos sobre o clima urbano são inúmeros e continuam a se fazer nos tempos atuais. Os diferentes tipos de pesquisas, metodologias e interpretações sobre as variações atmosféricas na RMSP, apesar de serem estudos pontuais como temperatura e umidade ar, chuva ácida, poluição, fluxos dos ventos entre outros, deixa bem claros que estão todos conectados entre si e com as ações antrópicas. O modo de apropriação do espaço urbano interage diretamente com os efeitos atmosféricos, mesmo estes sendo munidos de origens e propriedades naturais. Além de um movimento rítmico, esta correlação direta entre o espaço materializado socialmente produzido e os efeitos atmosféricos também pode ser explicada por meio do S.C.U. Sendo assim, essas características do clima urbano colocam em questão a importância dos estudos climatológicos nesta área, uma vez que a tendência da expansão das metrópoles é cada vez maior no mundo todo, onde as populações estão deixando de viver no campo para habitar regiões intensamente aglomeradas.

2.5. Os Climas Naturais e Urbanos da Cidade de São Paulo

No ano de 2001 o então professor Tarifa, coordenador do Laboratório de Climatologia e Biogeografia (LCB) do Departamento de Geografia da FFLCH-USP junto com o seu orientando Armani, Geógrafo e pós-graduado pela mesma faculdade, publicaram um estudo sobre os climas naturais e urbanos do município de São Paulo. Neste trabalho, os autores correlacionaram os aspectos climáticos naturais de maior influência na circulação atmosférica da cidade com os aspectos urbanos produzidos socialmente no relevo. Esta interação entre a circulação atmosférica e as ações antrópicas indicaram resultados onde ambos coexistem num mesmo espaço urbano próximo à superfície como uma totalidade indissociável (TARIFA, ARMANI, 2001). Em outras palavras, os autores discutem o modo de vida das pessoas no espaço urbano frente aos fenômenos atmosféricos. Procurou-se entender como se dá o cotidiano humano (trabalho, transporte, produção, consumo entre outros) em meio às variações do ar próximo à superfície (temperatura, umidade relativa, precipitação, qualidade, conforto térmico, inundações entre outros). Também foi trazido para este contexto as formas sobre o uso e apropriação do solo que se faz no meio urbano quanto a sua distribuição de edificações de diferentes rendas sociais, densidade populacional, fluxos, áreas de vegetação e favelas. Para melhor compreender este conjunto de espacialidades presentes num mesmo sistema, os autores discutem sobre o conceito de “centralidade” e “periferia” produzidos socialmente na metrópole dentro de um processo histórico de formação da cidade. Desta forma, é possível verificar nesta pesquisa a presença da teoria sobre o S.C.U. de Monteiro onde os diferentes fenômenos sociais e naturais se relacionam no espaço urbano, formando um sistema aberto e em constante desenvolvimento.

Os autores dividem o estudo sobre os climas de São Paulo em duas linhas de raciocínio: o primeiro caracterizando o clima da cidade sob o seu aspecto meramente natural; e o segundo sob o seu aspecto da reprodução humana. Por último, discutem estes princípios correlacionando-os com a superfície do solo urbano. Em relação ao estudo realizado no bairro do Jardim Peri, procurou-se fazer a mesma correlação espacial, contudo a caracterização da sua área se deu de forma oposta em comparação ao estudo de Tarifa e Armani. Na pesquisa desses autores, começou-se a caracterizar a cidade de São Paulo pelos seus aspectos climáticos naturais (medições de temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, qualidade do ar, influência dos fluxos dos ventos vindos de SE entre outros) passando posteriormente para a caracterização das formas do relevo urbana (tipo de edificações, onde ficam as favelas, os parques com área foliar, os fluxos de pessoas e carros). Em contrapartida, no caso do Jardim Peri, a sua caracterização começa pelas formas urbanas, indicando onde estão situadas e quais os tipos de residências espalhadas pelo bairro (se é de alto, médio ou baixo padrão); onde está o fluxo de pessoas e veículos e qual a proporção da distribuição arbórea dentro dos espaços delimitados da pesquisa.

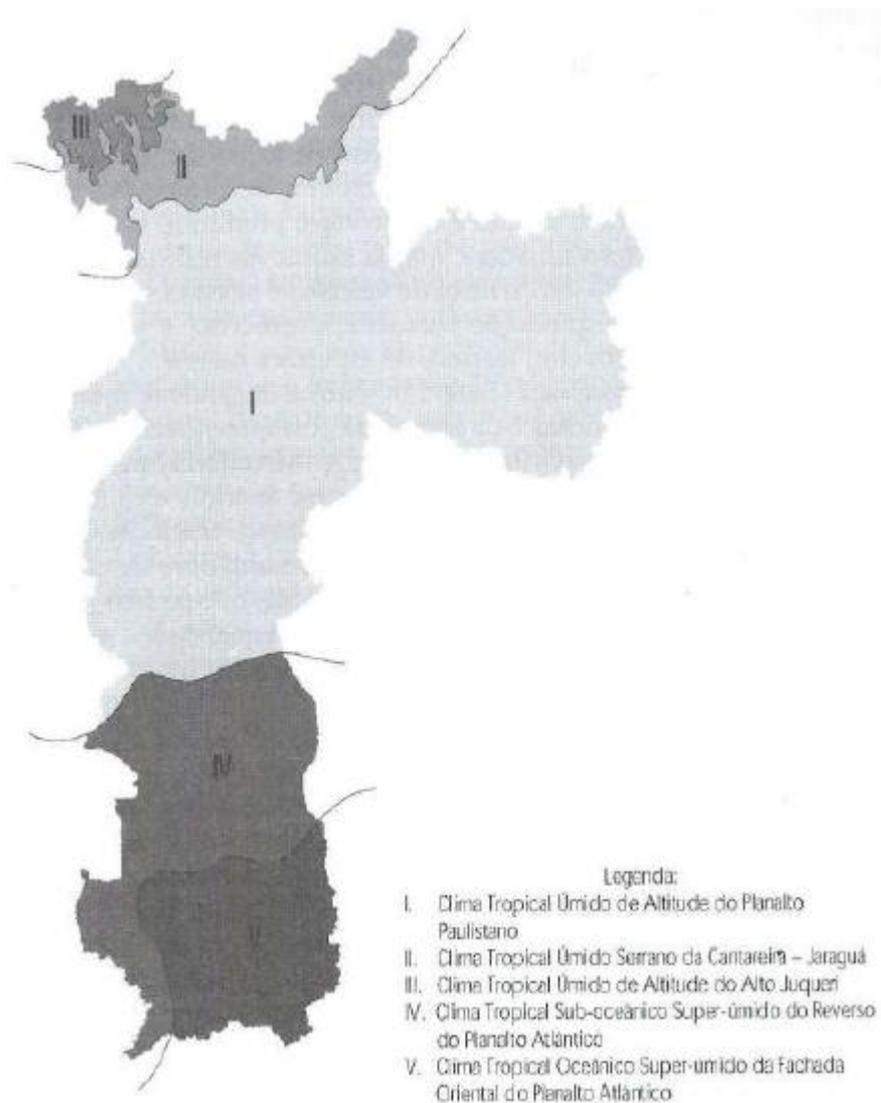
Em seguida, inicia-se a interpretação dos dados atmosféricos coletados no bairro (temperatura do ar e umidade relativa do ar) para então correlacionar com o tipo de uso e ocupação do solo que se faz no Jardim Peri em meio a produção social presente neste contexto. Outro aspecto é que na pesquisa de TARIFA, ARMANI, o estudo foi realizado em todo o limite territorial da cidade de São Paulo onde produziram coletas de dados e discussões teóricas em três escalas espaciais (local que abrange todo o município; mesoclima que abrange distritos; topoclima que abrange bairros; e microclima que abrange ruas e edifícios). Dentro dessas escalas os autores colheram diversas informações da atmosfera de São Paulo como pressão adiabática, temperaturas do ar, umidade relativa do ar, precipitação, nebulosidade, direção dos ventos, níveis de insolação entre outros.

No caso do Jardim Peri, o estudo foi feito nas escalas topoclimática e microclimática devido aos limites territoriais do bairro, e os dados atmosféricos coletados foram sobre a temperatura do ar, umidade relativa do ar e ponto de orvalho. Contudo, neste estudo utilizou-se apenas os dados da temperatura e umidade relativa do ar para então correlacioná-los com os aspectos humanos da vida cotidiana do bairro.

Tarifa e Armani (2001) dividem a cidade de São Paulo em cinco climas locais. Dentro desses climas locais, os pesquisadores criaram outras subdivisões denominadas de unidades mesoclimáticas. E dentro destas, outras subdivisões chamadas de unidades topoclimáticas e microclimáticas, realizando, assim, um movimento partindo da maior escala para a menor. Esses espaços dentro da cidade chamados de climas “naturais” foram assim denominados como uma forma de evidenciar os fenômenos atmosféricos que agem neste município. Ou seja, não existem espaços naturais no contexto urbano analisado pelos atores. O termo “natural” é utilizado apenas como parâmetro para evidenciar um determinado espaço urbano dentro de uma escala local, mesoclimática ou topoclimática com características de circulação atmosférica próprias (temperatura do ar, umidade relativa do ar, dispersão de poluentes, fluxo dos ventos entre outros). Cada espaço urbano, a depender do seu limite territorial dentro da cidade de São Paulo, vai apresentar uma gênese atmosférica diferente de outras áreas próximas. Contudo, dentro deste contexto, vale lembrar mais uma vez que os diferentes climas “naturais” da cidade fazem parte de um sistema como um todo, aberto, em constante movimento e estreita relação com o modo de uso e ocupação do solo urbano. Para tanto, Tarifa e Armani se basearam nos diferentes atributos do espaço urbano e as características climáticas que a cidade apresenta como a influência das massas de ar vindas do Oceano Atlântico, o relevo, a altitude e a declividade dos terrenos. O mesmo princípio se buscou fazer no estudo sobre o bairro do Jardim Peri.

A começar pela escala local, TARIFA, ARMANI dividem a cidade de São Paulo em cinco Unidades Climáticas Urbanas, conforme mostra a figura 7.

Figura 7: Unidades Climáticas Urbanas do Município de São Paulo



I – Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulista; II – Clima Tropical Úmido Serrano da Cantareira – Jaraguá; III – Clima Tropical Úmido de Altitude do Alto Juquerí; IV – Clima Tropical Sub-Oceânico Super-úmido do Reverso do Planalto Atlântico.

Fonte: Adaptado TARIFA, ARMANI, 2001

A unidade climática I denominada de Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulista compreende a maior área da Bacia Sedimentar de São Paulo e onde se instalou primeiramente a mancha urbana da cidade. Dentro desta unidade climática, os pesquisadores definiram três outras unidades na escala do mesoclima no qual tratam sobre as formas do relevo e onde estão situados os maciços cristalinos serranos, as colinas, os morros, os terraços, os patamares e as várzeas numa escala topoclimática, indicando as localidades da cidade com essas formas. A partir dessa caracterização, os pesquisadores passam a explicar as variações atmosféricas deste relevo descontínuo no espaço urbano. Nas áreas caracterizadas por serras e morros (Aricanduva, Itaquera, Espigão Central de São Paulo passando pelos bairros Alto da Lapa, Alto de Pinheiros, Perdizes, Paulista e Moema e espigões do Embu e Cotia) a temperatura do ar indicou valores amenos em relação aos outros espaços da cidade devido a altitude

elevadas desses terrenos. No estudo de caso do Jardim Peri, este fenômeno se faz evidente numa área dentro do bairro cuja altitude é elevada.

Ainda com relação a altitude, uma característica muito importante desses pontos elevados da cidade é a sua capacidade de dispersão de poluentes. Devido a altitude em torno dos 800 metros, as massas de ar acabam descendo as encostas desses terrenos. Outro ponto que contribui é a instabilidade atmosférica propiciando a maior troca de massas de ar. São fenômenos relacionados a altitude que garantem maior ventilação nas áreas mais elevadas da cidade do que nas áreas de várzea.

Por outro lado e em alguns casos, o alto índice de precipitação nos locais mais altos dentro da Unidade Climática I levou os pesquisadores a inferir a preocupação que se deve ter, principalmente nos morros da Zona Leste e Oeste de São Paulo, com as moradias construídas em áreas de risco, uma vez que as chuvas podem causar deslizamentos nas encostas. Essas fatalidades ocorrem, na maior parte do ano, no período quente e úmido (primavera – verão) que vai de setembro a março, cujo índice de precipitação no município é maior nesses meses devido à influência de fatores atmosféricos como a entrada de umidade na RMSP provenientes de sistemas frontais dos anti-ciclones subtropicais e/ou massas de ar úmida vindas do oceano, visto a proximidade que São Paulo possui com o litoral.

Passando para as altitudes intermediárias como patamares e terraços da cidade dentro da unidade climática I, TARIFA, ARMANI encontraram outras variações atmosféricas. Nesses locais, a temperatura do ar ao longo do ano indicou um leve aumento devido a redução da altitude. Outro fator que contribuiu para o aumento da temperatura é o relevo plano que absorve maior radiação durante o período diurno. Com relação a dispersão de poluentes, os pesquisadores afirmam que dependendo da camada de mistura atmosférica, em determinadas situações a poluição pode situar-se nas altitudes intermediárias e fundo de vale, como também ocorrer só no fundo de vale em áreas próximas às bacias do rio Tietê, Pinheiros e seus afluentes.

Nas áreas de menor altitude da cidade próximas a esses fundos de vale e várzeas, a temperatura do ar ao longo do ano é maior em comparação aos setores intermediários e mais elevados. São extensas área planas que propicia o recebimento de intensa radiação durante ao longo do dia. Outro fator que contribui para manter a temperatura elevada é a compressão adiabática, uma vez que a coluna de ar é maior nesses baixos terraços. Por outro lado, durante o período noturno, as temperaturas mínimas estão nesses setores, uma vez que as massas de ar frias dos locais de maior altitude descem pelas encostas e acumulam nas áreas mais baixas do terreno. Todavia, a estabilidade atmosférica nos fundos de vale diminui o escoamento dos ventos para outros pontos e assim, reduz também a dispersão de poluentes; vinculado ao fato de serem os setores por onde passam as principais artérias de transportes da cidade cujo fluxo de veículos é intenso, essas áreas tornam-se os lugares com maior concentração de poluição da cidade.

A segunda unidade climática na escala local de São Paulo chamada de Clima Tropical Úmido Serrano da Cantareira – Jaraguá situa-se na zona norte do município, conforme mostra a figura 8, fazendo divisa com a cidade de Mairiporã. Nesta unidade, há outras duas subdivisões mesoclimáticas onde estão localizados os maciços cristalinos do Jaraguá e Parque da Cantareira, região onde está situado o bairro do Jardim Peri. A principal característica destas áreas são as serras cujo o relevo varia entre 800 a 1.200 metros de altitude. Essas elevações proporcionam temperaturas do ar mais amenas ao longo do ano. A ventilação do ar nos topos é mais intensa,

levando a uma atmosfera instável e conseqüentemente aumento do fluxo de dispersão de poluentes. Durante o período noturno, o ar frio dos topos desce a encosta e acumula-se nos vales e várzeas no entorno da serra (TARIFA, ARMANI, 2001). Esse fenômeno pode trazer maior umidade às partes mais baixas do terreno, além de diminuir a temperatura do ar.

No caso do Jardim Peri, uma das suas Unidades Microclimáticas encontra-se na baixa encosta da Serra da Cantareira. Durante a pesquisa o menor valor da umidade relativa do ar neste local do bairro foi de 79,1%, mesmo o terreno apresentando alto índice de impermeabilização do solo e pouca presença de vegetação. Este valor relativamente alto para uma área de mancha urbana pode se dar pela proximidade que o bairro do Jardim Peri tem com a Serra da Cantareira.

Com relação à precipitação, essas áreas da segunda unidade climática apresentam altos índices de precipitação ao longo do ano devido às elevadas altitudes. Um fator que contribui muito para isso é a orientação das serras no sentido Leste-Oeste que acabam interagindo com as massas de ar atmosféricas vindas de Sul e Sudeste, favorecendo ainda mais a ocorrência das chuvas orográficas. Neste sentido, Tarifa e Armani esboçam a sua preocupação quanto as construções que se fazem nessas áreas, uma vez que as intensas chuvas ocorridas principalmente na primavera-verão vinculadas aos terrenos íngremes podem ocasionar maiores deslizamentos nas encostas das serras.

A terceira unidade climática na escala local de São Paulo chamada de Clima Tropical Úmido de Altitude do Alto Juquerí encontra-se à noroeste da cidade, conforme mostra a figura 8, fazendo divisa com os municípios de Caieiras e Cajamar. Nesta região também se inferiu duas subunidades mesoclimáticas caracterizando os morros e espigões das áreas de maior altitude e os terraços e várzeas das áreas de menor altitude. O relevo destes terrenos varia entre 720 a 800 metros de altitude. Por apresentar altitudes menores em relação aos terrenos da unidade climática II, a temperatura do ar indica valores levemente maiores ao longo do ano. As áreas mais elevadas desta unidade também apresentam boa dispersão de poluentes. Porém, durante a noite com o escoamento do ar frio para os vales, a dispersão de poluentes nas áreas mais baixas se torna menor devido a redução da altura da camada de mistura atmosférico (TARIFA, ARMANI, 2001). Em outras palavras, o ar frio é mais denso que o ar quente. Logo, quando o ar frio se encontra na alta encosta de um terreno, ele passa a escoar para às baixas altitudes onde o ar é quente e mais leve. Este ar quente é levado para o alto da encosta onde se esfria devida à descompressão adiabática e volta a descer novamente para os terrenos mais baixos, criando assim um ciclo de movimentação de ar atmosférico ou uma camada de mistura atmosférica aumentando a dispersão dos poluentes. Desta forma, quando o ar frio encontra-se alojado nas áreas de menor altitude (fundo de vales e várzeas), essa troca de ar é reduzida no seu movimento vertical, diminuindo a altura da camada de mistura atmosférica e concentrando a maior parte dos poluentes de uma determinada área nos pontos mais baixos do terreno.

Os totais pluviométricos nesta unidade climática III também são elevados ao longo do ano devido à proximidade com as serras do Jaraguá e Cantareira. Frente a essa questão, Tarifa e Armani apontam para os problemas com inundações, visto que as vertentes dessas serras drenam as águas da chuva para os locais mais baixos do terreno onde estão alocadas as superfícies com fundos de vale e várzeas.

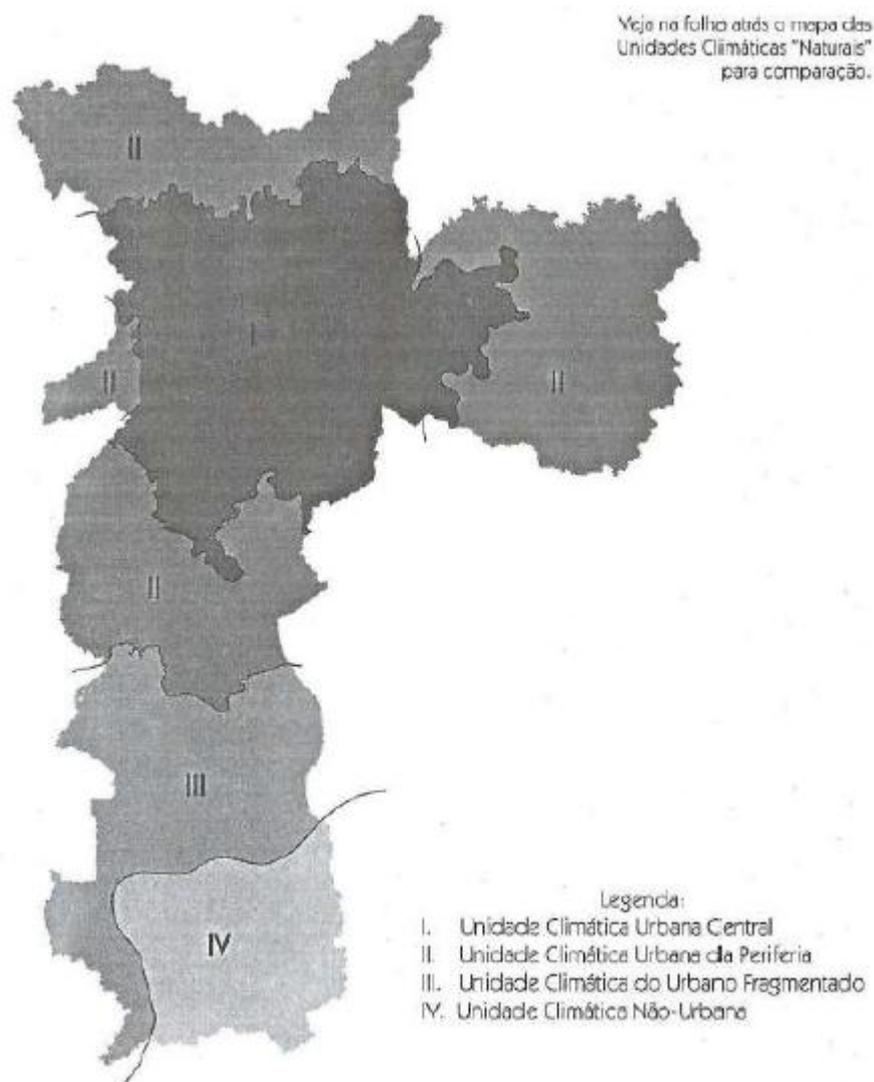
A quarta unidade climática na escala local de São Paulo denominada de Clima Tropical Super-mido do Reverso do Planalto Atlântico encontra-se na Zona Sul do município, conforme

mostra a figura 8, compreendendo parte de uma área ao Sul das represas Guarapiranga e Billings. Este espaço foi subdividido em duas áreas mesoclimáticas cujo relevo apresenta formas de morros e espigões elevados. Um desses mesoclimas também foi subdividido em duas outras unidades topoclimáticas abarcando alguns morros e o espelho d'água da represa Billings. As altitudes desses terrenos variam entre 740 e 850 metros, mantendo as temperaturas do ar amenas nos locais de maior altitude e levemente maiores nos locais de menor altitude. Os níveis pluviométricos ao longo do ano são elevados devido à proximidade que esta unidade climática tem com o oceano, sofrendo grande influência das massas de ar úmidas que ultrapassam a Escarpa da Serra do Mar e penetram no Planalto Atlântico. Com relação a ventilação desses terrenos, a dispersão de poluentes é muito boa uma vez que possuem uma elevada instabilidade atmosférica por estarem próximos do litoral e apresentarem um relevo com Domínios de Mares de Morros que facilita a circulação dos ventos (TARIFA, ARMANI, 2001).

A quinta e última unidade climática na escala local de São Paulo chamada de Clima Tropical Oceânico Super-úmido da Fachada Oriental do Planalto Atlântico está situada no extremo Sul do município, conforme mostra a figura 8 e foi subdividida em três mesoclimas, abrangendo terrenos com altitudes que variam entre 800 a 850 metros. As temperaturas do ar ao longo do ano também são mais amenas devido a altitude e à instabilidade atmosférica que favorece a dispersão de poluentes. A máxima influência oceânica propicia altos índices de precipitação ao longo do ano, levando a uma questão de como se deve realizar a apropriação dos espaços nesta unidade climática, visto que o risco de movimentação de massa, deslizamentos e desmoronamentos é muito alto (TARIFA, ARMANI, 2001).

Antes de definir as unidades climáticas Urbanas de São Paulo, TARIFA, ARMANI (2001), fazem uma extensa descrição das unidades climáticas “Naturais” de São Paulo, conforme mostra a figura 8. Neste primeiro movimento, os pesquisadores dividem o município em quatro unidades climáticas (I- Unidade Climática Urbana Central; II – Unidade Climática Urbana da Periferia; III – Unidade Climática Urbano do Fragmentado; e IV – Unidade Climática Não-Urbana) na escala local, criando subdivisões nas escalas mesoclimáticas, topoclimáticas e microclimáticas para então correlacionar o clima “natural” com o clima urbano de São Paulo. Ou seja, os autores realizam uma sobreposição dos mapas (figuras 7 e 8) para explicar os “climas” de São Paulo.

Figura 8: Unidades Climáticas “Naturais” do Município de São Paulo



I – Unidade Climática Urbana Central; II – Unidade Climática Urbana da Periferia; III – Unidade Climática do Urbano Fragmentado; e IV – Unidade Climática Não Urbana

Fonte: Adaptado TARIFA, ARMANI, 2001

Dentro desses espaços urbanos, os autores descrevem os tipos de edificações (prédios, casas, indústrias e favelas) e onde esses estão alocados na paisagem da cidade, fazendo uma correlação com efeitos atmosféricos. Eles também tratam sobre o fluxo de pessoas, veículos e serviços, apontando onde estão os maiores aglomerados urbanos. Também indicam as condições habitacionais que as diferentes classes sociais ocupam na cidade.

Ao mesmo tempo, fazem uma correlação entre o modo de vida das pessoas e a sua interação com a gênese atmosférica. Para tanto, de acordo com a escala, cada lugar de reprodução humana na cidade de São Paulo possui uma característica atmosférica quanto a temperatura do ar, umidade relativa, capacidade de dispersão de poluentes, potencial de precipitação entre outros. Sendo assim, Tarifa e Armani perceberam que existe uma ligação direta entre os efeitos atmosféricos e as diferenças sociais, ambos materializados no espaço urbano do município de São Paulo. Foi possível verificar que boa parte dos terrenos de elevada altitude do município, como o exemplo do Espigão Central (abrangendo bairros como Alto da Lapa, Alto de Pinheiros,

Perdizes, Sumaré, Paulista, Moema), ou seja, bairros com alta renda, apresentam um privilégio do ponto de vista atmosférico, uma vez que as temperaturas do ar são mais amenas ao longo do ano, bem como a capacidade de dispersão de poluentes é maior em relação às áreas de várzeas e fundo de vale onde a poluição se concentra (bacias do Tietê, Pinheiros e seus afluentes). Lombardo (1985) também explica que o alto índice de distribuição foliar nessas mesmas áreas no Espigão Central e ao seu entorno contribui para manter a temperatura do ar mais baixa.

Por outro lado, Tarifa e Armani também tratam daquelas habitações de baixa renda localizadas, principalmente, nas favelas da periferia de São Paulo. Muitas dessas casas encontram-se construídas em vertentes íngremes nos morros e maciços cristalinos de serras espalhados pela cidade. Esta condição traz riscos a vida humana dessa população pobre, uma vez que as chuvas que ocorrem com maior intensidade nesses relevos podem destruir e soterrar esses edifícios construídos com materiais simples de alvenaria e/ou madeiras, bem como sem planejamento devido às precárias condições econômicas dessa população.

Para aquelas populações de baixa renda que vivem nos baixos terraços da cidade, várzeas e fundos de vale, os problemas acabam sendo as enchentes devido a drenagem da água vinda das vertentes naturais da cidade e das vertentes impermeabilizadas. Outra questão são os problemas relacionados à poluição que se concentram nos fundos de vales devido aos fenômenos atmosféricos de compressão adiabática e inversão de temperatura dos terrenos, reduzindo a camada de mistura e conseqüentemente a dispersão de poluentes. Esta questão é muito discutida uma vez que nas últimas décadas, os estudos indicam que a segunda maior causa de morte são provenientes de doenças respiratórias (TARIFA, ARMANI, 2001). Neste sentido, os pesquisadores dizem que:

“a poluição do ar também mostra seu caráter social, as doenças por ela provocadas têm a intensidade dos danos físicos e biológicos em cada ser humano, redefinidos pelo seu poder aquisitivo. Soma-se aí, com “naturalidade” revoltante, a fome, o microclima úmido do pouco ventilado dos cortiços, o “forno” que as favelas se transformam nos horários de máximo aquecimento, a falta do verde, a leptospirose que acompanha as enchentes... esses são os climas de uma das metrópoles mais “ricas” do mundo capitalista...” (pág. 69).

Essas são as relações que existem entre as características “naturais” e urbanas na cidade de São Paulo. Desta forma, TARIFA, ARMANI relativizam o termo “clima”, trazendo uma contribuição teórica muito importante para as pesquisas voltadas ao estudo do clima urbano no qual o sentido de clima não está apenas relacionado aos dados quantitativos de poluição, precipitação, temperatura etc, mas também traz consigo um sentido de como se dá a vida humana em meio a esses efeitos da baixa troposfera.

É este movimento empírico e teórico sobre o clima “natural” e urbano da cidade de São Paulo, bem como a contribuição de Monteiro sobre a teoria do S.C.U que se buscou aplicar no estudo de caso sobre a Ilha de Calor Urbana no bairro do Jardim Peri.

3. METODOLOGIA

Partiu-se da premissa metodológica desenvolvida por Monteiro (1976) sobre o Sistema Clima Urbano na qual se realizou uma análise intra-urbana onde a observação, descrição e a forma como o espaço se apresenta serviu de base para compreendermos a sua relação com os sistemas atmosféricos. Este preceito foi desenvolvido sobre a delimitação de uma área territorial (bairro Jardim Peri) que serviu como objeto de estudo deste trabalho, uma vez que as unidades espaciais climáticas estão diretamente ligadas às unidades geomorfológicas (MONTEIRO, 2003).

Monteiro (2003) criou um quadro sobre as Categorias Taxonômicas da Organização Geográfica do Clima e suas Articulações (quadro 2) quando ainda lecionava aulas de Climatologia Urbana no Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo. O objetivo era correlacionar as grandezas entre unidades climáticas e a morfologia urbana. Foi com base neste quadro que o objeto de estudo desta pesquisa, ou seja, o bairro Jardim Peri foi classificado como uma escala Topo Climática.

Quadro 2: Categorias Taxonômicas do Clima

Ordens de grandeza (Cailleux & Tricart)	Unidades de superfície	Escala cartográfica de tratamento	Espaços climáticos	Espaços urbanos	Estratégias de abordagem		
					Meios de observação	Fatores de organização	Técnicas de análise
II	(milhões de Km)	1:45.000.000 1:10.000.000	Zonal	-	Satélites Nefanálises	Latitudes Centros de ação atmosférica	Caracterização geral comparativa
III	(milhões de Km)	1:5.000.000 1:2.000.000	Regional	-	Cartas sinóticas Sondagens aerológicas	Sistemas meteorológicos (Circulação secundária)	Redes transectos
IV	(centenas de Km)	1:1.000.000 1:5.000.000	Sub-Regional (fácies)	Megalópole Grande área metropolitana	Rede meteorológica de superfície	Fatores geográficos	Mapeamento sistemático
V	(dezenas de Km)	1:250.000 1:100.000	Local	Área metropolitana Metrópole	Posto meteorológico Rede complementar	Integração geológica Ação antrópica	Análise espacial
VI	(centenas de Km)	1:50.000 1:25.000	Mesoclima	Cidade grande bairro ou subúrbio de metrópole	Registros móveis (Episódios)	Urbanismo	Especiais
-	Dezenas de metros	1:10.000 1:5.000	Topoclima	Pequena cidade Fácies de bairro/subúrbio de cidade	(Detalhe)	Arquitetura	
-	Metros	1:2.000	Microclima	Grande edificação Habitação Setor de habitação	Baterias de instrumentos especiais	Habitação	

Fonte: Adaptado de Monteiro, 2003

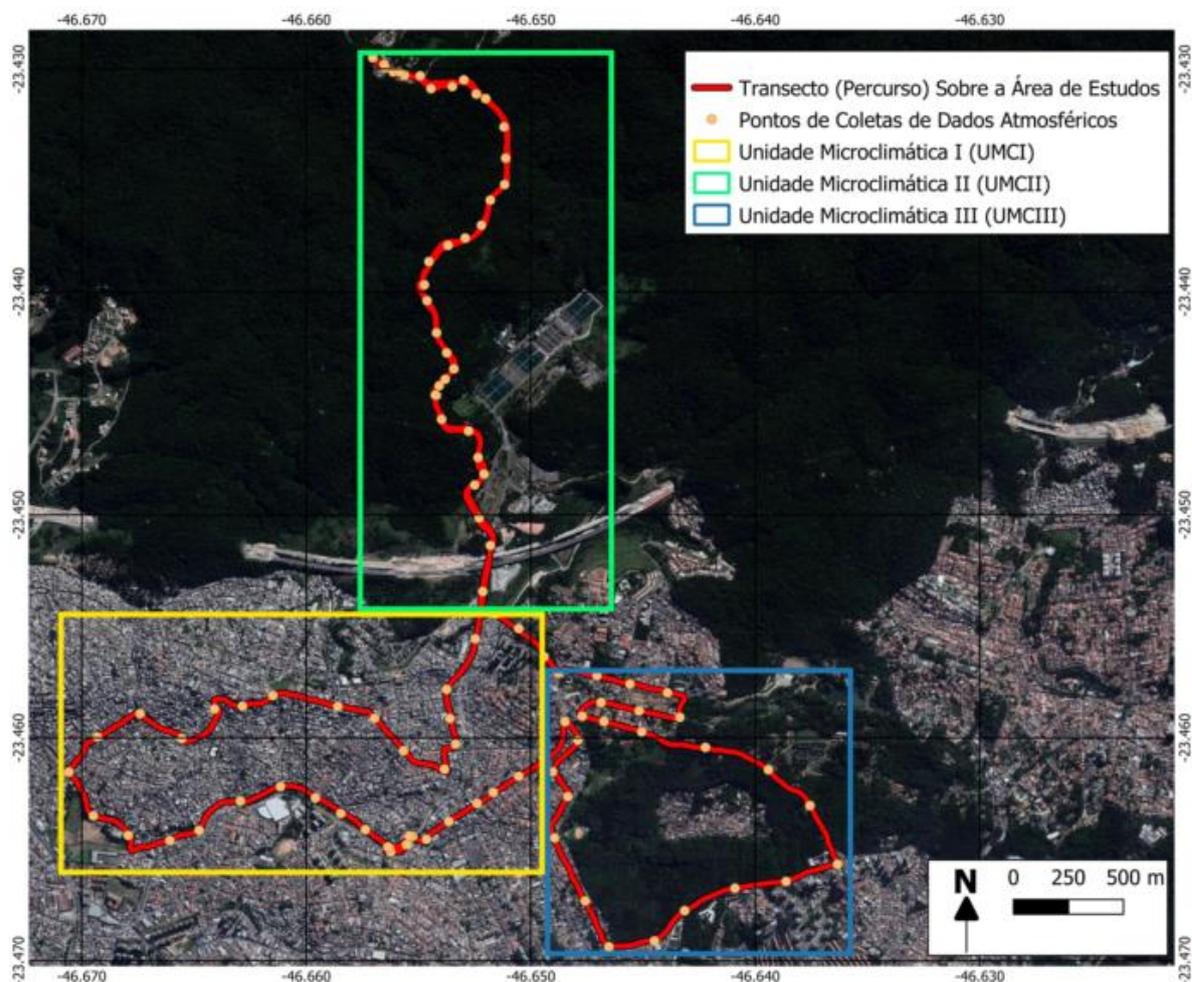
O quadro 2 apresenta sete diferentes níveis escalares para a análise climática: do maior (com unidades de superfície territorial em milhões de km) para o menor (com unidades de superfície em metros). Nesta sequência, os espaços climáticos partem de uma área Zonal (mais ampliada territorialmente) e vai diminuindo, passando pelos espaços Regional, Sub-Regional (características urbanas de Megalópoles), Local (características urbanas de Metrópoles), Mesoclima (características urbanas de cidade grande, bairro ou subúrbios de metrópoles), Topoclima (características urbanas de pequenas cidades, fácies de bairro / subúrbios de cidade) e Microclima (características urbanas de edifícios e habitações). Com base neste quadro, o

recorte espacial do bairro Jardim Peri se enquadra na escala do Topoclima devido às suas especificidades urbanas e extensão territorial.

Desta forma, buscou-se fazer, a priori, uma descrição da paisagem quanto ao tipo de uso e ocupação do solo que se constitui no bairro do Jardim Peri, tentando informar o tipo de habitação presente, a distribuição de vegetação arbórea, os locais com maior e menor concentração de pessoas, veículos, comércios, serviços e fluxos em geral. Em seguida, realizou-se um percurso itinerante dentro do bairro coletando dados empíricos sobre a Temperatura do Ar (TAR) e Umidade Relativa do Ar (URA) nos diferentes lugares sócioespaciais do bairro. Por último, se elaborou uma relação entre estes dados e o modo de apropriação social realizado no bairro.

Para se obter os dados sobre a TAR e a URA, foi realizado no Jardim Peri um transecto com base nos estudos metodológicos utilizados por Amorim (2005) onde a mesma também explica que esta metodologia é uma adaptação dos estudos feitos por Oke e Maxwell (1975); Gomez e Garcia (1984); Johnson (1985); e Pitton (1987).

Mapa 4: Área de Estudos do Jardim Peri: Unidades Microclimáticas I, II e III



Fonte: Organizado pelo próprio autor no software QGIS

O transecto foi um percurso realizado dentro da área de estudo do Jardim Peri, conforme indica o mapa 4. Este mapa mostra o bairro dividido em três setores: Unidade Microclimática I (UMC I); Unidade Microclimática II (UMC II) e Unidade Microclimática III

(UMC III). A linha vermelha mostra o transecto percorrido com automóvel de forma contínua e poucas paradas dentro do Jardim Peri. Ao mesmo tempo, a linha vermelha também serviu como base para traçar os limites entre os três setores. Dentro do quadrante amarelo está situada a UMC I; dentro do quadrante verde está situada a UMC II; e dentro do quadrante azul está situada a UMC III. Por fim, os pontos distribuídos ao longo do transecto são os locais onde ocorreram as coletas de dados atmosféricos como a temperatura e a umidade relativa do ar.

O percurso teve início na região do bairro com maior grau de impermeabilização do solo (residências de baixa e média renda; rios retificados; avenidas e ruas pavimentadas; pequeno comércio local) caracterizado como a Unidade Microclimática I a Sudoeste da área total de estudos.

O trajeto continua passando ao segundo setor com um formato retilíneo no mapa 4, percorrido na Estrada Santa Inês: setor totalmente natural, serrano e de inclinação contínua que apresenta uma paisagem de mata atlântica densa, caracterizando, assim, a Unidade Microclimática II ao Norte da área total de estudos. No mapa 4 também observa-se o domínio da Floresta Ombrófila Densa Montana ocupando o setor norte da área de estudo e ao sul um conjunto de áreas urbanizadas e com uso intensivo do solo.

O último trecho do transecto segue no terceiro setor caracterizado por uma ocupação mista: impermeabilizado com residências de médio e alto padrão, rodeado por florestamento, denominado de Unidade Microclimática III a Sudeste da área total de estudos. A extensão total do Transecto é de 19,4 km.

Os dados atmosféricos sobre a temperatura do ar, humidade relativa do ar e ponto de orvalho foram capturados pelo aparelho eletrônico modelo HT-500 da fabricante Instrutherm. O sensor foi instalado no teto do veículo dentro de um mini abrigo metálico de cor branca a uma altura de, aproximadamente, 1,5m, conforme mostra a Figura 9.

Figura 9: À esquerda, o mini abrigo; à direita, o aparelho HT-500 instalado dentro do mini abrigo.

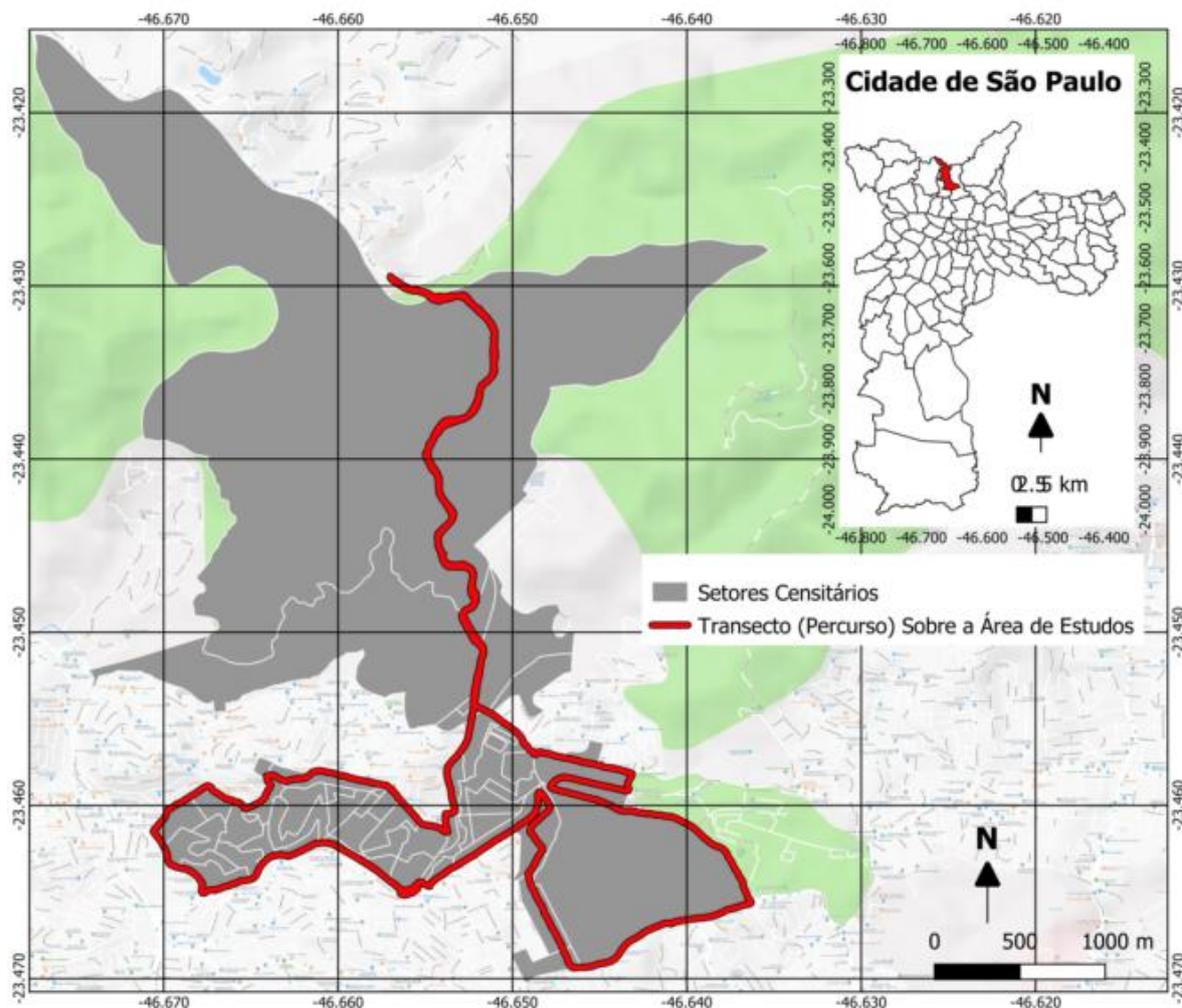


Fonte: Autoria própria

A área demarcada que serviu de estrutura para o nosso objeto de estudo foi criada com base no transecto realizado e nos setores censitários estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). “O setor censitário é a unidade territorial estabelecida para fins de controle cadastral, formado por área contínua, situado em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento por um recenseador” (IBGE, 2010). Sendo assim, os mapas foram criados sobre as áreas cadastradas pelo censo do IBGE. Isso facilita o desenvolvimento do trabalho na busca de dados estatísticos sobre o bairro

do Jardim Peri e o seu entorno, bem como caracteriza a sua existência empírica dentro do território brasileiro. O Mapa 5 apresenta os setores censitários selecionados e os seus limites dentro da área de estudos.

Mapa 5: Mapa Setores Censitário e Transecto



Fonte: Organizado pelo próprio autor no software Qgis

Foram escolhidos durante o transecto 102 pontos para a coleta dos dados com uma distância uniforme entre eles do início ao fim (mapa 4). Em cada um destes pontos foram coletados dados sobre Temperatura do Ar (TAR) e Umidade Relativa do Ar (URA). O tempo total do percurso não ultrapassou a média de 48 minutos, assim como em outros trabalhos feitos por Amorim (2005), Minaki (2012), Marques et. Al (2009) entre outros onde o tempo do trajeto em suas coletas de campo também não ultrapassou os 60 minutos. O horário do trajeto realizado foi próximo às 20h00min “horário que as temperaturas não apresentam mudanças rápidas, justamente pela diferença de tempo entre a primeira e a última medida” (diferença de aproximadamente 60 minutos), (AMORIM, 2005, p.6).

Foi realizado exatamente o mesmo percurso em três dias diferentes, totalizando três transectos: o primeiro em 18 de setembro de 2018 (no inverno); o segundo em 02 de outubro de 2018 (na primavera); e o terceiro em 09 de outubro de 2018 (também na primavera). Os dados sobre TAR e URA foram todos coletados nos mesmos pontos durante os três dias de coletas, ou seja, o ponto 1, por exemplo, do percurso realizado no dia 18 de setembro é o mesmo ponto dos

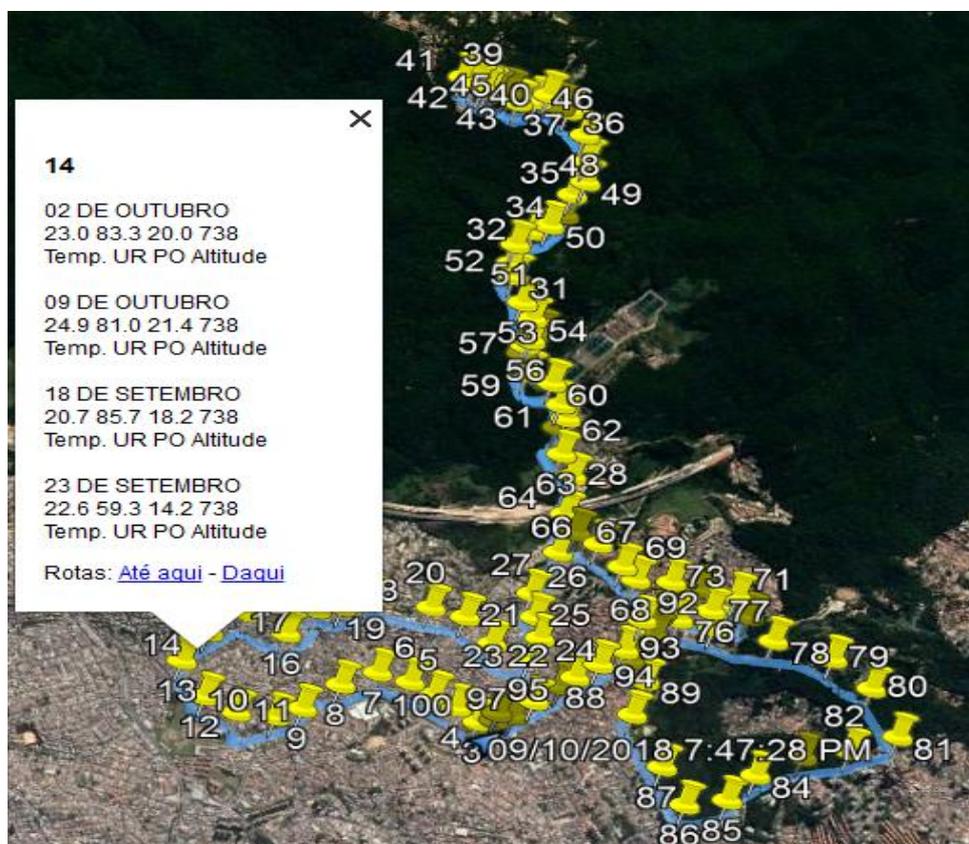
percursos feitos nos dias 02 e 09 de outubro. O mesmo ocorre com os outros 101 pontos que estão na mesma localização geográfica nos três dias de coletas dos dados. Para tanto, todos os pontos foram georeferenciados na mesma coordenada geográfica, conforme mostra o mapa 6.

Para a marcação dos 102 pontos dentro da área total do bairro Jardim Peri, utilizou-se o programa Google Earth Pro e o aplicativo *Geo Tracker*. O *Geo Tracker* é um GPS de celular que grava as coordenadas geográficas de um percurso realizado a pé ou de carro. Sendo assim, as coordenadas dos 102 pontos coletadas ao longo do transecto feito no bairro Jardim Peri com o *Geo Tracker* foram diretamente descarregados no programa Google Earth Pro.

Os dados sobre a TAR e a URA dos 102 pontos também foram descarregados no programa Google Earth Pro. O equipamento utilizado para a coleta desses dados foi o Data Logger HT-500 disponibilizado pelo Laboratório de Climatologia e Biogeografia (LCB) do Departamento de Geografia da USP.

Mapa 6: Informações de Campo

O quadro com fundo branco nesta imagem contém as informações climatológicas e geográficas sobre TAR, URA, Ponto de Orvalho e coordenadas do ponto 14. Todos os outros 101 pontos contem os mesmos levantamentos de dados.



Fonte: Produzido pelo próprio autor e adaptado do Google Earth Pro, 2018

Conforme mostra o mapa 6, a tela aberta do programa Google Earth Pro é um recorte exemplificando todas as informações empíricas coletadas no campo ao longo do transecto feito no bairro do Jardim Peri. Em cada um dos 102 pontos, há informações sobre a TAR, URA, Ponto de Orvalho, Altitude e a Coordenada Geográfica que diz onde estão localizadas essas informações no globo terrestre.

Uma vez essas informações geográficas e atmosféricas reunidas num só programa, se iniciou a interpretação delas por meio de tabelas em Excel. E com base nas tabelas, criou-se os gráficos que serão discutidos neste trabalho mais adiante. Durante a descrição da atual pesquisa, as imagens com os dados do Google Earth Pro serviram a todo o momento de consulta como parâmetro espacial para compreender os resultados dos gráficos e das tabelas.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS: BAIRRO JARDIM PERI

A área total de estudos do bairro Jardim Peri, conforme mencionado anteriormente, foi dividida em três setores para melhor compreender os fenômenos dessa escala topo climática, a saber: Unidade Microclimática I, Unidade Microclimática II e Unidade Microclimática III. Os limites entre esses três setores foram delimitados com base no transecto realizado de carro onde foram estabelecidos durante o trajeto 102 pontos de coletas de dados.

Com essas referências, será descrito, a seguir, uma caracterização da área de estudos sobre os seus aspectos paisagísticos (tipo de habitações, distribuição arbórea, níveis de impermeabilização do solo, modo de ocupação da terra, diferenças de classe social, locais com atividade econômica entre outros atributos passíveis de serem interpretados diretamente no espaço) para que na próxima sessão se iniciem a discussão e os resultados obtidos nesta paisagem do bairro Jardim Peri.

3.1. Unidade Microclimática I

Pontos 01 a 27 e 94 a 102 – trecho com ocupação residencial de baixa renda

A Unidade Microclimática I está representada pelos percursos entre os pontos 01 a 27 e 94 a 102, conforme mostra a imagem 01. Sua localização está no setor sudoeste da área total de estudos deste trabalho. Do ponto de vista sobre o uso e ocupação do solo, a Unidade Microclimática I, na sua totalidade, é caracterizada por residências de média e baixa renda com a presença de vegetação muito reduzida em duas das principais vias de acesso: Avenida Koshun Takara e Avenida General Penha Brasil (trecho entre os pontos 01 e 12. Na imagem 01 a presença de vegetação é praticamente nula em toda a delimitação em azul que representa o percurso feito na Unidade Microclimática I com os 36 pontos de coleta de dados. Por se tratar de um percurso constante (o veículo não parou na maior parte do tempo ao longo do transecto), o caminho entre os pontos 28 a 93 estão dentro das outras duas Unidade Microclimáticas que também serão comentadas a seguir. A partir do ponto 94, o percurso volta a entrar na Unidade Microclimática I e termina no ponto 102 junto ao início do percurso que é o ponto 01. Esses pontos estão representados por um ícone amarelo no qual em cada um obteve-se os seguintes dados: temperatura do ar; umidade relativa; ponto de orvalho; e altitude. Essa metodologia é válida para as imagens das próximas Unidade Microclimáticas a serem descritas aqui.

Também é visto na imagem 1 que o grau de impermeabilização do solo é muito perceptível com avenidas e ruas asfaltadas. Os materiais dos telhados das casas variam entre cerâmica, amianto e zinco de coloração vermelha, preta e cinza formando uma grande mancha urbana.

Imagem 1 -Unidade Microclimática I – Imagem de Satélite



Fonte: Produzido pelo próprio autor e Adaptado do Google Earth (2018)

Os trechos entre os pontos 01 a 09; 15 a 21; e 24 a 27 são formados por residências de baixa renda. Estas moradias são pequenas, uma bem próxima da outra sem espaço entre elas e sobrepostas verticalmente. Todas as moradias são geminadas onde uma mesma parede faz a divisão de duas casas. Os locais com pequenos espaçamentos entre as casas são vielas ou “becos” que dão acesso às partes mais internas e adensadas do bairro com este mesmo modelo de edificação e servem como áreas públicas de passagem para os moradores, conforme mostra a foto 1.

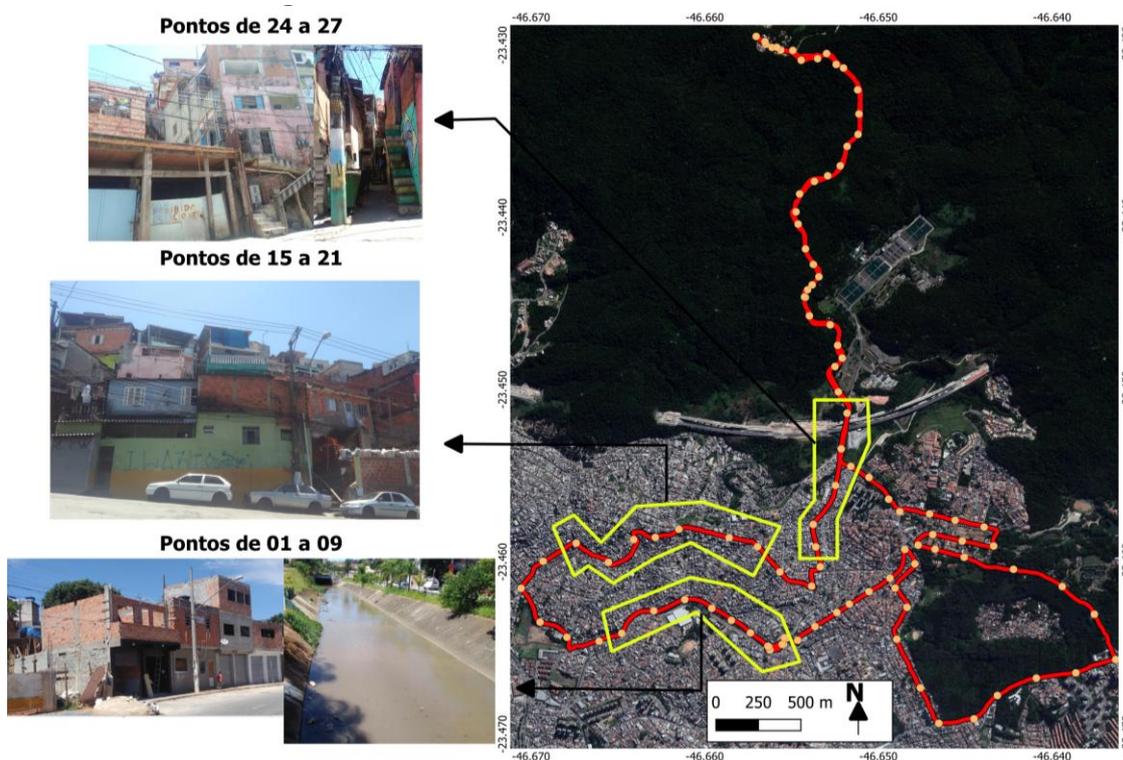
Foto 1- Trecho do percurso próximo ao ponto 9



Fonte: Produzida pelo próprio autor (2018)

A figura 07 mostra parte dos trechos entre os pontos 01 a 09; 15 a 21; e 24 a 27 circutados em amarelo onde observa-se a construção de residências próximas e sobrepostas; sem acabamento de reboco, tinta, telhados apropriados para as condições ideais de moradia entre outros; com alvenaria exposta; presença de telhados de amianto; janelas com materiais muito simples feitas de metal; e um córrego a céu aberto.

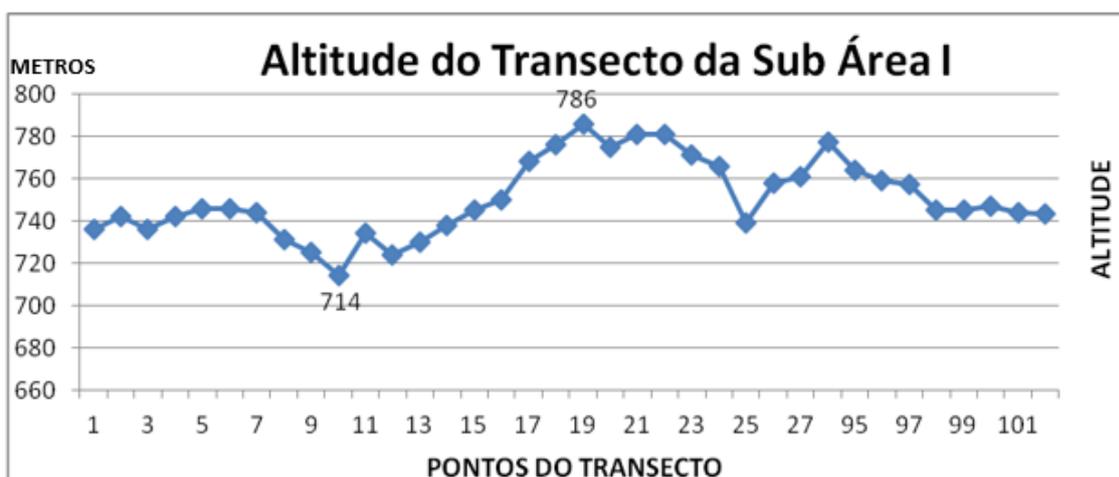
Figura 7: Paisagem do Jardim Peri dentro da Unidade Microclimática I



Fonte: Organizado pelo próprio autor no software Qgis

Todas as residências entre os pontos 15 a 19, no lado setentrional da Unidade Microclimática I, estão erguidas numa parte do maciço cristalino da Serra da Cantareira sobre uma encosta íngreme, sendo este um dos espaços com residências de baixo padrão, construídas num dos pontos com maior risco de deslizamento de terra. Este local também corresponde pelo ponto mais alto desta Unidade Microclimática com residências edificadas em altitudes de até 830 metros. A altitude mais baixa da Unidade Microclimática I situa-se na sua parte meridional, a sudoeste, no ponto número 10 com elevação de 714 metros, próximo a um dos diversos córregos da região que desaguam no córrego Cabuçu de Baixo - um dos afluentes da margem direita do Rio Tietê com a foz próxima a Ponte da Freguesia do Ó (ATLAS AMB. DO MUN. SP, 2004). Já o ponto de maior altitude marcado pelo transecto nesta Unidade Microclimática foi o 19 com 786 metros, conforme a figura 08. A altitude média da Unidade Microclimática I – com base na altitude dos 36 pontos - é de 750 metros.

Figura 8: Altitude do Transecto da Sub Área I



Fonte: Produzido pelo próprio autor

O percurso entre os pontos 09 a 14 é composto por residências de média e baixa renda. Entre os pontos 11 a 13 há um grande terreno com solo exposto e reduzida presença de vegetação na margem esquerda do transecto, conforme a imagem 2.

Imagem 2: Terreno com extensa área de solo exposto



Fonte: Produzido pelo autor e adaptado do Google Earth (2018)

O trecho entre os pontos 94 a 102 está localizado na principal via do bairro que é a Avenida Peri Ronchetti composta por uma parte residencial e outra comercial. A parte residencial é caracterizada por casas de classe média. A área comercial é composta por um supermercado, lojas de roupa, alimentos, serviços em geral como academias, imobiliárias e consultórios dentários. Também há a presença de edificações públicas como duas escolas e um posto de saúde. Este trecho é uma das principais avenidas do bairro onde passam as principais linhas de ônibus do bairro Jardim Peri que levam os trabalhadores para o centro de São Paulo. Devido a esta conjuntura, o fluxo de pessoas e veículos neste trecho é muito intenso, principalmente nos horários de pico. A presença de vegetação neste perímetro também é muito reduzida assim como na maior parte dos pontos anteriores. O tipo de uso e ocupação do solo deste setor pode ser visto na figura 09.

Figura 9: Paisagem do Jardim Peri dentro da Unidade Microclimática I



Fonte: Organizado pelo próprio autor no software Qgis

3.2. Unidade Microclimática II

Pontos 28 a 65 - trecho de serra com vegetação natural de mata atlântica – Floresta Ombrófila Densa Montana

A Unidade Microclimática II está representada pelo percurso entre os pontos 28 a 65 que encontram-se num trecho de serra no perímetro Norte da área total de estudos deste trabalho. A Unidade Microclimática II faz parte do complexo montanhoso do Maciço Cristalino da Serra da Cantareira (DANTAS, 1990). É um perímetro de extensa vegetação natural Atlântica de Floresta Ombrófila Densa Montana característica em altitudes que variam entre 500 a 1500 metros (AMBIENTE.SP.GOV, 2018), ocupando a totalidade deste setor. A Unidade

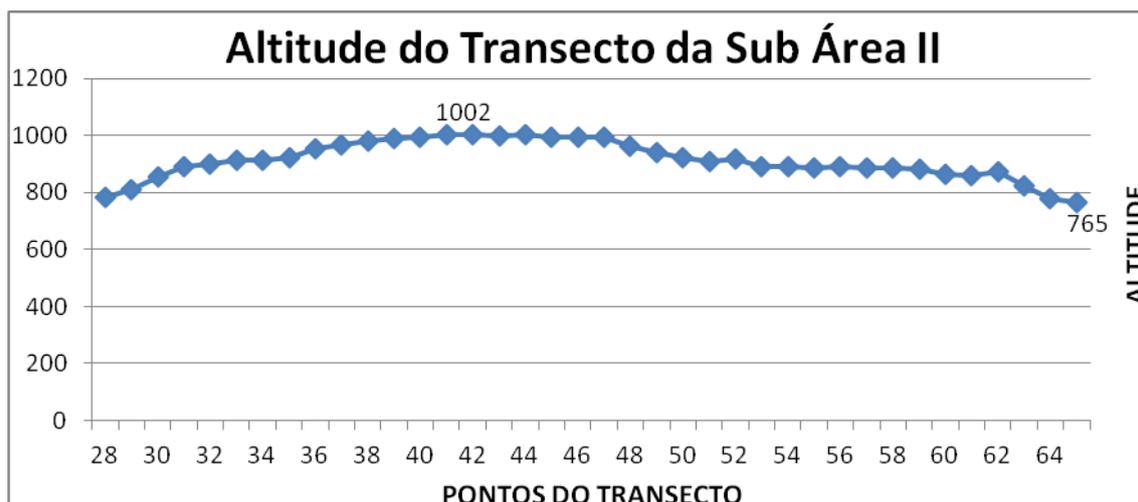
Microclimática II com relação ao seu tipo de uso e ocupação do solo é um espaço totalmente diferente da Unidade Microclimática I, conforme expõe a imagem 3. Como já visto anteriormente, a Unidade Microclimática I é intensamente impermeabilizada e edificada com pouca presença de vegetação, sendo o contrário da Unidade Microclimática II onde a ação antrópica é muito reduzida e o adensamento de diversas espécies de árvores é intenso.

Imagem 3: Unidade Microclimática II – Imagem de Satélite



Fonte: Produzido pelo próprio autor e adaptado do Google Earth (2018)

O percurso realizado dentro da Unidade Microclimática II tem um diferencial em relação a Unidade Microclimática I e III: o trajeto feito entre os pontos 28 a 41 é o mesmo trecho de subida e descida da serra. É por isso que na figura 10 - onde mostra o relevo da Unidade Microclimática II - a altitude se eleva até o ponto 41 (local mais alto) e volta a diminuir do ponto 42 em diante no qual seria o retorno da serra utilizando a mesma via. A figura 10 demonstra que até o ponto 41, a altitude só aumenta, voltando a diminuir do ponto 42 ao 64.

Figura 10: Altitude do Transecto da Sub Área I

Fonte: Produzido pelo próprio autor

A figura 10 indica que a Unidade Microclimática II encontra-se num terreno de altitudes elevadas. A tabela 1 também indica que o local mais alto deste perímetro é o ponto 42 com 1002 metros de altitude e o mais baixo é o ponto 65 com 765 metros de altitude que fica na base da vertente sul da Serra da Cantareira virada para a cidade de São Paulo. A altitude média da Unidade Microclimática II é de 913 metros – com base entre os pontos 28 a 41. Fazendo um comparativo com as outras duas Unidades Microclimáticas, a Unidade Microclimática II é o perímetro com relevos de maiores altitudes. O ponto mais alto e o mais baixo da Unidade Microclimática I é de 784 e 714 metros de altitude, respectivamente. Em contrapartida, o ponto mais alto e o mais baixo da Unidade Microclimática III é de 810 e 742 metros de altitude, respectivamente. A altitude média da Unidade Microclimática I e da Unidade Microclimática III é de 750 e 785 metros, respectivamente.

Tabela 1: Altitudes máxima, mínima e média das três Unidade Microclimáticas ao longo dos seus respectivos transectos.

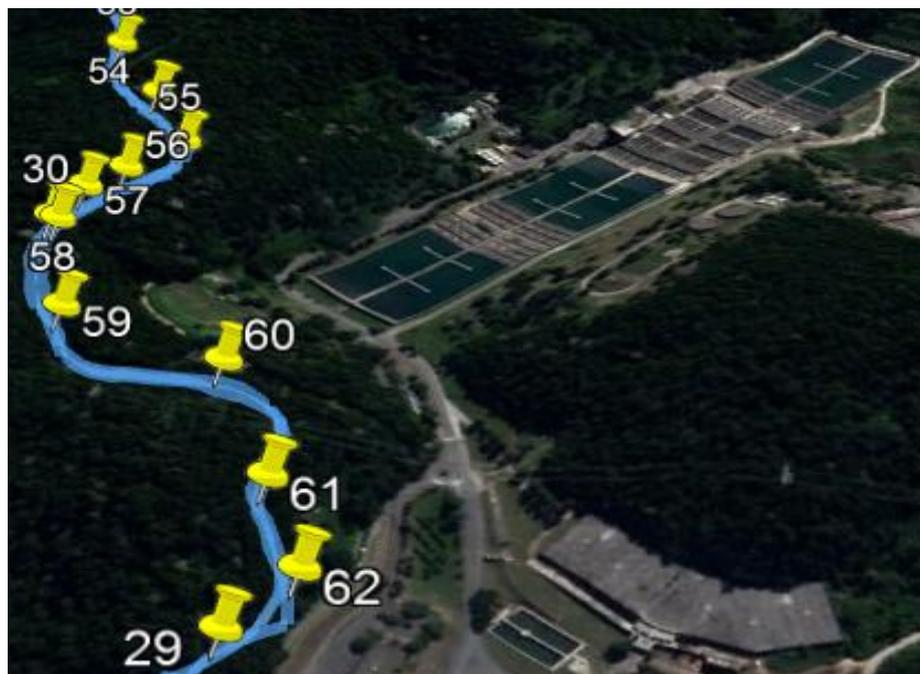
SETOR	MAIOR ALTITUDE EM METROS	MENOR ALTITUDE EM METROS	ALTITUDE MÉDIA EM METROS
Unidade Microclimática I	784	714	750
Unidade Microclimática II	1002	765	913
Unidade Microclimática III	810	742	785

Fonte: Organizado e elaborado pelo próprio autor.

O modo de uso e ocupação do solo na Unidade Microclimática II contem poucos espaços de ação antrópica, já mencionado anteriormente. Do lado oriental do percurso entre os pontos 29 a 30 – imagem 4 – há uma Estação de Tratamento de Água (ETA). Esta é a Estação Elevatória Santa Inês que faz parte do Sistema Cantareira cuja função é bombear água das

represas adjacentes da Serra da Cantareira para serem tratadas na Estação Guaraú que abastece milhões de pessoas no município e na RMSP (SABESP, 2008).

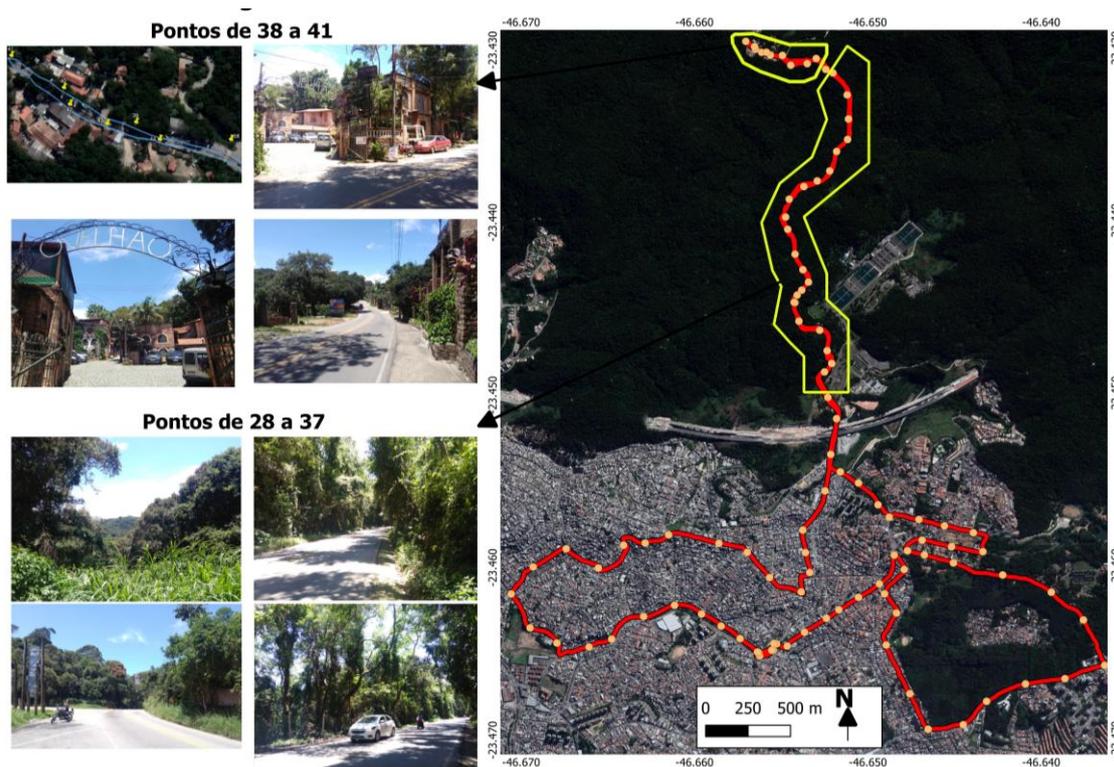
Imagem 4: Estação de Tratamento de Água (ETA)



Fonte: Produzido pelo próprio autor e adaptado do Google Earth (2018)

O trecho entre os pontos 38 a 41 existe uma pequena vila comercial. Neste ponto, os serviços oferecidos são de lazer: restaurantes e bares que funcionam durante os períodos vespertinos e noturnos. Também há algumas lojas artesanais que vendem móveis rústicos, bijuterias, utensílios de arte como esculturas em geral, quadros entre outros. Quanto aos serviços públicos, há somente um posto policial. A vila fica no ponto mais alto da Unidade Microclimática II numa altitude de 1002 metros. Essa vila comercial ou o velhão (assim chamada pela população que reside nos condomínios da serra e no bairro do Jardim Peri devido a um bar famoso e antigo que ali existe) é o limite entre o município de São Paulo e Mairiporã. A partir deste ponto em diante, seguindo pela Estrada Santa Inês sentido norte, passa-se a entrar na Região Metropolitana de São Paulo. A figura 11 nos passa uma ideia de como é a ocupação deste lugar entre os pontos 38 a 41, bem como a paisagem natural entre os pontos 28 a 37.

Figura 11: Paisagem do Jardim Peri dentro da Unidade Microclimática II



Fonte: Organizado pelo próprio autor no software Qgis

Esta vila comercial é um espaço frequentado pela população de média e alta renda tanto da Zona Norte de São Paulo quanto dos condomínios de médio e alto padrão residencial construídos na Serra da Cantareira nos limites de Mairiporã. Isso se mostra evidente por dois principais recortes sócioespaciais: primeiro porque o ambiente é um local com custos elevados para alimentação e manutenção; e segundo porque o acesso a este local só é possível por meio de algum veículo automotor. Praticamente não há transporte público que passe por esta via, exceto apenas uma linha inter-municipal que transita a cada 1h30min. ligando a Zona Norte de São Paulo ao terminal de ônibus de Mairiporã. Desta forma, este é mais outro espaço de São Paulo que corrobora a tese de Tarifa (2001) ao dizer que a áreas mais privilegiadas da cidade, sob o aspecto climático e social, estão constituídas nos pontos de maior altitude do município.

Com relação à geomorfologia, toda a área de estudo deste trabalho que está dividido em 3 setores é formada pela Unidade Morfoestrutural do Cinturão Orogênico e litologia predominantemente Pré-cambriana (ROSS;MOROZ, 1997). Sendo assim, a Unidade Microclimática II por ser um relevo característico da Serra da Cantareira, é sustentada, principalmente, por processos geológicos intrusivos. As intrusões magmáticas, bem como os processos geológicos de movimentação da crosta terrestre ocorridos durante as eras passadas geraram este ambiente de releve acentuado da Unidade Microclimática II.

A vegetação que encobre esta área faz parte do Domínio Tropical Atlântico – Mata Atlântica (CONTI; FURLAN, 1996). Antes da chegada dos europeus à América do Sul, toda a costa brasileira desde o Nordeste (Rio Grande do Norte) até o Rio Grande do Sul era coberta por florestas litorâneas. Estas florestas também adentravam o país em regiões da Bahia, Minas Gerais e São Paulo. Elas ocupavam cerca de 1,36 milhões de km² e atualmente os estudos apontam que restam apenas 12,4% da floresta que existia originalmente. Dessas

remanescentes, 80% estão em áreas privadas (SOSMA.ORG, 2018). Devido ao intenso desmatamento iniciado com o processo de colonização do Brasil no século XVI, sobraram apenas alguns fragmentos desta floresta natural, atualmente presentes com maior extensão no Sudeste do Brasil como as Serras do Mar e Mantiqueira. (CONTI; FURLAN, 1996). A Unidade Microclimática II está dentro desta área natural, fazendo parte do complexo da Serra da Cantareira. É um privilégio para a nossa sociedade poder ter contato com esta vegetação. Ainda hoje é preocupante manter esta área preservada, uma vez que o processo de ampliação desordenada da cidade não atende àquelas famílias de baixa renda que sem condições de sobrevivência e moradia acabam por ocupar as encostas de áreas naturais como a da Serra da Cantareira. Segundo dados do Atlas Ambiental do Município de São Paulo (2004), a correlação entre os mapas de desmatamento e taxa de crescimento populacional por distrito no período de 1991-2000 confirma que a expansão urbana exerce grande pressão sobre as áreas florestais da periferia da cidade. Este processo se dá por ocupações em áreas públicas ou privadas, com ou sem o consentimento dos proprietários, gerando loteamentos clandestinos irregulares de baixo padrão:

“Esse padrão de ocupação vai ter enormes reflexos no desmatamento das regiões situadas ao longo da Serra da Cantareira, que eram até bem pouco tempo atrás formadas por sítios e chácaras. É exatamente nestas grandes glebas, na sua maior parte vegetadas, que os loteamentos clandestinos vêm sendo criados.” (ATLAS AMB. DO MUN. SP, 2004, p. 78).

A cobertura vegetal existente atualmente próxima aos limites do município de São Paulo na Região Metropolitana de São Paulo é constituída por fragmentos de vegetação natural secundária (Atlas Ambiental do Município de São Paulo, 2004). Logo, a Unidade Microclimática II pode ser composta - em partes ou na sua totalidade - de uma floresta natural secundária.

A Serra da Cantareira que se estende ao norte da Região Metropolitana de São Paulo. Logo, estas florestas apresentam menor presença das vegetações epífitas (espécies de plantas que se desenvolvem sobre outras plantas como as orquídeas e samambaias, por exemplo) e maior distribuição de espécies decíduais (plantas que perdem suas folhas nos períodos de seca quando a disponibilidade hídrica é menor devido à precipitação reduzida). O Parque Estadual da Serra da Cantareira é caracterizado por uma vegetação Ombrófila Montana (RAIMUNDO, 2006). Segundo levantamento florístico na Serra da Cantareira realizado por Baitello et. al. (1993), encontrou-se no estrato arbóreo desta região a existência de 48 famílias, 110 gêneros e 189 espécies de vegetação. Esta serra possui espécies exclusivas de Mata Atlântica ligadas às condições de Mata Semi-Caducifólica do Planalto. Essas características conferem à Serra da Cantareira uma região de transição entre a Mata Atlântica e a Mata do Planalto (RAIMUNDO, 2006). Desta forma, a Unidade Microclimática II que se encontra dentro desta região natural não deixa de ser uma floresta densa cuja imagem de satélite nos mostra uma grande distribuição espacial de copa vegetal.

3.3. Unidade Microclimática III

Pontos 66 a 93 - trecho de ocupação residencial de média e alta renda

A Unidade Microclimática III está representada pelo percurso entre os pontos 66 a 93 e situa-se na porção Sudeste da área total de estudos deste trabalho. O modo de uso e ocupação do solo é misto: uma parte parcial com a instalação de residências de classe média e alta (exceto o trecho entre os pontos 89 a 90); e outra parte parcial com vegetação natural de Mata Atlântica. A presença da vegetação natural densa e secundária neste setor é muito relevante, conforme mostra a figura 12.

Figura 12: Unidade Microclimática III – Imagem de Satélite



Fonte: Produzido pelo autor e adaptado do Google Earth (2018)

Na figura 12 também fica explícito – do ponto de vista natural e de menor impacto antrópico – o privilégio das residências que estão ao entorno do percurso entre os pontos 68 a 77. Essas casas, assim como as outras mais ao norte da imagem, são todas de médio e alto padrão. Elas estão totalmente rodeadas pela presença de Mata Atlântica natural ao Norte (que não aparece na imagem), a Nordeste, a Leste, a Sudeste e Sul que são áreas de preservação e fazem parte do Parque Estadual Alberto Löfgren - Horto Florestal. As residências que estão no miolo do Parque Estadual do Horto Florestal rodeadas integralmente pela floresta de Mata Atlântica são de classe média.

Conforme mostra a figura 13, o trecho entre os pontos 66 a 67 é a Estrada Santa Inês (continuação do trecho da serra) que contém algumas árvores em ambas as margens. Partindo do ponto 66 ao 67 no sentido Sudoeste, podemos ver na margem direita algumas árvores com um grande condomínio atrás de classe média que por sua vez está ao lado de uma favela com residências de baixa renda próximas do ponto 27 e faz parte da Unidade Microclimática I. Em contrapartida, na margem esquerda, também encontramos a presença de árvores ao longo da via

com um bairro de classe média / média alta por detrás da vegetação que se situa dentro da Unidade Microclimática III. Desta forma, podemos aqui inferir – neste trecho entre os pontos 66 a 67 – que a Estrada Santa Inês é o limiar divisor de dois espaços sociais completamente desiguais vistos por essa imagem de satélite que nos dá uma ideia do tipo residencial e o modo de uso do solo urbano presentes no local. Logo, a figura a seguir demonstra uma transição de classe social.

Figura 13: Trecho entre os pontos 65 a 67

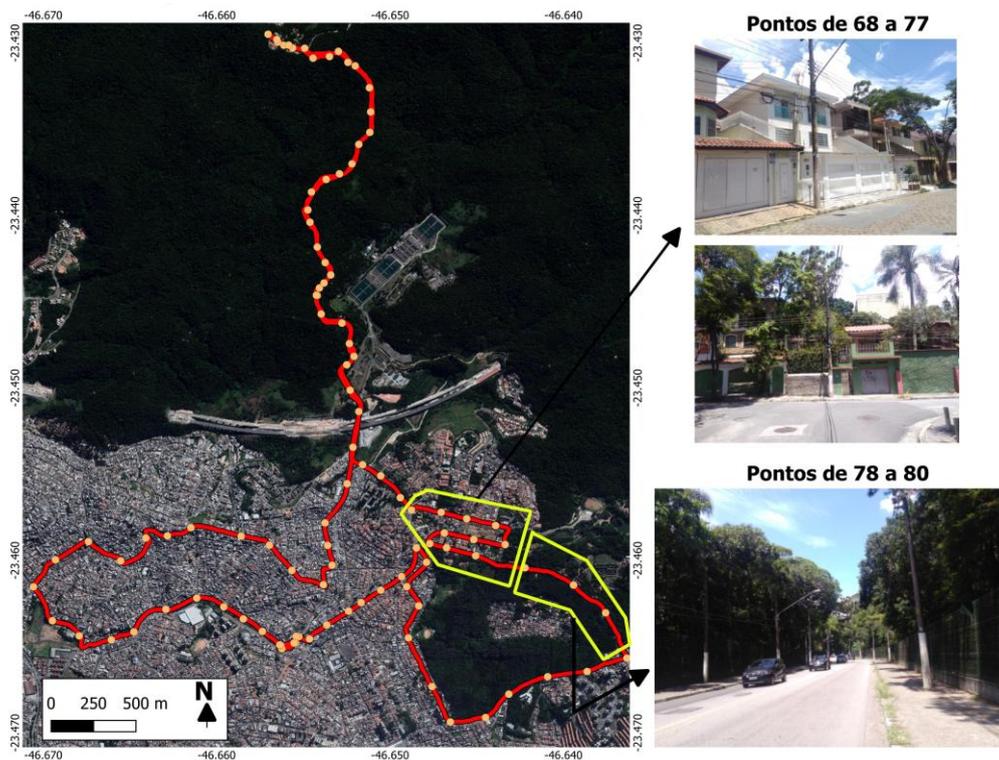


Fonte: Produzido pelo autor e adaptado do Google Earth (2018)

Ainda na figura 13, é possível ver que os telhados das casas de média e alta renda dentro da Unidade Microclimática III são quase inteiramente feitos de cerâmica com a coloração vermelho-alaranjado, bem como fica clara a presença de uma grande área com cobertura vegetal. Por outro lado, os espaços dentro da Unidade Microclimática I, principalmente próximos do ponto 27, fica em evidência uma grande mancha cinza onde podemos inferir que os materiais desses telhados podem ser de zinco e amianto, característicos das edificações de baixo padrão comentadas aqui anteriormente.

Mais à frente, todo o percurso entre os pontos 68 a 77 são espaços residenciais de médio e alto padrão, como já dito anteriormente. O fluxo de pessoas é muito reduzido, uma vez que a presença de comércio é quase inexistente, havendo somente um comércio informal na entrada do Parque Estadual Alberto Löfgren - Horto Florestal que fica próximo ao ponto 72. Próximo a este ponto também há um terminal de ônibus. No Percurso entre os pontos 68 e 70 existe uma escola privada ao lado de um terreno com ampla presença de vegetação. O percurso entre os pontos 72 e 73, na sua margem direita, se tem um grande terreno com solo quase exposto e algumas árvores ao seu redor. Na sua margem esquerda, se encontram casas de classe média alta próximas de vegetação. Mais adiante, o percurso até o ponto 75 é constituído por residências de classe média alta nos dois lados da via. O trecho entre os pontos 75 a 77, na sua margem direito, é inteiramente composto pela presença de vegetação natural de Mata Atlântica que faz parte do Parque Estadual. Do outro lado na sua margem esquerda, encontram-se casas de classe média. A figura 14 traz um pouco de como é o espaço do trecho entre os pontos 68 a 77.

Figura 14: Paisagem do Jardim Peri dentro da Unidade Microclimática III

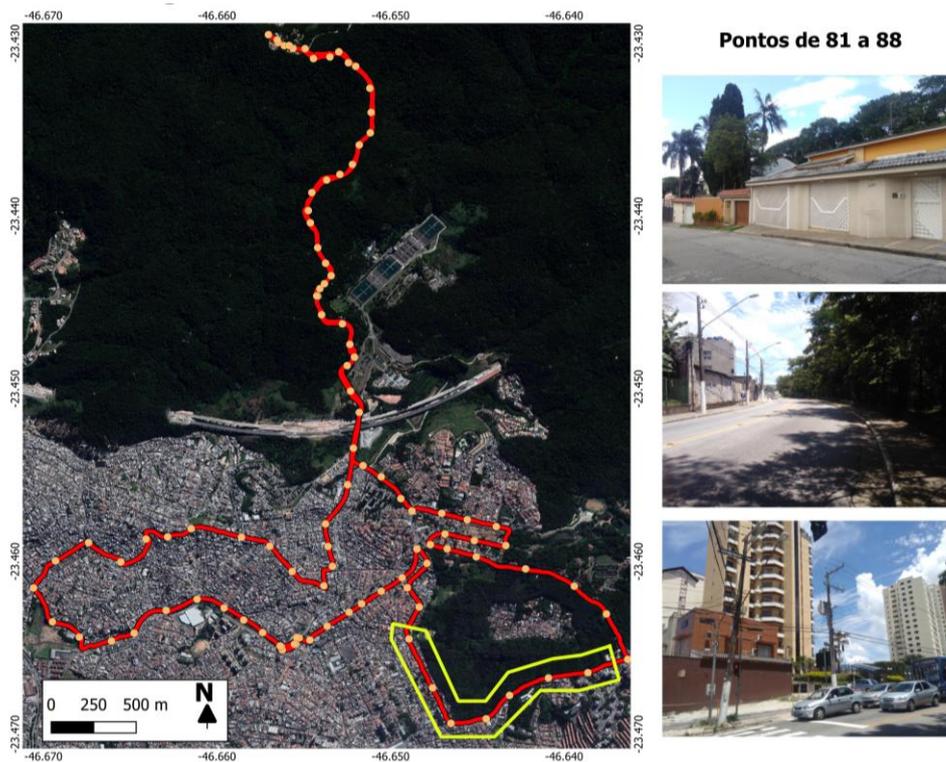


Fonte: Organizado pelo autor no software Qgis

A figura 14 também mostra que o percurso entre os pontos 78 e 80 fica entre duas áreas naturais do Parque Estadual, não havendo desta maneira nenhuma presença edificada residencial ou comercial, exceto um posto do Corpo Militar de Bombeiros do Estado de São Paulo próximo ao ponto 78.

Todo o percurso entre os pontos 81 a 88 é constituído, na sua margem direita, pela presença de Mata Atlântica natural proveniente da área preservada do Parque Estadual Horto Florestal. Em contrapartida, toda a sua extensão da margem esquerda é ocupação antrópica diversa com intensa presença de habitações entre os pontos 83 a 84: o trecho entre os pontos 81 a 86 possui condomínios verticalizados e casas com até dois pavimentos residenciais de classe média; comércio como padarias, lojas de construção civil, academia entre outras. O trecho entre os pontos 86 a 88 é todo residencial de classe média / média alta. A figura 15 demonstra esta paisagem.

Figura 15: Paisagem do Jardim Peri dentro da Unidade Microclimática III – Pontos 81 a 88



Fonte: Organizado pelo autor no software Qgis

O percurso entre os pontos 88 a 90 é um pequeno trecho com residências de baixo padrão. O ponto 89 encontra-se numa área considerada fundo de vale que fica próximo de um córrego, sendo o segundo local mais baixo da Unidade Microclimática III. Isso corrobora mais uma vez o trabalho de Tarifa (2001) sobre os Climas da Cidade de São Paulo ao dizer que as áreas de fundo de vale do município estão ocupadas – na maioria das situações – por edificações irregulares de baixa renda.

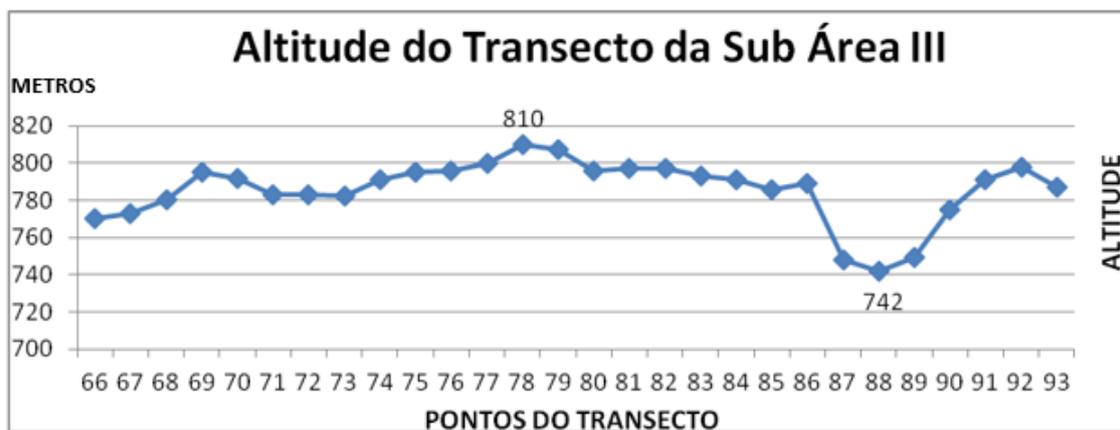
Na figura 16 fica evidente a distribuição sócioespacial no qual a altitude mais baixa da Unidade Microclimática III é exatamente onde estão alocadas as residências mais precárias. O ponto 88 que é o local mais baixo da Unidade Microclimática III está exatamente em cima do lugar onde passa um córrego.

Figura 16: Paisagem do Jardim Peri dentro da Unidade Microclimática III – Pontos de 88 a 90



Fonte: Organizado pelo autor no software Qgis

Figura 17: Altitude do Transecto da Sub Área III



Fonte: Produzido pelo próprio autor

Com relação ao relevo da Unidade Microclimática III, o local mais alto foi o ponto 78 com 810 metros de altitude. O mais baixo foi o ponto 88 com 742 metros de altitude, conforme mostra a figura 17. A altitude média com base nos 28 pontos deste setor foi de 785 metros.

Por fim, o percurso entre os pontos 91 a 93 volta a ser de ocupação residencial de classe média e estão em altitudes mais elevadas em comparação aos pontos próximos anteriores.

Fica em evidência a diferença espacial entre as três unidades microclimáticas do Jardim Peri. Isto é visto por meio do modo de uso e ocupação do solo que se faz no bairro. O percurso demonstrou que os espaços são descontínuos, ou seja, apresentam paisagens muito diferentes ao

passar de um setor para outro. É possível observar o antagonismo entre os tipos de habitações, presença de vegetação e fluxos como a circulação de pessoas e veículos. Enquanto o primeiro setor é desprovido de distribuição arbórea e moradias adequadas para a reprodução humana, o terceiro se apresenta no espaço de forma totalmente contrária com enormes casas espaçadas entre si e intensa distribuição foliar. Ou seja, são lugares completamente contraditórios do ponto de vista socioeconômico que estão próximos entre si e situados na baixa encosta da Serra da Cantareira (setor II) de vegetação Natural Atlântica.

Entender essa conjuntura espacial que compõe o bairro do Jardim Peri é um desafio às diferentes frentes do conhecimento científico, uma vez que dispõe de muitas informações sociais e naturais. Para tanto, um dos conhecimentos utilizados na tentativa de explicar minimamente a complexidade funcional do bairro foi a Climatologia através das pesquisas de campo sobre a temperatura e umidade relativa do ar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Variações Climáticas da Área Total de Estudos – Temperatura e Umidade Relativa do Ar

Foram analisadas as variações atmosféricas do bairro através das coletas de temperatura e umidade relativa do ar realizadas em 3 dias diferentes: a primeira em 18 de setembro de 2018 com início às 21h37min e término às 22h20min; a segunda em 02 de outubro de 2018 com início às 21h09min e término às 21h54min; e a terceira em 09 de outubro de 2018 com início às 19h48min e término às 20h36min. Como podemos observar, todas as coletas foram realizadas no período noturno, próximas às 20h00min que é o horário onde as temperaturas das superfícies dos terrenos não apresentam mudanças rápidas (AMORIM, 2005). Essas coletas foram feitas por meio de transectos (a extensão total média do transecto nos 3 dias foi de 19,4 km).

Amorim (2005) também recomenda que o itinerário do primeiro ao último ponto não pode ultrapassar o tempo de uma hora e a velocidade deve variar entre 30 e 40 km/h. A mesma também explica que esta metodologia é uma adaptação dos estudos feitos por Oke e Maxwell (1975); Gomez e Garcia (1984); Johnson (1985); e Pitton (1987).

Oliveira (2007), ao fazer um estudo sobre as “Interferências Causadas pela Radiação Solar Global e Pela Velocidade dos Ventos em Medições Climatológicas da Temperatura do Ar”, concluiu que as diferenças entre os valores das temperaturas coletadas em uma estação meteorológica montada para a pesquisa são inversamente proporcionais à velocidade do vento. Ou seja, quanto maior a velocidade do vento sobre um sensor medidor de temperatura do ar, maior será a interferência durante a sua medição.

Desta forma, houve uma atenção para manter a menor velocidade possível nas vias com a finalidade de diminuir ao máximo a influência do ar contra o aparelho eletrônico HT-500 dentro do mini-abrigo instalado no teto do carro. De acordo com os dados do programa *Geo Tracker*, a tabela 2 indica que no dia 18/09/2018 a velocidade máxima foi de 40 km/h, a mínima foi de 14 km/h e a média foi de 27 km/h. No dia 02/10/2018, a velocidade máxima foi de 43 km/h, a mínima de 7 km/h e a média de 25 km/h. E no último dia de coleta em 09/10/2018, a velocidade máxima foi de 39 km/h, a mínima de 11 km/h e a média de 25 km/h.

Tabela 2: Velocidade e data dos transectos

VELOCIDADE EM KM/H	DATA		
	18/09/18	02/10/18	09/10/18
Vel. Máx.	40	43	39
Vel. Mín.	14	7	11
Vel. Méd.	27	25	25

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Fica evidente que nos 3 dias de coleta dos dados, em dois a velocidade média foi de 25 km/h e em um foi de 27 km/h. Em nenhum desses dias a velocidade média ultrapassou o recomendado pela metodologia base que indica 30 km/h. Quanto à velocidade máxima de 40 km/h recomendada, a segunda coleta, em alguns pontos, ultrapassou este valor em 3 km/h. Todavia, a velocidade média ao longo do percurso foi baixa, reduzindo assim a interferência dos ventos no sensor medidor de temperatura e umidade relativa do ar. Outro fator que também contribuiu para a redução da influência dos ventos no sensor foi a sua instalação dentro de um abrigo em formato de cone, mencionado anteriormente no item Metodologia.

Outra forma de compreender melhor a tabela 2 se faz ao analisar mais afundo as oscilações da velocidade ao longo dos transectos com base nos Gráficos 1, 2 e 3 onde informam que durante os percursos, a velocidade do veículo variou muito devido às condições adversas da rede viária: trechos com muitos semáforos, circulação de pessoas, áreas comerciais, terminais de ônibus etc; outros já com menor presença de pessoas e veículos como o trecho de serra cujo o trajeto era numa estrada.

Gráfico 1: Velocidade do Transecto em 18/09/18

Fonte: Geo Tracker (2018)

Gráfico 2: Velocidade do Transecto em 02/10/18

Fonte: Geo Tracker (2018)

Gráfico 3: Velocidade do Transecto em 23/09/18

Fonte: Geo Tracker (2018)

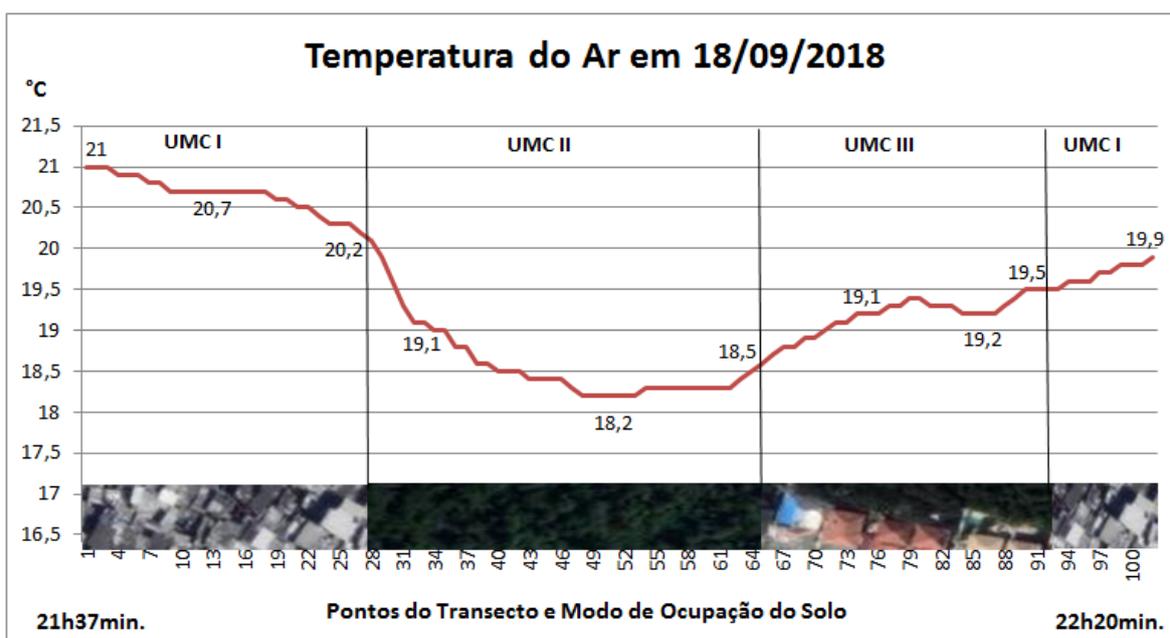
Em cada um desses dias, foi realizado exatamente o mesmo percurso de carro com a mesma quantidade de pontos de coleta. O transecto possui 102 pontos de coleta distribuídos do começo ao fim com a finalidade de ser avaliada a variação da temperatura e umidade relativa do ar nos diferentes lugares do bairro Jardim Peri. Cada ponto dos 102 distribuídos contém coordenadas geográficas para sabermos a sua exata posição. Esses pontos também possuem os seguintes dados já mencionados anteriormente: temperatura do ar; umidade relativa; ponto de orvalho; e altitude. Contudo, usou-se apenas 2 fontes para a discussão deste trabalho: temperatura do ar (TAR) e umidade relativa do ar (URA).

4.2. Variações Climáticas da Atmosfera no dia 18 de setembro de 2018: Área

Total de Estudos

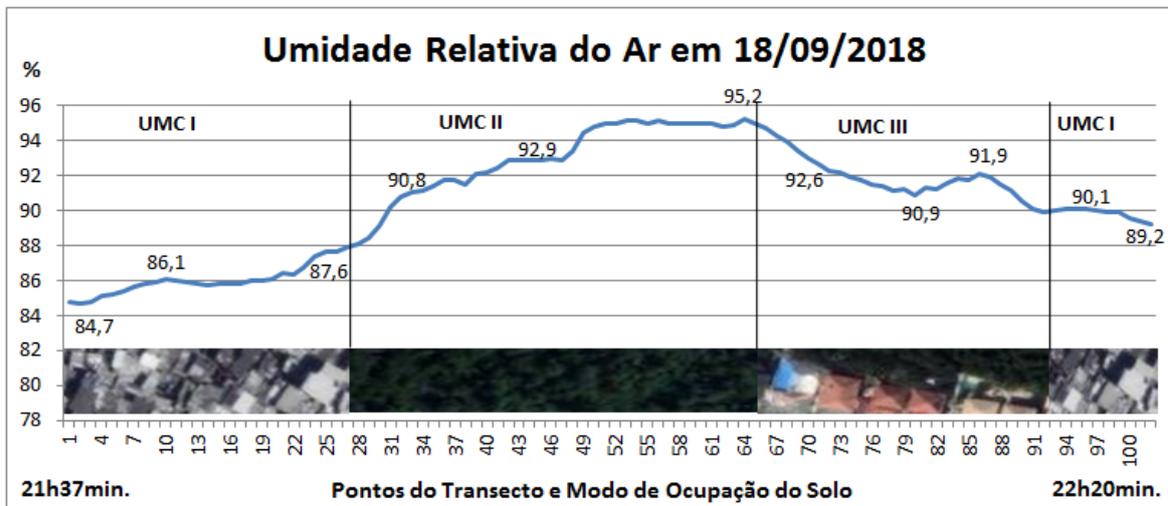
No dia 18 de setembro de 2018, terça-feira, a temperatura e a umidade relativa do ar apresentaram valores diferentes nos três setores que compõem a área total de estudos. A Unidade Microclimática I foi caracterizada por indicar as temperaturas do ar mais elevadas, seguida pela Unidade Microclimática III e Unidade Microclimática II, conforme mostra a figura 18. O setor I também foi caracterizado por apresentar os menores valores da umidade relativa do ar, seguido pela Unidade Microclimática III e Unidade Microclimática II, conforme mostra a figura 19.

Figura 18: Variação da temperatura do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 19: Variação da umidade relativa do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18



Fonte: Elaborado pelo autor

A figura 18 indica que entre os pontos 1 e 3, a temperatura do ar foi a maior de toda a área de estudos com 21° C e está dentro da Unidade Microclimática I. Já a menor temperatura encontra-se entre os pontos 48 e 53 com 18,2° C que está dentro da Unidade Microclimática II. As temperaturas do ar dentro da Unidade Microclimática III oscilam entre a máxima e a mínima da área total de estudos, ou seja, analisando a linha vermelha dentro da Unidade Microclimática III, vê-se que o seu contorno em nenhum momento ultrapassa as temperaturas do ar mais elevadas da Unidade Microclimática I e nem as mínimas da Unidade Microclimática II.

Outra forma de enxergar esta situação é analisando as médias da temperatura do ar. Durante o percurso a temperatura média do ar entre os pontos 1 e 27 foi de 20,6 °C. A temperatura média do ar entre os pontos 28 e 65 foi de 18,5 °C. A temperatura média do ar entre os pontos 66 e 93 foi de 19,2 °C. E a temperatura média do ar entre os pontos 94 e 102 (trecho final do percurso que volta a entrar nos limites da Unidade Microclimática I) foi de 19,7 °C. Desta forma, é possível observar que mais uma vez a conjuntura da temperatura do ar na Unidade Microclimática III encontra-se variando entre as outras duas Unidades Microclimáticas, conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/2018

SETOR	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)
Unidade Microclimática I (pontos entre 01 e 27)	20,7	21,0	20,2	0,8
Unidade Microclimática II	18,5	20,1	18,2	1,9
Unidade Microclimática III	19,1	19,5	18,7	0,8
Unidade Microclimática I (pontos entre 94 e 102)	19,7	19,9	19,5	0,4

Fonte: Organizado pelo próprio autor

A tabela 3 também indica que a menor variação de temperatura ocorre dentro das Unidades Microclimáticas I e III com uma amplitude térmica de 0,8 °C, exceto no trecho entre os pontos 94 e 102 com amplitude de 0,4°C. Já a maior amplitude térmica foi na Unidade Microclimática II com 1,9°C causada, principalmente, pela diferença de altitude do relevo dentro desta área.

A figura 19 que avalia a Umidade Relativa do Ar (URA) segue a mesma lógica. A menor URA (84,7%) encontra-se no ponto 1 dentro da Unidade Microclimática I, quanto que a maior URA (95,2%) situa-se no ponto 64 dentro da Unidade Microclimática II. Os valores da URA dentro da Unidade Microclimática III também variam entre os dados das Unidades Microclimáticas I e II.

Com base entre as temperaturas mínima e máxima do ambiente de estudo, a amplitude térmica ao longo do percurso percorrido foi de 2,8°C. Para um trabalho topo climático com análises realizadas no período noturno próximo às 20h00min onde a variação da temperatura do ar é menor, este valor de 2,8°C é relevante para entender os fenômenos atmosféricos do bairro. Em se tratando de uma área de estudos de escala reduzida, quase 3°C de diferença da temperatura do ar entre os espaços dentro do bairro Jardim Peri é um valor elevado. Isso traz uma problemática para se pensar sobre o modo de uso e ocupação do solo, bem como a distribuição sócioespacial que vem sendo feita nesta área ao longo dos anos e impacta diretamente na qualidade de vida dessas pessoas.

Por se tratar de uma escala muito reduzida (topo climática) a amplitude térmica da temperatura do ar em quase 3°C é relevante. Não obstante, a distribuição desses 3°C ao longo do transecto realizado no bairro está diretamente ligada ao tipo de uso e ocupação do terreno pesquisado como um todo, se assemelhando ao caso do estudo feito em Presidente Prudente (Amorim, 2005). Em ambas as pesquisas, as áreas rurais ou com maior distribuição foliar são os locais que apresentam as menores temperaturas do ar. Ao contrário, nas áreas com intensa impermeabilização do solo e pouca presença de vegetação, as temperaturas do ar são as mais elevadas, indo de encontro com a pesquisa de Amorim (2005) sobre a Ilha de Calor Urbana em Presidente Prudente.

Uma diferença entre o estudo de Amorim (2005) e do bairro do Jardim Peri é que a primeira divide a área de pesquisa entre lugares rurais e urbanos. Já o segundo divide a sua área de pesquisa em três setores: área natural; área urbana; e área mista (presença de habitação e vegetação no mesmo lugar). No caso do bairro Jardim Peri, além de demonstrar que a área urbana do bairro funciona como uma Ilha de Calor na escala topo climática, busca-se também inferir a influência que a vegetação pode trazer na temperatura do ar tendo como exemplo a área mista englobada pela Unidade Microclimática III com moradias de alto padrão onde a variação da temperatura do ar, bem como as suas máximas não ultrapassam os valores da Unidade Microclimática I que é intensamente impermeabilizada com moradias de média e baixa renda.

Outro ponto diferente é o enquadramento escalar do objeto de pesquisa. Com base no quadro 2 de Monteiro (2003) foi feito um recorte territorial na escala Local / Meso em Presidente Prudente. Essas escalas abrangem diferentes espaços como área metropolitana e cidades grandes. Por outro lado, no bairro do Jardim Peri o recorte territorial foi a escala Topo, mais reduzida que contempla espaços como bairros e ruas. A delimitação em km na escala Topo varia em dezenas de metros, quanto que nas escalas Locais e Meso variam em centenas de km.

Ao longo de todo o transecto realizado no Jardim Peri, a paisagem muda e a temperatura do ar acompanha a mudança desta paisagem. O percurso se inicia dentro da Unidade Microclimática I que é caracterizada por uma intensa impermeabilização do solo com moradias irregulares e de baixo padrão. A presença de vegetação é muito reduzida, com algumas árvores distribuídas ao longo do caminho, principalmente nas principais avenidas. Nas ruas mais internas do bairro, não há a presença de árvores ou outro tipo de vegetação como arbustos, gramas, praças com plantas entre outros. Na maior parte, essas ruas são estreitas e as casas muito próximas umas das outras. Muitas dessas casas possuem acabamento simples, sem reboco nas paredes e com telhados de zinco e/ou amianto. Em todo o perímetro desta área, os dados indicaram que a temperatura do ar se manteve a mais elevada e a umidade relativa do ar apresentou os menores valores em relação às outras duas Unidades Microclimáticas.

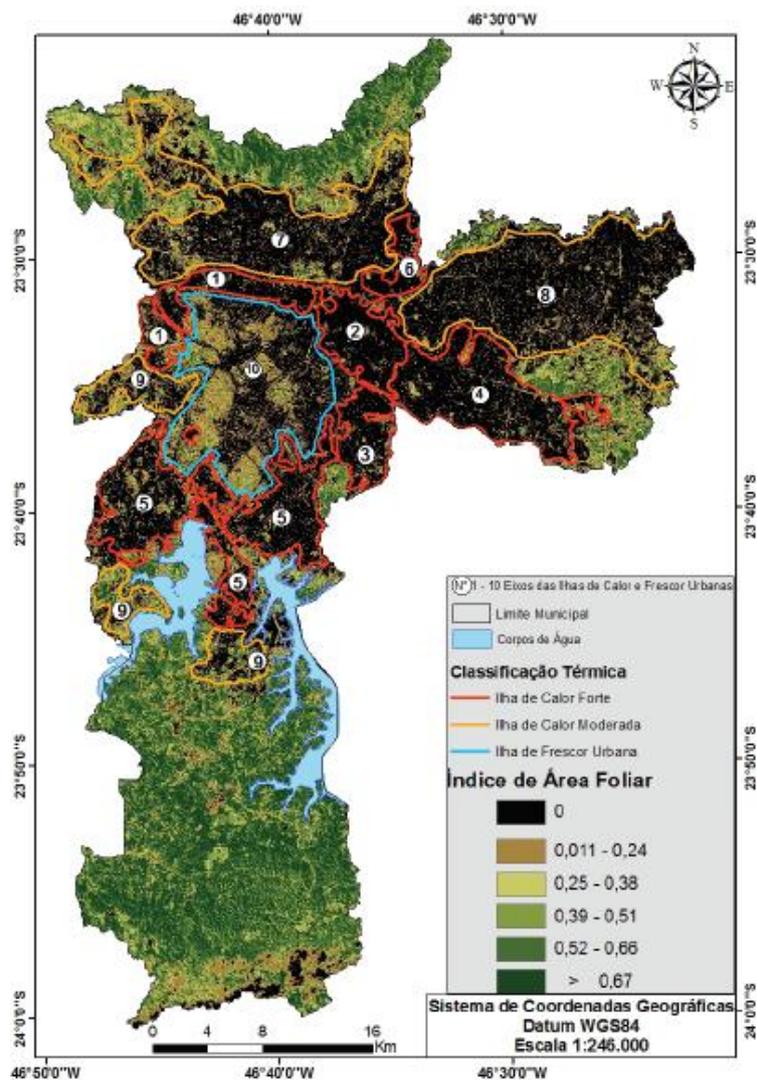
A segunda parte do percurso é feito na Unidade Microclimática II que é um local de serra caracterizado na sua totalidade por uma vegetação de mata Atlântica Natural, ou seja, quanto ao seu modo de uso e ocupação do solo é o oposto da Unidade Microclimática anterior. Aqui, a temperatura do ar começa a cair no momento de transição entre a Unidade Microclimática I e II. É neste setor que os dados indicam as mais baixas temperaturas e as mais altas umidades relativas do ar.

Ao passar para a Unidade Microclimática III, a temperatura do ar volta a subir, contudo ela não ultrapassa a mínima da Unidade Microclimática I. A Unidade Microclimática III é caracterizada por moradias de médio e alto padrão com intensa presença de área foliar distribuída por todo o seu entorno. Pode-se inferir que esta presença de vegetação transforma o lugar numa ilha de frescor urbana, uma vez utilizando como exemplo o estudo feito por Barros (2016) sobre “A Ilha de Calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP”. Neste estudo, o autor faz o uso de imagens de satélite para medir a temperatura das superfícies urbanas da cidade de São Paulo. Com base nessas temperaturas, Hugo divide as ilhas de calor urbanas em três categorias: Ilha de Calor forte; Ilha de Calor moderado; e ilha de frescor urbana. O pesquisador também explica que o índice de distribuição foliar irá influenciar diretamente nesses três tipos de Ilha de Calor: quanto maior a presença de vegetação num dado espaço, menores serão as temperaturas. Por outro lado, quanto menor for a presença de vegetação num espaço determinado, maiores serão as temperaturas. Desta forma, na figura 20, Hugo demonstra

um grande círculo em azul no centro da cidade de São Paulo que é tido como uma área de ilha de frescor urbano devido a grande presença de vegetação. Lembrando que esta delimitação em azul compreende os bairros do alto da Lapa, Pinheiros, Perdizes, Sumaré entre outros que fazem parte de um conjunto de residências de alto padrão muito arborizada e que estão numa altitude elevada em comparação às suas vertentes sobre a litologia do espigão de São Paulo (TARIFA, 2001). Esta área delimitada pelo Hugo possui as mesmas características da Unidade Microclimática III dentro do bairro Jardim Peri.

Ainda com base no mapa de Hugo (Figura 20), é possível inferir também que a Unidade Microclimática I dentro do bairro Jardim Peri pode ser tida como uma Ilha de Calor forte, uma vez que possui as mesmas características urbanas de intensa impermeabilização do solo.

Figura 20: Índice de área foliar e classificação termal de São Paulo



Fonte: Adaptado de HUGO, LOMBARDO, 2016.

Para este estudo, o autor trabalhou numa escala Local ao abranger todo o território da cidade de São Paulo. Logo, fica claro como os níveis escalares se conversam, apesar de obterem recortes espaciais diferentes. Partindo do nível escalar reduzido Topo Climático como o estudo no bairro do Jardim Peri, passando pela escala Meso Climática do estudo feito em Presidente Prudente e chegando à escala Local sobre a cidade de São Paulo, é possível compreender que o modo e o tipo de uso e ocupação do solo pode impactar diretamente na temperatura do ar nos diferentes espaços geográficos. Áreas impermeabilizadas com pouca vegetação indicam temperaturas elevadas, quanto que áreas com vegetação ou bairros com intensa presença de distribuição foliar indicam temperaturas mais amenas.

Fazendo uma análise partindo do ponto 1 ao 102 no bairro do Jardim Peri, a temperatura e a umidade relativa do ar oscilaram significativamente conforme mostram as figuras 18 e 19. Do ponto 1 ao 53 a temperatura do ar só diminuiu, ou seja, até a metade do percurso não houve mudanças da temperatura para mais, apenas alguns pontos que mantiveram o seu valor e voltaram a cair posteriormente. Já a umidade relativa do ar aumentou até o ponto 64, tendo pequenas quedas entre os pontos 10 a 13 e 38.

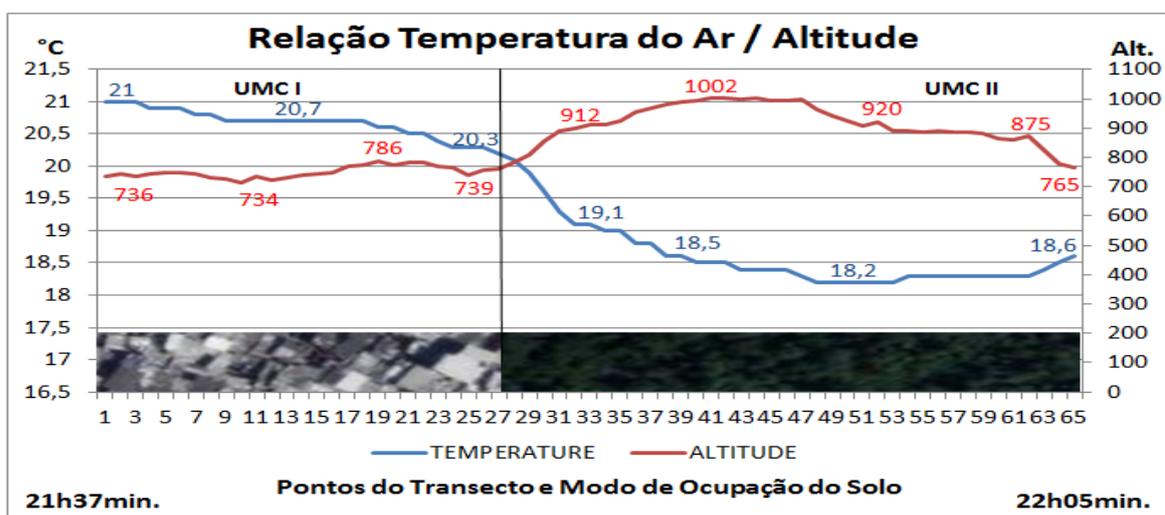
Os pontos entre 1 e 3 apresentaram temperaturas do ar de 21°C. A temperatura começa a cair do ponto 4 ao 8. Entre os pontos 9 e 18 a temperatura do ar se manteve constante em 20,7°C. A temperatura volta a cair entre os pontos 19 e 23 e novamente fica constante entre os pontos 24 e 26 com o valor de 20,3°C. Verifica-se aqui que a temperatura do ar, apesar de estar diminuindo, não apresentou grandes variações ao passar de 21°C (ponto 1) para 20,3°C (ponto 26), tendo uma redução de 0,7°C. Ou seja, a temperatura do ar dentro da Unidade Microclimática I se manteve elevada em relação às outras Unidades Microclimáticas conforme demonstra a figura 18.

A Umidade Relativa do Ar (URA) dentro da Unidade Microclimática I passou de 84,7% no ponto 1 para 87,6% no ponto 26, tendo um aumento também muito reduzido de apenas 2,9%, comprovando os menores valores em relação às outras duas Unidades Microclimáticas.

A partir do ponto 27 a temperatura do ar cai significativamente até o ponto 48, passando dos 20,2°C para 18,2°C, respectivamente – uma redução de 2°C num curto trecho de 2,6 km. Contudo, torna-se necessário inferir aqui algumas características para explicar esta diferença de temperatura do ar. O ponto 27 é o limite entre as Unidades Microclimáticas I e II. Ao se verificar o modo e o tipo de uso de ocupação do solo a partir das imagens de satélite no eixo X da figura 21, encontramos uma apropriação do terreno muito diferente entre a Unidade Microclimática I e a Unidade Microclimática II. Do ponto I ao 27 – terreno da primeira Unidade Microclimática – vemos que a superfície dos materiais distribuídos é inteiramente caracterizada por telhados de amianto e zinco, dando uma coloração cinza. Por outro lado, o terreno da segunda Unidade Microclimática possui uma coloração verde devido a sua intensa distribuição de mata atlântica natural a partir do ponto 28 (local onde a temperatura do ar começa a reduzir), não havendo nenhum tipo de ocupação antrópica nesta Unidade Microclimática, exceto uma estação de tratamento de água da Sabesp na baixa encosta da serra próxima ao ponto 30 e uma pequena vila comercial no alto da serra próximo ao ponto 40. Este antagonismo sobre a distribuição da vegetação entre as Unidades Microclimáticas I e II é um indicador que influencia na temperatura do ar.

Há outro fator muito importante que explica essa diferença de temperatura: a altitude do terreno, conforme mostra a figura 21 e o mapa 07.

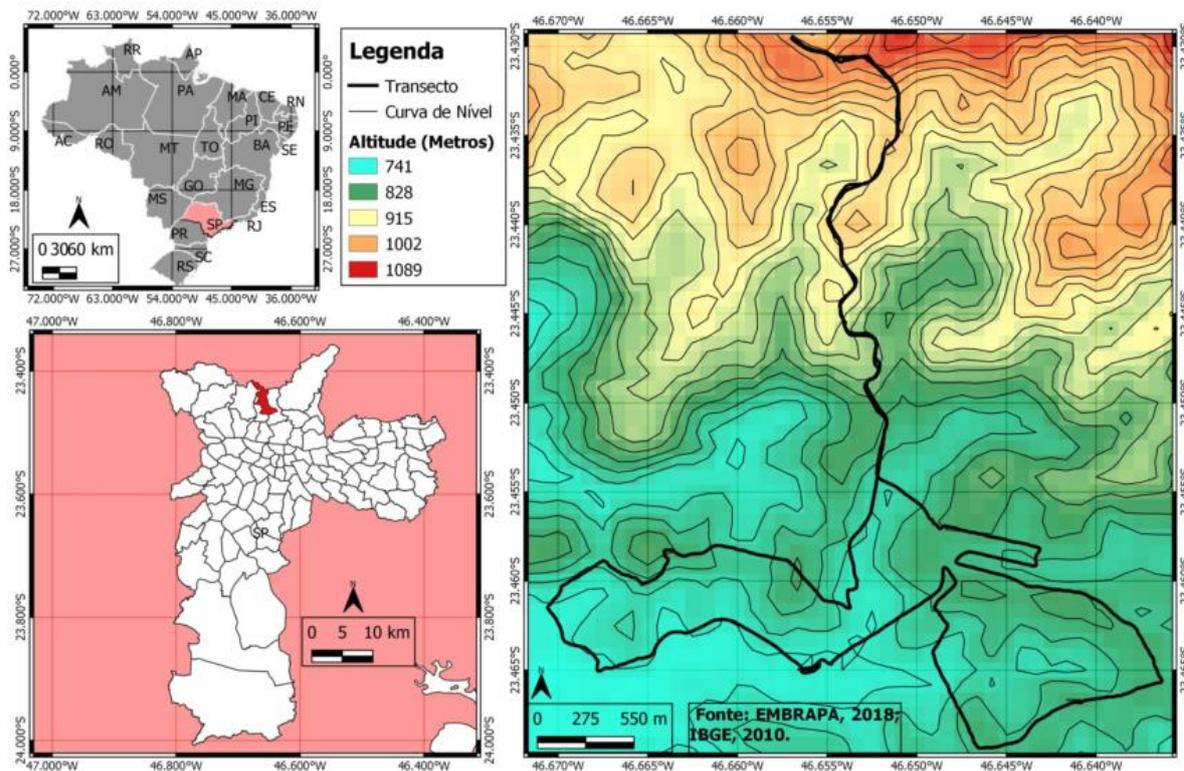
Figura 21: Variação da temperatura conforme mudança da altitude do terreno em 18/09/18.



Fonte: Elaborado pelo autor

Mapa 7: Altitude da Área Total de Estudos

Mapa Hipsométrico da Área de Estudos - Jardim Peri



Fonte: Organizado pelo próprio autor no software QGIS

A atmosfera da terra na sua extensão vertical possui padrões de pressão, composição de gases e temperatura. Tal atmosfera é dividida em 4 camadas: Troposfera, Estratosfera, Mesosfera e Termosfera, cada qual com variações de temperaturas a depender de diferentes processos como a composição de gases e a influência de onda eletromagnética proveniente da radiação solar. Cerca de 90% da massa de gases de toda a atmosfera e praticamente a totalidade do vapor d'água estão presentes na baixa camada que é a Troposfera. Na Troposfera, a temperatura do ar diminui de acordo com a altitude, uma vez que o ar não é um bom condutor de calor. Logo, a temperatura do ar cai conforme nos afastamos da superfície. Sendo assim, a cada 1 km de altitude, a temperatura do ar diminui 6,5°C (STEINKE, 2012).

Com base neste conhecimento, se faz necessário inferir neste trabalho a influência da altitude na temperatura do ar entre os pontos 27 e 42. A diferença altimétrica entre esses pontos é de 262 metros, conforme mostra a figura 21. Dentro do mapa 07, estes pontos estão representados no transecto percorrido sobre as elevações entre 741 e 1002 metros de altitude. Levando em consideração que a cada 100 metros de altitude a temperatura do ar diminui 0,65°C, 262 metros de altura é o suficiente para se ter uma redução da temperatura do ar de, aproximadamente, 1,5°C. Desta forma, a diminuição de (2°C) da temperatura do ar entre os pontos 27 e 42 pode ter sido influenciado em 1,5°C pelo aumento da altitude neste mesmo trecho, onde a linha azul (temperatura) da figura 21 começa a descer conforme a linha vermelha (altitude) começa a subir quase que na mesma proporção. Dos 2°C de diminuição da temperatura do ar, podemos inferir que 0,5°C pode ter sido influenciado pela total presença de vegetação dentro da Sub Área II, conforme mostra a imagem de satélite na base da figura 21.

A partir do ponto 45 a altitude começa a diminuir e a partir do ponto 54 a temperatura do ar volta a aumentar, mostrando mais uma vez a influência do relevo dentro da Unidade Microclimática II.

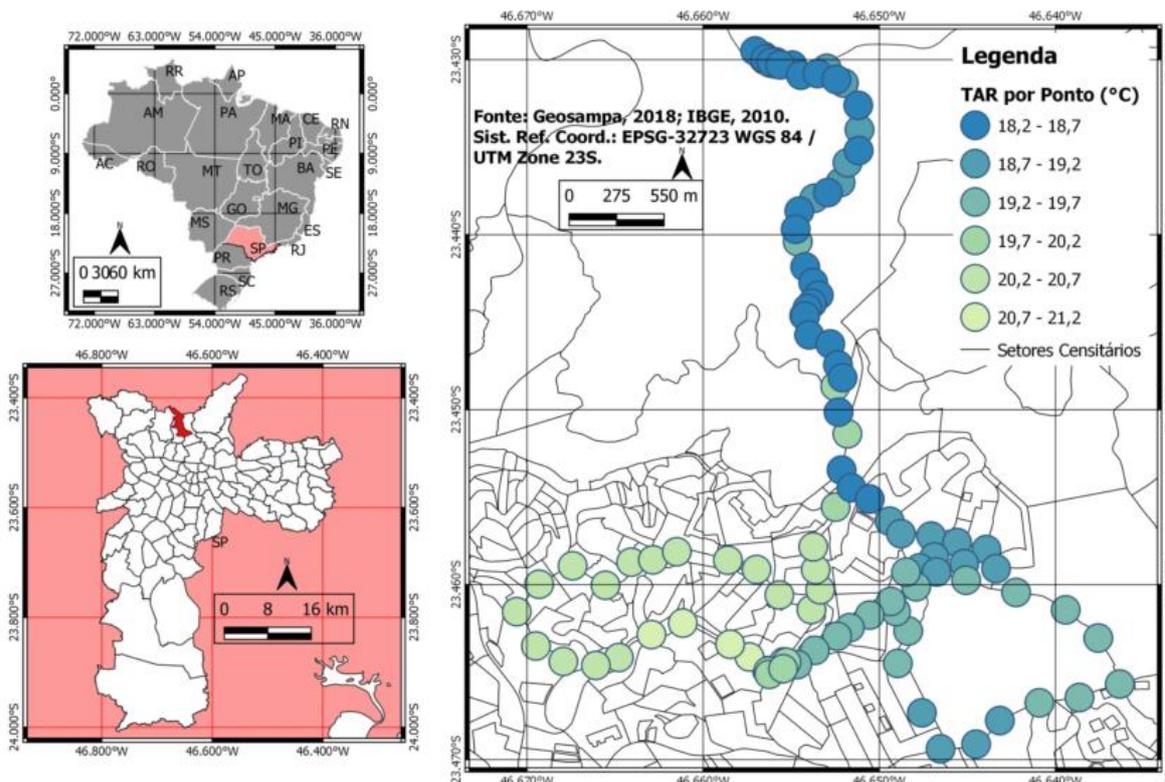
A URA segue a mesma lógica da temperatura do ar, sendo influenciada pela altitude e vegetação dos terrenos. Contudo, a URA volta a cair somente no ponto 66 – exatamente o local de passagem para a Unidade Microclimática III.

Entre os pontos 54 e 80 a temperatura do ar só aumentou, passando de 18,3°C para 19,4°C, respectivamente, um aumento de 1,1°C. Do ponto 81 ao ponto 93 a temperatura do ar variou muito pouco, entre 19,3°C e 19,5°C, respectivamente, com amplitude térmica de 0,2°C.

Conforme indica a Tabela 3, o percurso entre os pontos 66 e 93 faz parte da Unidade Microclimática III. A temperatura mínima do ar dentro dela foi de 18,7°C no ponto 66 (começo da Unidade Microclimática III que está ao lado da Serra da Cantareira) e a máxima foi de 19,5° nos pontos 91, 92 e 93 (final da Unidade Microclimática III ao lado do Parque Estadual Horto Florestal). A variação de temperatura dentro da Unidade Microclimática III foi de 0,8°C. Sendo assim, a amplitude térmica dentro desta Unidade Microclimática foi 0,02°C maior que a da Unidade Microclimática I, o que é muito pouco. Todavia, as temperaturas do ar dentro da Unidade Microclimática III foram todas menores frente às temperaturas do ar da Unidade Microclimática I devido ao tipo de uso e ocupação do solo misto. Enquanto a primeira possui residências de alto padrão com telhados de cerâmica e intensa presença de vegetação, a segunda se caracteriza por habitações de baixa renda com telhados de zinco e amianto e com uma distribuição de área foliar muito reduzida, conforme mostra o mapa 04. Esta conjuntura também pode ser expressa no mapa 08 de temperatura do bairro Jardim Peri onde os valores mais elevadas (19,9 °C a 21 °C) ao longo de todo o transecto foram encontrados dentro da UMC I com moradias de baixa renda; as menores temperaturas (18,2 °C a 18,9 °C) foram situadas na UMC II com relevo de serra encoberto por vegetação de Mata Atlântica Natural Ombrófila Densa Montana; e as temperaturas amenas (18,9 °C a 19,9 °C) estão dentro da UMC III com residências de médio / alto padrão e intensa disseminação arbórea.

Mapa 8: Temperatura do Ar ao Longo do Transecto

Jd. Peri: Mapa de Temperatura do Ar (TAR) por Ponto de Coleta em 18/09/18



Fonte: Organizado pelo próprio autor no software Qgis

Do ponto 94 ao 102 (trecho que retorna ao limite da Unidade Microclimática I) a temperatura do ar volta a subir, passando de 19,6°C para 19,9°C, respectivamente. O ponto 102 é o mesmo local de início do transecto (ponto 1). A temperatura do ar no ponto 1 no começo do percurso foi de 21°C e no final foi de 19,2°C, tendo uma perda de 1,8°C durante a rota do transecto que durou 44 minutos. Isso demonstra que a superfície da área de estudos, bem como os seus materiais perdem calor e influenciam na temperatura do ar na medida em que as horas da noite vão avançando.

A URA entre os pontos 94 e 102 foi alta, entre 89% e 90 %. Isso se deve também a redução da temperatura do ambiente ao longo do transecto. Contudo, não ultrapassou os valores das outras duas Unidades Microclimáticas.

A URA tem como base a quantidade de vapor d'água presente no ar. A evaporação é um dos mecanismos que contribui para o estado de vapor numa dada massa de ar que pode ser influenciada pela temperatura do ambiente. Quanto maior a temperatura de um local, maior será a quantidade de moléculas deixando a superfície da água e entrando no ar como vapor até atingir o seu ponto de saturação por unidade de volume. (MENDONÇA E OLIVEIRA, 2007).

O vapor d'água presente na atmosfera proveniente de diferentes processos cíclicos hidrológicos é tratado como umidade. É possível se referir a umidade por meio de termos como umidade absoluta, umidade específica e umidade relativa, por exemplo, sendo esta última a mais conhecida para representar a presença do vapor no ar. O cálculo da umidade relativa expressa a relação entre a quantidade de vapor d'água presente numa determinada massa de ar e o seu

ponto de saturação sob uma determinada temperatura. Ou seja, ela expressa em porcentagem a quantidade de vapor d'água presente nessa massa de ar frente ao total que esta mesma massa pode conter. Sendo assim, por meio da fórmula $UR=(v/psv).100$, um determinado volume de ar com uma constante taxa de vapor pode ter a sua umidade relativa alterada pela influência da temperatura, uma vez que a umidade relativa é inversamente proporcional à temperatura do ar que controla a quantidade máxima de umidade num determinado volume de ar. (MENDONÇA E OLIVEIRA, 2007). Assim sendo, quanto maior a temperatura, maior será a sua capacidade de reter vapor d'água.

Conforme visto ao longo do transecto, nos pontos em que a temperatura do ar foi alta, a URA era baixa, pois a retenção de vapor atuante naquele espaço atmosférico era maior. Já nos pontos em que a temperatura do ar foi baixa, a URA era alta devido a baixa capacidade de reter vapor.

Na Unidade Microclimática I, as temperaturas do ar foram as mais elevadas de todo o transecto, bem como a URA teve os menores indicadores. O contrário ocorreu na Unidade Microclimática II, que teve as menores temperaturas do ar e as maiores URA's. Já a Unidade Microclimática III oscilou entre os dados das outras duas, tanto com a temperatura do ar quanto com a URA.

Também se avaliou as variações atmosféricas segundo dados oficiais da Estação Meteorológica do Mirante de Santana (INMET, 2018), no mesmo dia e horário aproximado da coleta dos dados, conforme mostra a tabela 4. No entanto, o horário dos dados do INMET está em UTC, o que não condiz com o horário oficial de Brasília por ter uma diferença de três horas. Para colher os dados da hora mais próxima foi necessário pegar as informações do horário das 18 horas para equiparar com o horário aproximado da pesquisa realizada no Jardim Peri às 21 horas.

Tabela 4: Dados Climáticos Registrados Junto a Estação Meteorológica Automatica do INMET no dia 18/09/2018.

Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
		UTC	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)
18/09/2018	18	22.8	23.6	22.8	62	62	58	15.2	15.4	14.7	922.3	922.8	922.1	3.5	322	8.1	1151	0.0

Fonte: INMET, 2018

Os dados oficiais da estação meteorológica do Mirante de Santana no dia 18 de setembro de 2018 às 21h00min. (horário de Brasília) indicam que a temperatura máxima do ar foi de 23,6°C e a mínima de 22,8°C. A URA máxima foi de 62% e a mínima foi de 58%.

Com relação a temperatura do ar, a máxima da área de estudos (21,0°C) não esteve muito próxima da estação meteorológica oficial (22,8), com uma diferença de 1,8°C. Já a mínima teve uma diferença maior (2,4°C). A temperatura mínima entre a estação meteorológica oficial e a área de estudos foi elevada devido a coleta da primeira ser dentro de uma área urbana, quanto que a coleta do segundo ser dentro de uma área natural de mata atlântica com altitudes elevadas.

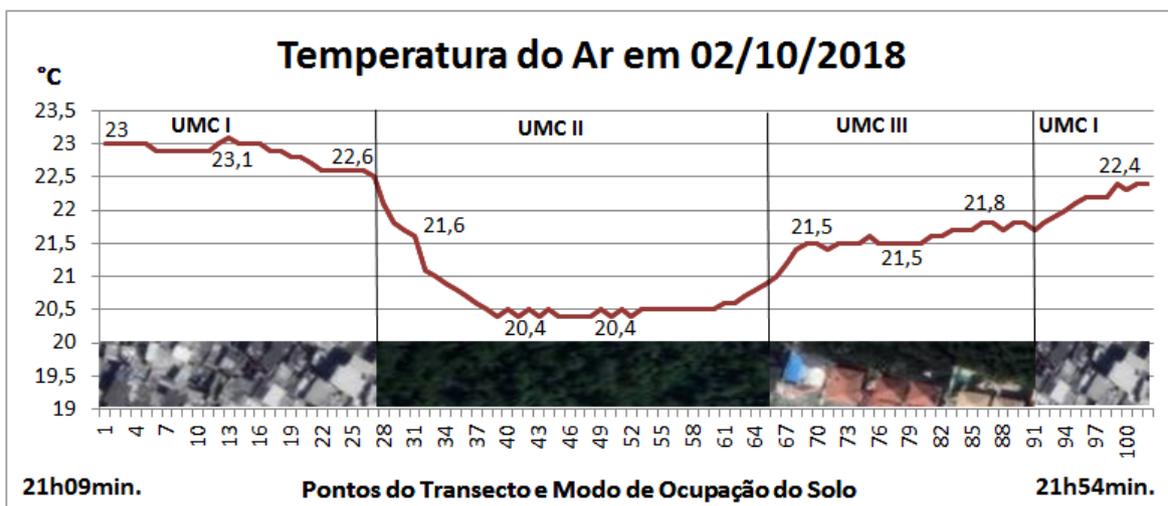
A umidade relativa do ar também apresentou diferenças entre a estação meteorológica oficial e a área de estudos, tanto na máxima quanto na mínima. Conforme mencionado

anteriormente, a estação oficial coletou os dados da mínima e da máxima dentro de uma área urbana. Já a área de estudos coletou os dados dentro de uma área urbana e natural. A URA máxima da área de estudos foi coletada dentro de uma área natural de mata atlântica com o valor de 95,2%. A mínima foi coletada dentro de uma área urbana do bairro Jardim Peri com o valor de 84,7%, muito elevado em relação a estação oficial sendo que ambas estão em uma área antrópica. Contudo, a área urbana do Jardim Peri está localizada na encosta do cristalino maciço da Serra da Cantareira, sofrendo maior influência desta área natural preservada, bem como dos ventos de montanha que descem a encosta da serra levando umidade às áreas mais baixas.

4.3. Variações Climáticas da Atmosfera no dia 02 de outubro de 2018: Área Total de Estudos

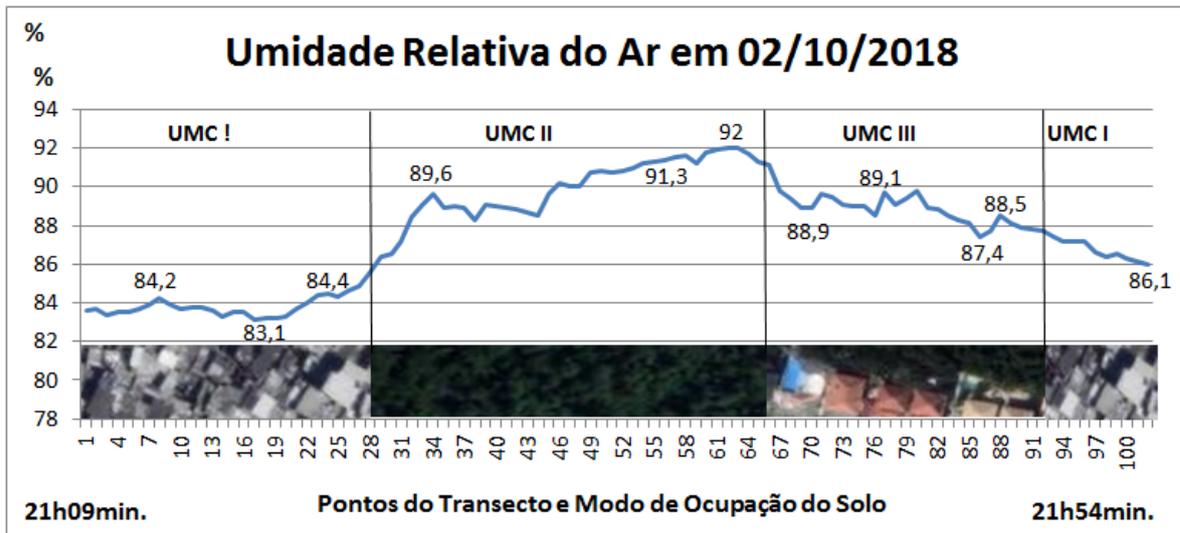
No dia 02 de outubro de 2018, terça-feira, a temperatura e a umidade relativa do ar apresentaram valores diferentes nas três Unidades Microclimáticas, ocorrendo da mesma forma como a coleta do dia 18 de setembro. Os valores também indicaram o mesmo comportamento em relação à coleta do dia 18 de setembro: temperaturas mais elevadas e umidade relativa mais baixa dentro da Unidade Microclimática I; temperaturas mais baixas e umidade relativa mais alta na Unidade Microclimática II; e temperatura e umidade relativa do ar da Unidade Microclimática III com valores que variaram entre os outros dois setores anteriores, conforme mostram as figuras 22 e 23.

Figura 22: Variação da temperatura do ar ao longo do transecto realizado em 02/10/18



Fonte: Elaborado pelo autor

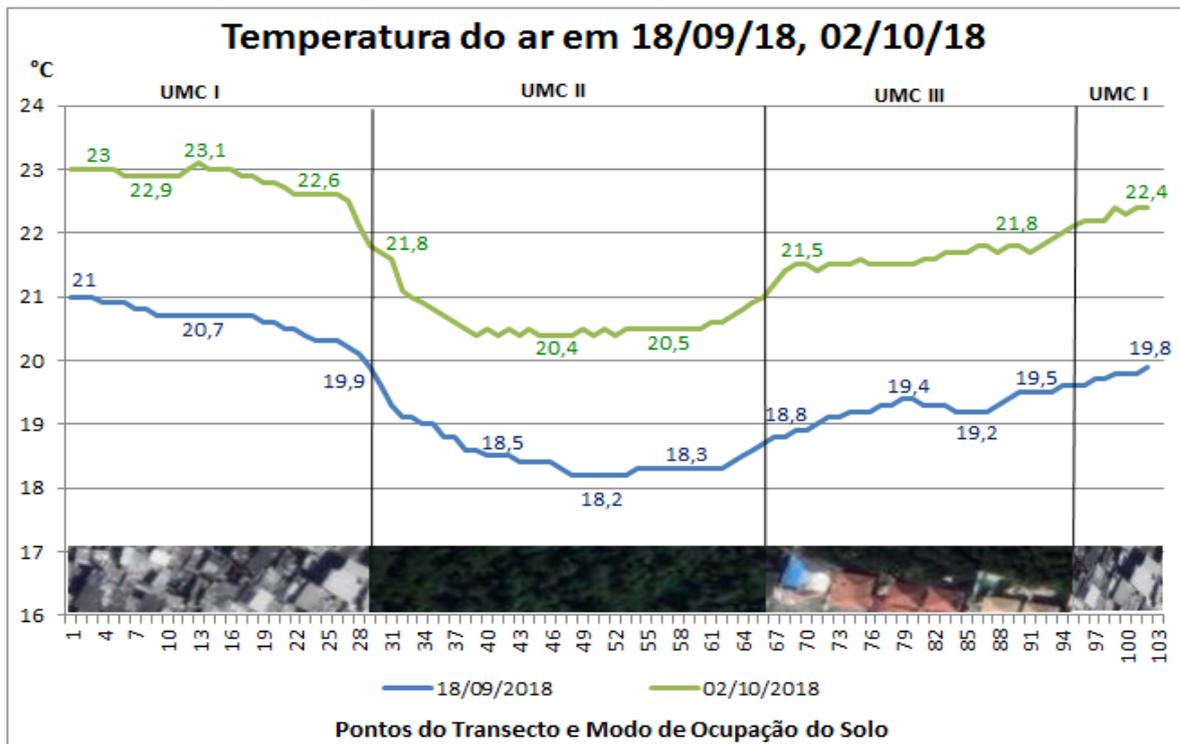
Figura 23: Variação da umidade relativa do ar ao longo do transecto realizado em 02/10/18



Fonte: Elaborado pelo Autor

A figura 22 indica que a temperatura do ar mais alta de todo o transecto no dia 02 de outubro foi de 23,1°C dentro da Unidade Microclimática I no ponto de número 13. A temperatura mais baixa foi de 20,4°C na Unidade Microclimática II nos pontos de número 39, 41, 43, 45 a 48, 50 e 52. Já as temperaturas da Unidade Microclimática III oscilaram entre os valores da Unidade Microclimática I e II. Ou seja, a linha vermelha da figura 22 apresentou o mesmo padrão da figura 18, mesmo com resultados de temperatura do ar coletados em dias alternados, um no dia 18/09 e outro no dia 02/10, conforme mostra a figura 24.

Figura 24: Variação da temperatura do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18



Fonte: Elaborado pelo autor

Ao avaliar as temperaturas médias dos 3 setores da área total de estudos no dia 02 de outubro, foi possível mais uma vez corroborar que a Unidade Microclimática III apresenta temperaturas que oscilam entre os outros dois setores. Conforme indica a tabela 3, ao longo do transecto, a temperatura média do ar entre os pontos 1 e 27 foi de 22,9°C. A temperatura média do ar entre os pontos 28 e 65 foi de 20,7°C. A temperatura média do ar entre os pontos 66 e 93 foi de 21,5°C. E a temperatura média do ar entre os pontos 94 e 102 (trecho final do percurso que volta a entrar na Unidade Microclimática I) foi de 22,2°C.

A tabela 5 também indica que a amplitude térmica de 0,5°C da Unidade Microclimática III foi a menor em comparação aos outros setores, exceto no trecho entre os pontos 94 e 102 com 0,4°C. Já a maior variação térmica de 1,7°C indicada dentro da Unidade Microclimática II se deu devido a elevada altitude que este setor apresenta ao longo do seu transecto. Desta forma, os dados da tabela 5 coletados no dia 02 de outubro seguem a mesma lógica dos dados da tabela 3 coletados no dia 18 de setembro.

Tabela 5: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 02/10/2018

Setor	Temperatura Média (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Amplitude Térmica (°C)
Unidade Microclimática I (pontos entre 01 e 27)	22,9	23,1	22,5	0,6
Unidade Microclimática II	20,7	22,1	20,4	1,7
Unidade Microclimática III	21,5	21,9	21,4	0,5
Unidade Microclimática I (pontos entre 94 e 102)	22,2	22,4	22,0	0,4

Fonte: Produzido pelo próprio autor

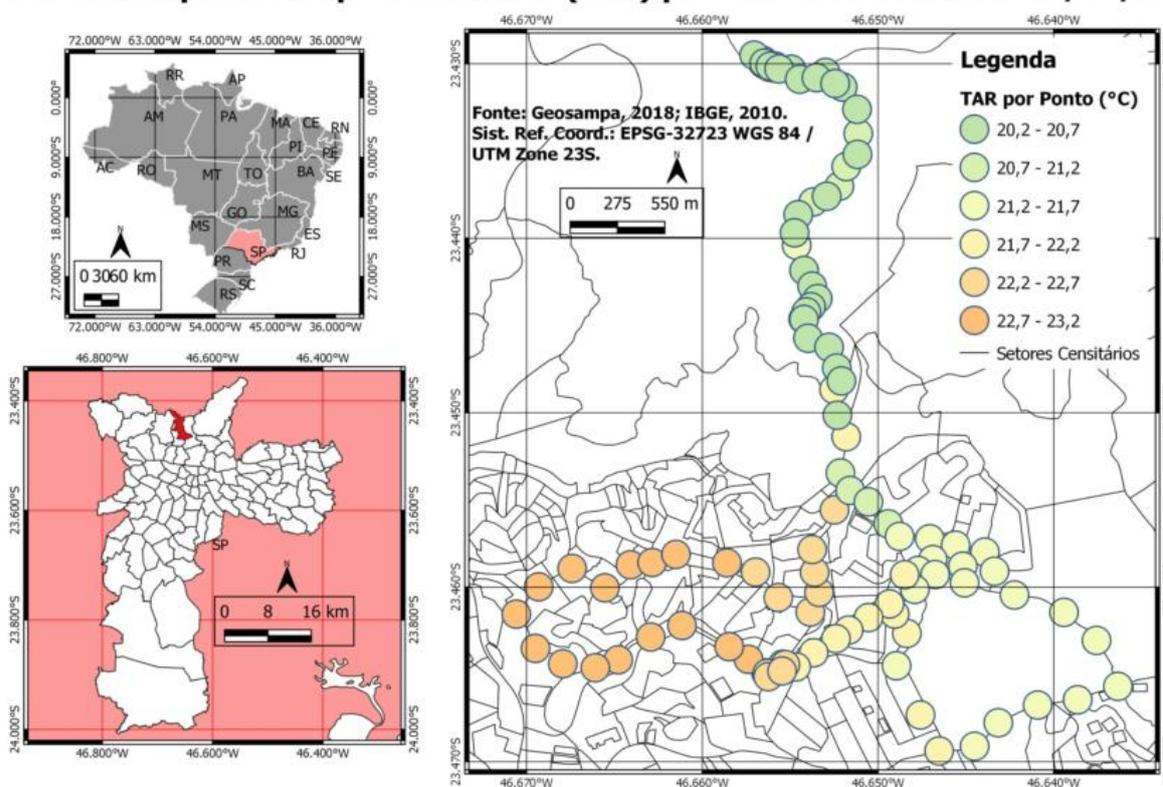
Com base entre as temperaturas mínima e máxima do transecto feito no dia 02 de outubro, a amplitude térmica ao longo do percurso percorrido foi de 2,7°C, muito próximo da amplitude térmica do transecto realizado há duas semanas antes no dia 18 de setembro com o valor de 2,8°C.

Uma vez já caracterizada anteriormente a apropriação espacial dos três setores de estudos quanto às suas formas de habitação, distribuição da vegetação, ocupação e uso do solo, serão discutidos os indicadores da temperatura e umidade relativa do ar ao longo do transecto.

Ao longo de todo o percurso entre os pontos 1 e 102, assim como ocorreu no percurso do dia 18 de setembro, o transecto do dia 02 de outubro também indicou oscilações quanto a temperatura do ar, conforme mostra a figura 22. Do ponto 1 ao ponto 13 a temperatura do ar se manteve praticamente constante, variando entre 22,9°C e 23,1°C. Do ponto 14 ao ponto 39 a temperatura do ar só diminui, chegando ao seu menor valor de 20,4°C (situação muito semelhante com a coleta do dia 18 de setembro). No trecho entre os pontos 39 e 60, a temperatura volta a se manter relativamente constante, com temperaturas próximas variando entre 20,4°C e 20,5°C. A partir do ponto 61, a temperatura volta a subir chegando a 21,5°C no ponto 70. Até o ponto 82 a temperatura mais uma vez volta a ficar constante, variando entre 21,5°C e 21,6°C. Entre os pontos 83 e 91 a temperatura do ar continua oscilando pouco, com valores entre 21,6°C e 21,7°C. Por fim, no trecho final, a temperatura só aumenta ao adentrar novamente na Unidade Microclimática I, passando dos 21,7°C para 22,4°C no último ponto do percurso. O Mapa 09 também demonstra esta variação no qual as temperaturas elevadas (22,3 °C a 23,1 °C) se situam dentro da UMC I; as menores temperaturas (20,4 °C a 21,2 °C) se encontram dentro da UMC II; e as temperaturas amenas (21,2 °C a 22,3 °C) estão dentro da UMC III.

Mapa 9: Temperatura do Ar ao Longo do Transecto

Jd. Peri: Mapa de Temperatura do Ar (TAR) por Ponto de Coleta em 02/10/18



Fonte: Organizado pelo próprio autor no software Qgis

Quanto a umidade relativa do ar, a mesma seguiu o mesmo padrão em relação aos indicadores da URA do dia 18 de setembro. Conforme aponta a figura 23, a URA dentro da Unidade Microclimática I foi ligeiramente baixa em comparação aos outros setores, visto que a temperatura do ar se manteve mais elevada. Já entre os pontos 28 e 65 que estão dentro da Unidade Microclimática II, ocorre o inverso: a umidade relativa do ar aumenta chegando ao valor de 92%, uma vez que a temperatura do ar diminui principalmente devido a altitude do

local. E entre os pontos 66 e 102 a URA volta a cair, porém a Unidade Microclimática III indica valores acima da Unidade Microclimática I. O ponto com a menor URA com 83,1% foi o 17 situado dentro da mancha urbana da Unidade Microclimática I.

Lembrando que novamente a temperatura e a umidade relativa do ar no dia 02 de outubro ao longo do transecto varia de acordo com as características de uso e ocupação do solo do bairro Jardim Peri. Na Unidade Microclimática I, as temperaturas do ar foram as mais elevadas de todo o transecto, bem como a URA teve os menores indicadores. O contrário ocorreu na Unidade Microclimática II, que teve as menores temperaturas do ar e as maiores URA's. Já a Unidade Microclimática III oscilou entre os dados das outras duas, tanto com a temperatura do ar quanto com a URA.

Se avaliou os dados oficiais da Estação Meteorológica do Mirante de Santana no dia 02 de outubro de 2018 às 21h00min. (mesma data e hora da coleta realizada no bairro do Jardim Peri). Conforme mostra a tabela 6.

Tabela 6: Dados Oficiais Meteorológicos (Mirante de Santana) – 02/10/2018

Data	Chuva(mm)	Vel.VT(m/s)	Dir.VT(o)	Temp(oC)	Umidade.Rel.(%)	Pressão(mb)
02/10/2018 21:00	0.0	2.26	115	22.0	78.8	929.7

Fonte: CGESP, 2018

A tabela 6 indica que na Estação Meteorológica do Mirante de Santana a temperatura do ar às 21h00min. esteve em 22°C, bem próxima da temperatura média de 21,6°C do transecto realizado no dia 02 de outubro de 2018 no bairro Jardim Peri. A URA no Mirante de Santana foi de 78,8% e também se manteve um pouco próxima da URA média do bairro Jardim Peri com 87,6%. Lembrando que essa diferença de 8,8% da URA entre os dois lugares pode ter sido influenciada pela URA alta da Unidade Microclimática II. A menor URA da área total de estudos do Jardim Peri foi de 83,1% dentro da Unidade Microclimática I, bem próxima dos 78,8% da estação meteorológica oficial do Mirante de Santana. Isso se deve porque ambos os lugares estão dentro de bairros urbanizados e impermeabilizados.

Outro ponto interessante é que o menor valor da URA da área de estudos (83,1%) foi maior que o da estação do Mirante de Santana (78,8%) próximo às 21h00min. A URA do Mirante de Santana veio a ultrapassar o primeiro valor somente às 02h00 da madrugada do dia 3 de outubro, ou seja, cinco horas depois. Isso indica a influência que a serra da Cantareira exerce na atmosfera da área de estudos, uma vez que a proximidade do bairro Jardim Peri na baixa encosta da Cantareira acaba por receber ventos provenientes das altitudes mais elevadas.

4.4. Variações Climáticas da Atmosfera no dia 09 de outubro de 2018: Área

Total de Estudos

Antes de começar a interpretação dos dados sobre a temperatura e URA coletados no dia 09 de outubro, será descrito o exemplo de outro trabalho realizado na cidade de Coimbra (Portugal) cuja a metodologia não foi muito semelhante à metodologia aplicada neste trabalho, porém os resultados se mostraram muito semelhantes ao caso do bairro Jardim Peri.

No trabalho intitulado “A Contribuição de Estudos Climáticos à Escala Local para o Ordenamento Urbano: O Exemplo de Coimbra (Portugal)” (MARQUES, et. Al, 2009), buscou-

se avaliar o impacto que o espaço urbano construído provoca no clima local de Coimbra. Para tanto, a pesquisa analisou os campos térmicos atmosféricos (temperatura do ar) das áreas central, intermediária (locais mais afastados do centro) e rural (áreas distantes do centro com pouca ocupação urbana).

De acordo com a metodologia utilizada, a primeira ação foi a instalação de uma rede de *data loggers* fixos (sensores medidores de temperatura do ar) em diferentes pontos da cidade. Cada um desses locais foi caracterizado quanto ao seu tipo de uso e ocupação do solo, conforme mostra o quadro 3.

Quadro 3: Características urbanas e da vegetação nos pontos de instalação dos sensores (sondas)

Sondas	Características urbanas do sítio	Características da vegetação do sítio
F. Borges	Área comercial; Núcleo histórico; Densidade urbana elevada (4pisos); Morfologia urbana típica de um “canhão urbano” (ocultação de horizonte significativa);	Ausência de Vegetação;
Solum	Área residencial e comercial recente (sector meridional da cidade); Densidade urbana elevada;	Existência de alguns logradouros com vegetação arbórea;
Botânico	Jardim Botânico, inserido na malha urbana;	Jardim Botânico, inserido na malha urbana;
Bencanta	Planície aluvial do Mondego; Espaço peri-urbano;	Vegetação sub - arbustiva; baixa impermeabilização;
Souselas	Bacia de Souselas, espaço com características rurais;	Vegetação arbustiva e arbórea

Fonte: Adaptado MARQUES et. Al, 2009

O quadro 3 indica um movimento do centro para as áreas periféricas da cidade de Coimbra. O centro é caracterizado por uma área comercial com elevada densidade urbana e ausência de vegetação. Conforme vai se afastando do centro, vão aparecendo habitações residenciais com vegetação arbórea. Mais adiante, há a presença de um jardim botânico inserido na malha urbana. Por último, chega-se numa área com características rurais, pouca presença de impermeabilização e maior distribuição de vegetação arbustiva e arbórea. Fazendo um paralelo com a área total de estudos do bairro Jardim Peri, a Unidade Microclimática I possui as mesmas características de um centro no tocante a impermeabilização e falta de vegetação. Já a Unidade Microclimática II possui a semelhança da área rural, uma vez que a presença de habitação e impermeabilização do solo é muito reduzida. E a Unidade Microclimática III possui as características da malha urbana cujo entorno possui muita vegetação, como um jardim botânico inserido num determinado espaço impermeabilizado da cidade. Essas características arbóreas são muito relevantes para o estabelecimento de um clima urbano.

A segunda ação foi realizar transectos instalando sensores no veículo (mesma metodologia utilizada no bairro do Jardim Peri). Ao todo, foram 24 coletas de automóvel realizadas entre novembro de 2007 e agosto de 2008. Como parâmetro de comparação, Marques et. Al (2009) utilizaram os resultados de temperatura do ar da sonda Souselas (quadro 3) localizada a 7 km ao norte de Coimbra em uma área rural. No caso do bairro Jardim Peri, se

utilizou os resultados da temperatura e URA captados no setor natural da Unidade Microclimática II para calcular as amplitudes térmicas ao longo de todo o trajeto.

Uma das observações realizada com o veículo em Coimbra no dia 21/04/09, início da primavera (no Jardim Peri, a primeira observação foi coletada no final do inverno e as outras duas no começo da primavera), próxima às 22h00min (horário próximo das coletas realizadas no bairro do Jardim Peri), identificou um núcleo principal de Ilha de Calor Urbana nos espaços com maior urbanização, apresentando uma diferença térmica do ar entre estas áreas e o setor rural (localizado em Souselas) de 3°C/4°C. Ou seja, Coimbra apresentou amplitudes térmicas muito semelhantes às encontradas no bairro do Jardim Peri. No dia 18 de setembro, a amplitude da temperatura do ar no Jardim Peri foi de 2,8°C; no dia 02 de outubro foi de 2,7°C; e no dia 09 de outubro foi de 4,1°C, sendo este último acima do maior valor encontrado em Coimbra.

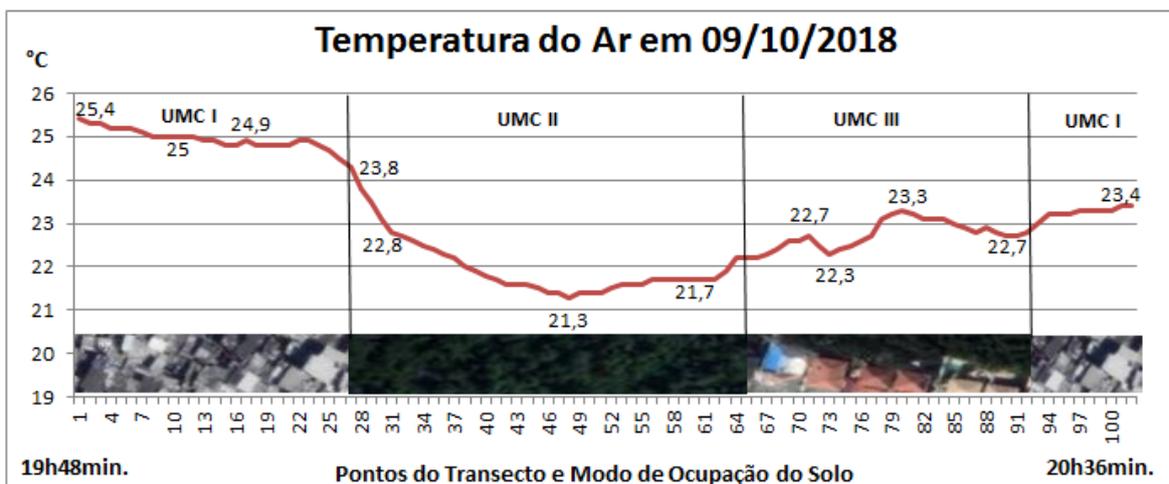
Os resultados da pesquisa de Marques et. Al (2009) também indicam que a região caracterizada como ilha de frescor urbano (temperaturas mais amenas e URA elevada) estava inserida no local onde se localizava um jardim botânico em meio à malha urbana. No caso do Jardim Peri, o local com temperaturas do ar mais amenas situa-se dentro das Unidades Microclimáticas II e III que apesar de não ser um jardim botânico, possuem as mesmas características de um bairro com intensa presença de vegetação distribuída ao entorno das habitações.

Com base nos resultados desta pesquisa realizada na cidade de Coimbra, seus autores propuseram medidas como a criação de corredores de vegetação arbórea; fazer o uso de materiais de construção com baixa condutividade (cores claras); melhorar os espaços públicos abertos com implantação de arbustos; manter espaços verdes preservados; promover melhor eficiência energética dos prédios entre outros com a finalidade de mitigar as ilhas de calor urbanas.

Mesmo com diferentes escalas de estudos (Jardim Peri sendo topo climático e Coimbra sendo local), em localizações diferentes (Jardim Peri na latitude 23°32' e Coimbra na latitude 40°12') e com variadas influências macro climáticas (Jardim Peri em zonas tropicais e Coimbra em zonas temperadas), ambas apresentam semelhanças na variação da temperatura do ar quando se observa o tipo de uso e o modo de apropriação do espaço urbano. Uma forma de corroborar esta afirmação se dá ao fazer a interpretação do terceiro dia de coleta de dados realizado no dia 09 de outubro no bairro do Jardim Peri que seguiu o mesmo padrão de temperatura e umidade relativa do ar dos outros dias anteriores.

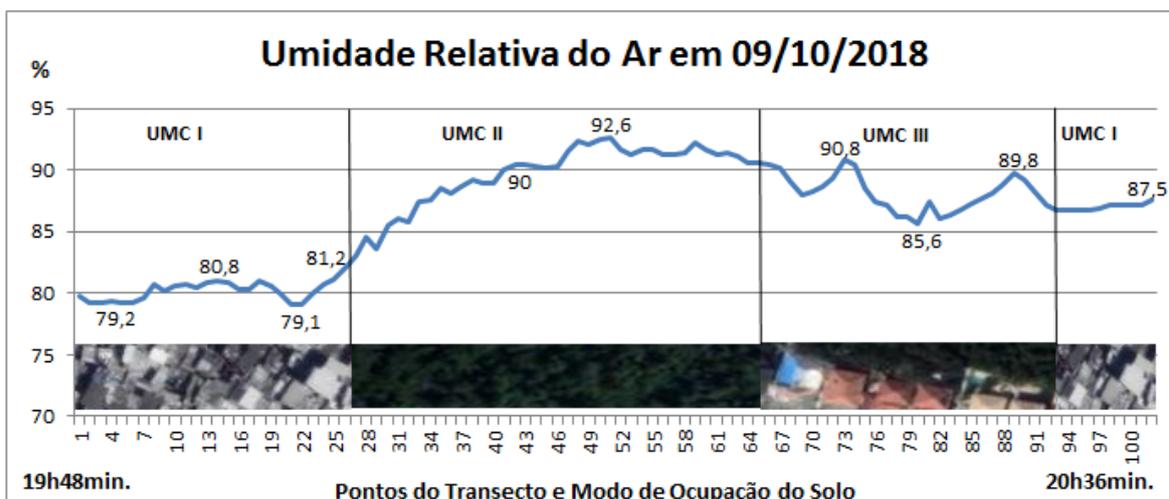
No dia 09 de outubro de 2018, terça-feira, as variações da temperatura e umidade relativa do ar apresentaram valores diferentes nos três setores de estudo do bairro Jardim Peri, conforme indicam as figuras 25 e 26.

Figura 25: Variação da temperatura do ar ao longo do transecto realizado em 09/10/18



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 26: Variação da umidade relativa do ar ao longo do transecto realizado em 09/10/2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Contudo, a temperatura do ar ao longo do transecto no dia 09 de outubro de 2018 (figura 25) segue o mesmo padrão dos outros dois transectos realizados nos dias 18 de setembro de 2018 (figura 18) e 02 de outubro de 2018 (figura 22). Colocando esses três dias de coleta de dados num mesmo gráfico, fica claro o padrão que existe entre eles. As três análises foram feitas em dias alternados e apresentaram temperaturas diferentes entre si. Contudo, os resultados mostraram padrões muito parecidos sob a aplicação de uma mesma metodologia. Conforme indica a figura 27, os três dias de coleta de dados apresentam temperaturas do ar elevadas dentro da Unidade Microclimática I (local de intensa ocupação antrópica com residências de baixo padrão e grande impermeabilização do solo); temperaturas do ar baixas dentro da Unidade Microclimática II (local com total presença de mata Atlântica natural, ao contrário do primeiro); e temperaturas do ar que oscilam entre esses dois setores dentro da Unidade Microclimática III (local com residência de médio e alto padrão com acentuada presença de vegetação). Isso mostra que o tipo de uso e ocupação do solo possui uma correlação direta com esses resultados

no qual o processo de urbanização interfere diretamente no balanço energético atmosférico do bairro.

Outro estudo com resultados muito parecidos com o caso do Jardim Peri é a pesquisa de Fialho e Rocha (2010) sobre o “Uso da Terra e Suas Implicações na Variação Termohigrométrica ao Longo de um Transecto Campo-Cidade no Município de Viçosa”. Neste estudo, os autores também realizaram coletas de temperatura e umidade relativa do ar em 19 pontos espalhados pela cidade de Viçosa-MG e fazem uma correlação com o tipo de uso e ocupação da terra. A paisagem ao longo desses pontos apresenta diferentes aspectos urbanos como campos de pastagem, áreas de Mata Atlântica natural, residências unifamiliares em locais pouco povoados e intensa presença de edificações comerciais no centro da cidade com grande fluxo de veículos e pessoas. Ou seja, do ponto de vista sobre o tipo de uso e ocupação do solo encontrado em Viçosa, essas características são muito semelhantes ao espaço urbano encontrado no Jardim Peri. Com relação aos resultados, Fialho e Rocha (2010) informam que as temperaturas do ar mais elevadas na cidade de Viçosa, segundo as pesquisas de campo feitas também com transectos em 5 dias diferentes durante a primavera de 2010, foram encontradas na região central do município e que a capacidade de dispersão de calor neste local era muito reduzida principalmente em situações sinóticas “com noites de céu claro (sem nuvens) e ventos calmos” (FIALHO E ROCHA, 2010, P. 72). Da mesma forma, no bairro do Jardim Peri, as pesquisas de campo mostram que as temperaturas mais elevadas foram encontradas dentro da Unidade Microclimática I nos três dias de coleta dos dados no qual a intensa impermeabilização do solo e a reduzida presença de vegetação possuem características urbanas semelhantes àquelas existente no centro de Viçosa.

Por outro lado, na cidade de Viçosa, as temperaturas do ar mais baixas foram encontradas nas áreas da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e na região conhecida como Mata do Paraíso – Novo Silvestre que fica próxima à Zona da Mata do estado de Minas Gerais. Fialho e Rocha (2010) explicam que nesses lugares a intensa presença de áreas verdes e corpos d’águas aumentam as taxas de resfriamento, auxiliando na dissipação de energia. O mesmo fenômeno ocorre no bairro Jardim Peri onde as menores temperaturas do ar foram encontradas dentro da Unidade Microclimática II cujo relevo de serra é encoberto por uma vegetação natural de Mata Atlântica Ombrófila Densa Montana.

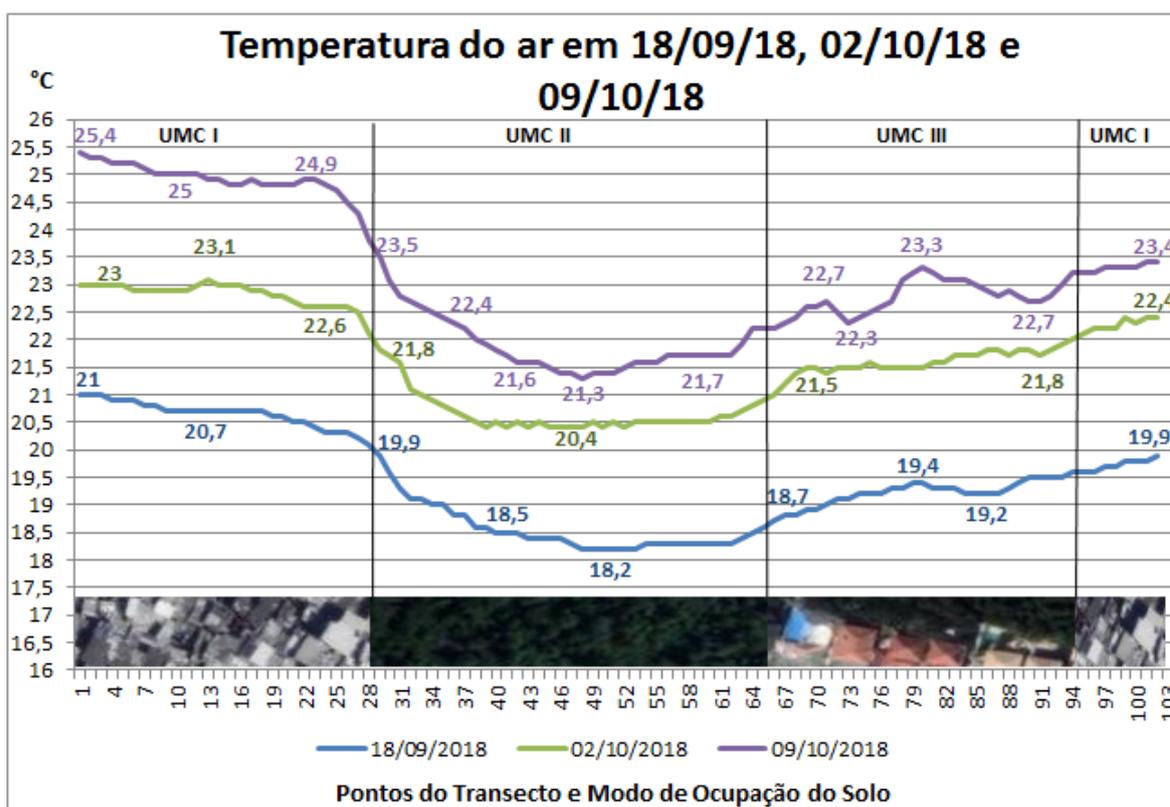
Ainda fazendo uma comparação entre a pesquisa de Viçosa x Jardim Peri, os resultados sobre a umidade relativa do ar também apresentam muitas semelhanças. Em Viçosa, Fialho e Rocha (2010) explicam que os menores valores de URA foram indicados nas áreas de maior TAR, ou seja, no centro urbano da cidade, quanto que os valores mais elevados foram encontrados ao redor da UFV e Mata do Paraíso. No Jardim Peri ocorre a mesma situação onde os menores valores da URA foram coletados dentro da Unidade Microclimática I de intensa mancha urbana e elevada TAR, quanto que dentro da Unidade Microclimática II detentora de grande distribuição foliar onde estão as menores TAR, a URA atingiu os maiores resultados. Desta forma, tanto no estudo de Viçosa quanto no estudo do Jardim Peri, foi possível identificar padrões na disposição da temperatura e umidade relativa do ar ao longo dos transectos feitos nesses dois lugares.

Essas semelhanças se fazem ainda mais notórias ao ser verificada a localização das áreas mais aquecidas de Viçosa e do bairro Jardim Peri. Tanto o centro urbano da cidade de Viçosa quanto a Unidade Microclimática I do Jardim Peri situam-se num relevo de várzea, ou seja, em baixas altitudes. Por este motivo, a coluna de ar atmosférico sobre estes terrenos é

maior, podendo propiciar situações atmosféricas estáveis onde a circulação de ar se torna muito reduzida com pouca capacidade de dispersão de energia. Desta forma, essas áreas apresentam “dificuldades em dissipar a energia que vem sendo acumulado ao longo do dia em função, sobretudo, do processo de urbanização e do ritmo das atividades antrópicas que se expressam nesses locais” (FIALHO, ROCHA, 2010, p. 74). Com base neste contexto, demonstram a sua preocupação quanto a falta de vegetação nas áreas urbanizadas e ao mesmo tempo expõem o papel que as áreas verdes podem exercer na cidade, ao citar Gomes e Soares (2003):

“A vegetação age purificando o ar por fixação de poeiras e materiais residuais e pela reciclagem de gases através da fotossíntese; regula a umidade e a temperatura do ar; mantém a permeabilidade, fertilidade e umidade do solo e protege-o contra a erosão; reduz os níveis de ruído, servindo como amortecedor do barulho das cidades. Ao mesmo tempo, do ponto de vista psicológico e social, influencia sobre o estado de ânimo dos indivíduos massificados com o transtorno dos centros urbanos, além de propiciar ambiente agradável para a prática de esportes, exercícios físicos e recreação em geral.”

Figura 27: Variação da temperatura do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18, 02/10/18 e 09/10/18



Fonte: Elaborado pelo autor

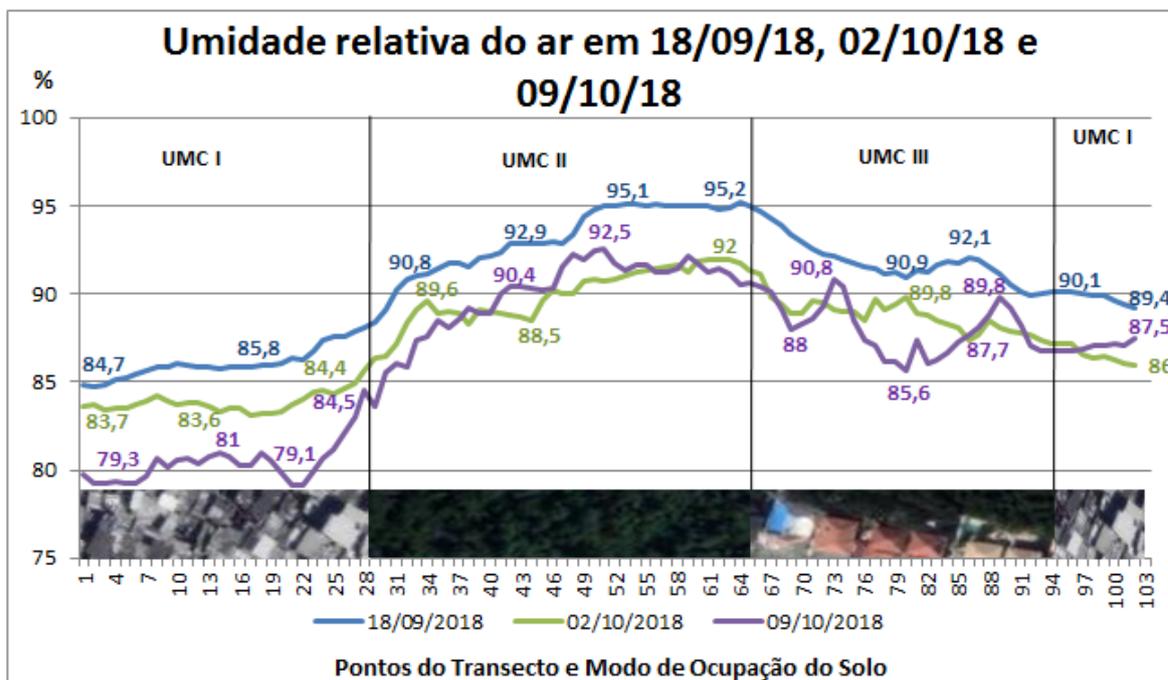
Com base na figura 27, é possível verificar que o aumento da temperatura do ar no bairro do Jardim Peri ao passar das semanas possui relação direta com as estações ao longo do ano. O equinócio de primavera em 2018 ocorreu no dia 22 de setembro. Ou seja, o transecto realizado no dia 18 de setembro ocorreu no inverno, quanto que os transectos do dia 02 e 09 de outubro ocorreram na primavera. A passagem do inverno para a primavera (estação de transição

onde o planeta passa a receber a mesma quantidade de radiação solar nos dois hemisférios) faz com que as zonas tropicais no hemisfério sul passem a receber maior intensidade de radiação solar. Desta forma, a figura 27 indica que ao passar dos dias a temperatura do ar apresentou valores mais elevados com a transição do inverno para a primavera. Logo, no dia 18 de setembro a temperatura do ar oscilou entre a máxima de 21°C e a mínima de 18,2°C ao longo de todo o percurso. No dia 02 de outubro, a temperatura do ar variou dentro de um parâmetro um pouco maior, oscilando entre a máxima de 23,1°C e a mínima de 20,4°C. E no dia 09 de outubro, a temperatura do ar variou dentro de um parâmetro também elevado em relação aos outros dois dias anteriores, oscilando entre a máxima de 25,4° e a mínima de 21,3°C. Todavia, as três coletas realizadas em dias diferentes (a primeira no inverno e as outras duas na primavera) apontaram o mesmo padrão de temperatura do ar ao longo dos transectos, tendo uma relação direta quanto ao tipo de uso e ocupação do solo urbano que se faz no bairro Jardim Peri.

O mesmo fenômeno ocorre com relação a URA, conforme mostra a figura 28. Nos dias 18 de setembro, 02 de outubro e 09 de outubro de 2018 a URA seguiu o mesmo padrão ao longo do transecto. Dentro do primeiro setor, os valores foram baixos. Na passagem para o segundo setor, a figura indica os maiores valores de todo o transecto. E no terceiro setor, a URA tem uma leve baixa, contudo se mantém acima da Unidade Microclimática I e abaixo da Unidade Microclimática II. O dia 09 de outubro chama a atenção pela intensa variação apresentada dentro deste padrão ao longo de todo o transecto.

Ainda sobre a umidade relativa do ar, UTIMURA (2010) com base na pesquisa de TARIFA, ARMANI (2001) informa que ao longo do ano, a URA mínima encontrada no bairro do Jardim Peri foi de 74% e a máxima de 80%. Já na pesquisa de campo deste trabalho, feito quase uma década depois, foi verificado que a mínima apresentou o valor de 79,2% no dia 09 de outubro de 2018 e a máxima de 95,2% no dia 18 de setembro de 2018. Com relação à mínima, os valores estão próximos. Em contrapartida, com relação à máxima, a diferença entre os valores é um pouco maior, uma vez que no estudo de caso do Jardim Peri este valor elevado da URA é referente ao ponto mais alto da área total de estudos, numa altitude acima de 1000 metros, local onde TARIFA, ARMANI (2001) e UTIMURA (2010) não coletaram dados sobre a atmosfera.

Figura 28: Variação da umidade relativa do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18, 02/10/18 e 09/10/18.

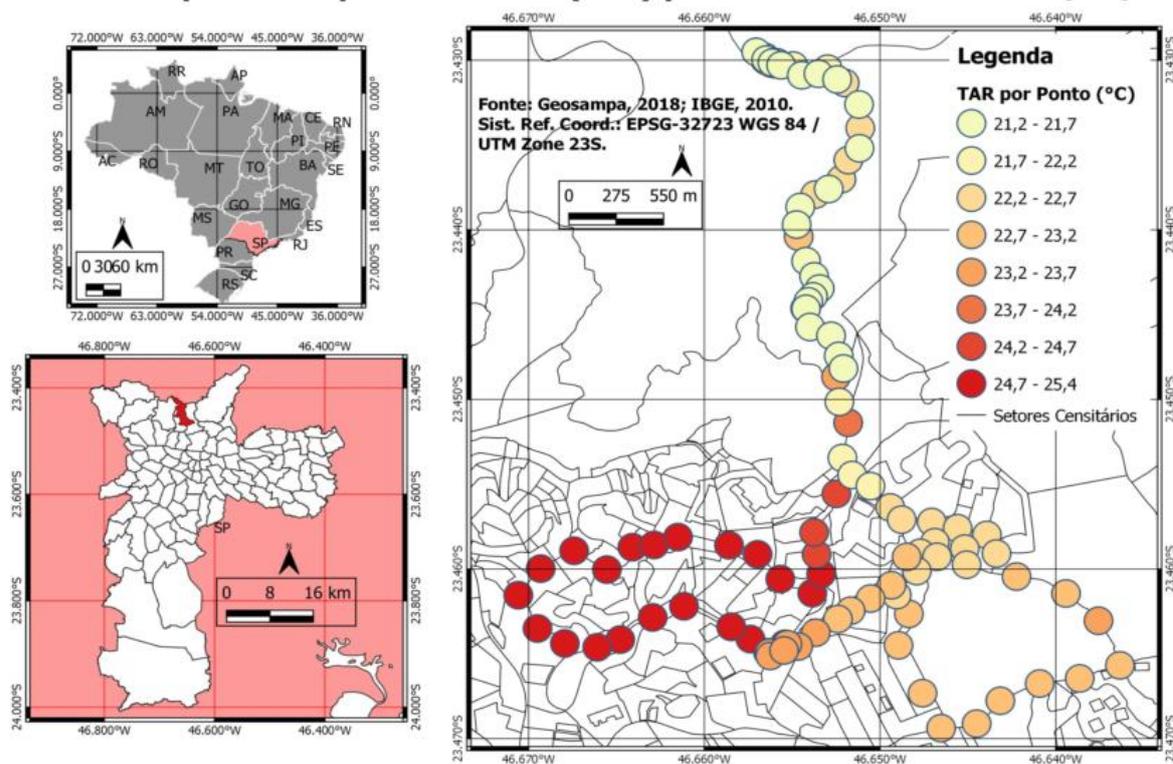


Fonte: Elaborado pelo autor

Assim como nas análises dos outros dias, a figura 25 aponta a variação de temperatura do ar conforme a mudança da paisagem do terreno ao longo de todo o transecto. Do ponto 1 ao 24 a temperatura apresenta uma leve perda, passando de 25,4°C para 24,8°C, diminuindo 0,6°C. Entre os pontos 25 e 48, a redução da temperatura do ar é mais acentuada, passando dos 24,7°C para 21,3°C, uma perda de 3,4°C. Mais uma vez essa diferença se dá, principalmente, pela altitude elevada da Unidade Microclimática II que vinculada a total presença de vegetação acaba por tornar este local um ambiente de baixas temperaturas quando comparado aos outros dois setores pesquisados. A partir do ponto 49 ao 71 a temperatura do ar só aumentou de 21,4 para 22,3. Em seguida, houve um pequeno trecho em que a temperatura do ar diminuiu e novamente voltou a subir até o ponto 80. A temperatura volta a cair até o ponto 91 e depois aumenta sem muita variação até o final do percurso no ponto 102. É possível perceber que dentro da Unidade Microclimática III a temperatura do ar apresentou muitas variações, aumentando e diminuindo os seus valores. Todavia, mesmo com muitas oscilações, este setor manteve as suas temperaturas abaixo das temperaturas do setor I. O mapa 10 pode mostrar essas variações no qual as temperaturas mais elevadas (23,8 °C a 25,4 °C) se situam dentro da UMC I; as menores temperaturas (21,3 °C a 22,4 °) se encontram dentro da UMC II; e as temperaturas amenas (22,4 °C a 23,8 °C) estão dentro da UMC III. Logo, os mapas 08, 09 e 10 apresentam semelhanças muito intrínsecas.

Mapa 10: Temperatura do Ar ao Longo do Transecto

Jd. Peri: Mapa de Temperatura do Ar (TAR) por Ponto de Coleta em 09/10/18



Fonte: Organizado pelo próprio autor no software Qgis

Tabela 7: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 09/10/2018

SETOR	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)
Unidade Microclimática I (pontos entre 01 e 27)	24,9	25,4	24,3	1,1
Unidade Microclimática II	21,9	23,8	21,3	2,5
Unidade Microclimática III	22,7	23,3	22,2	1,1
Unidade Microclimática I (pontos entre 94 e 102)	23,3	23,4	23,2	0,1

Fonte: Produzido pelo próprio autor

Conforme aponta a tabela 7, a temperatura média do ar no terceiro setor variou entre a média das Unidades Microclimáticas I e II. Este fenômeno ocorreu exatamente igual em todos os três dias de coletas da temperatura do ar. Isso mostra que o modo de uso e ocupação do solo no terceiro setor com casas de alto padrão e intensa distribuição foliar (o oposto da Unidade Microclimática I com moradias precárias de baixa renda pouca vegetação distribuída) pode ser um condicionante influenciador na temperatura do ar mais amena.

A tabela 7 também informa que a temperatura máxima no primeiro setor (pontos entre 1 e 27) foi de 25,4° e no terceiro setor foi de 23,3°C, uma diferença de 2,1°C.

Também fica notória na tabela 7 a amplitude térmica de 4,1°C entre a temperatura máxima e mínima ao longo de todo o transecto. É a maior amplitude das três coletas realizadas até o momento. Outro fator importante é a amplitude térmica dentro do segundo setor de 2,5°C que, por sua vez, também foi o maior em relação aos outros dois dias de coleta. Lembrando que mais uma vez esta variação dentro da Unidade Microclimática II se deu, principalmente, pela diferença de altitude no local e sua intensa distribuição arbórea.

Ainda com base na tabela 7 e fazendo outra comparação entre as Unidades Microclimáticas I e III, se observa que as temperaturas máxima e mínima do terceiro setor, 23,3°C e 22,2°C, respectivamente, são menores que as temperaturas máxima e mínima do primeiro setor tanto no início quanto no final do transecto.

Observaram-se as informações da estação meteorológica do Mirante de Santana no dia 09 de outubro de 2018 próximo às 19h48min. (horário de início das coletas realizadas no bairro do Jardim Peri) para fazer uma comparação dos dados.

Tabela 8: Dados Oficiais Meteorológicos (Mirante de Santana) – 09/10/2018

Data	Chuva(mm)	Vel.VT(m/s)	Dir.VT(o)	Temp(oC)	Umid.Rel. (%)	Pressão(mb)	Sens. Térmica(°C)
09 OUT 2018 20:00	0.0 =	1.69 ↓	2	24.30 ↓	73.28 ↑	926.90 ↑	+

Fonte: CEGESP, 2018

Conforme mostra a tabela 8, os dados meteorológicos oficiais do Mirante de Santana indicam que a temperatura do ar nesta estação às 20h00min. foi de 24,3°C. Este valor foi igual a temperatura mínima do setor I (ponto 27) no bairro Jardim Peri às 20h12min, ou seja, uma diferença de apenas 12 minutos.

A URA da estação meteorológica do Mirante de Santana às 20h00min. foi de 73,3%, se mantendo próxima apenas dos resultados da Unidade Microclimática I com a mínima de 79,1%. A URA chegou a 92,6% na Unidade Microclimática II às 20h14min. Mais uma vez a influência da altitude e da vegetação natural dentro do segundo setor de estudo do Jardim Peri corroborou para a elevada URA deste local.

4.5. Variações Climáticas da Atmosfera no dia 18 de setembro de 2018:

Unidades Microclimáticas I, II e III

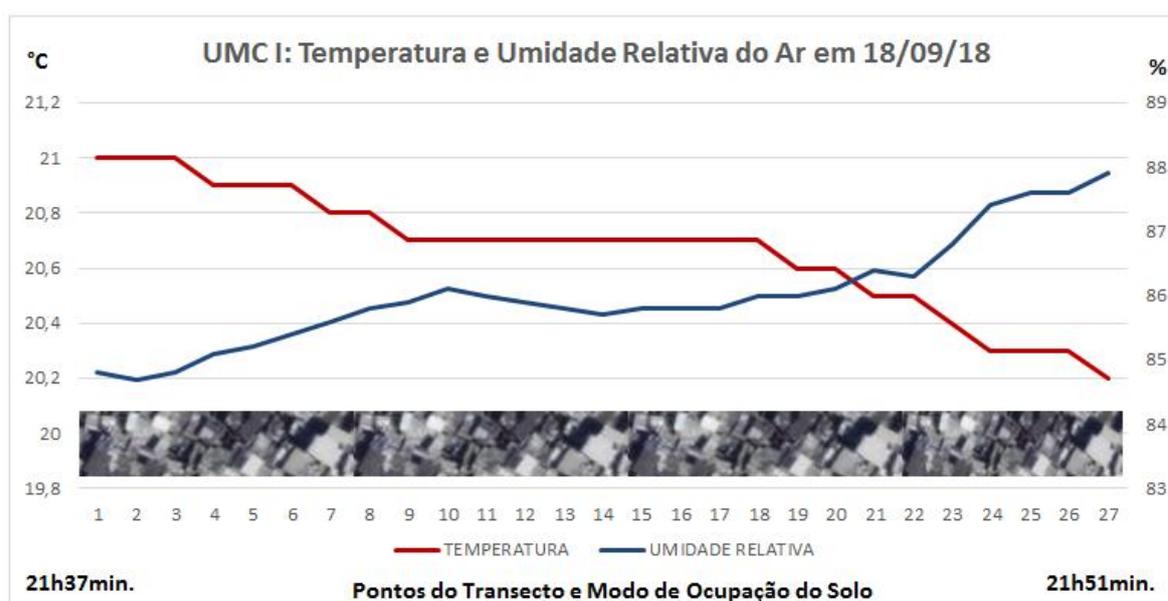
Lombardo (1985) explica que o clima urbano é um sistema que contempla as variações climáticas de um dado espaço territorial e os seus processos de urbanização. Este sistema ocorre dentro de diferentes escalas climáticas que interagem entre si (macroclima, mesoclima e

microclima) das quais sofrem influências derivadas dos espaços urbanos. Sendo assim, Lombardo indica que deve-se levar em consideração as variações da paisagem urbana nos seus diferentes níveis, inclusive dos bairros, ruas, casas e ambientes internas que, por sua vez, coexistem fazendo parte integral do espaço regional.

Desta forma, se verificou as variações climáticas dentro de cada Unidade Microclimática nos três dias de coletas de dados (18 de setembro, 02 de outubro e 09 de outubro). A análise foi feita com base na temperatura e URA dentro de cada um desses setores, buscando compreender os valores indicados e correlacionando-os com os diferentes tipos de paisagem presentes ao longo dos transectos.

Unidade Microclimática I

Figura 29: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 18/09/18



Fonte: Produzido pelo próprio autor

A figura 29 indica que a temperatura do ar é inversamente proporcional a umidade relativa. Conforme a temperatura do ar vai caindo, a umidade relativa aumenta. É notório o quanto a temperatura do ar pode influenciar na variação da URA.

Conforme mostra a figura 29 e a tabela 9, no ponto 1 a temperatura do ar foi a mais elevada dentro deste setor com 21,0°C e a menor temperatura foi no ponto 27 com 20,2°C, uma diferença de 0,8°C do começo ao final do transecto. Durante este percurso a temperatura do ar só diminuiu, apresentando valores constantes em alguns trechos e depois voltando a cair. Já a URA, por outro lado, tendeu a aumentar durante o transecto, indicando algumas variações em alguns trechos e depois voltando a subir.

Tabela 9: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18

SETOR	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)
Unidade Microclimática I	20,6	21	20,2	0,8

Fonte: Produzido pelo próprio autor

A figura 29 também aponta que entre os pontos 1 e 3 a temperatura do ar se manteve constante em 21,2°C. Em seguida, a temperatura do ar começa a abaixar e se mantém constante entre os pontos 4 e 6 com 20,9°C. Novamente a temperatura do ar volta a cair até o ponto 9 e se mantém constante por um grande trecho até o ponto 18. Entre os pontos 19 e 24 a temperatura volta a reduzir, mantendo-se estável em seguida até o 26 e caindo mais última vez, chegando a 20,2°C no último ponto.

Com relação a umidade relativa do ar no mesmo percurso, a figura 29 aponta uma leve redução do ponto 1 ao 2. Em seguida, até o ponto 10, a URA só aumentou passando de 84,8% para 86,1%. O maior trecho em que a temperatura do ar se manteve constante, a URA voltou a reduzir levemente. Um pouco antes do ponto 18 onde a temperatura do ar começa a diminuir novamente, a URA começa a subir, tendo uma leve redução no curto trecho entre os pontos 21 e 22 e voltando a aumentar continuamente até o último ponto chegando a 87,9%.

O que chama a atenção na figura 29 é a temperatura constantes entre os pontos 9 e 18. Sendo assim, o que poderia ter levado a temperatura do ar diminuir no trecho que vai do ponto 1 ao 8, se manter constante do 9 ao 18 e voltar a reduzir do 19 ao 27? Uma forma de tentar explicar esta situação é observando as características de ocupação e uso do espaço ao longo do transecto.

Foto 2- Pontos entre 1 e 8



Fonte: Autoria própria

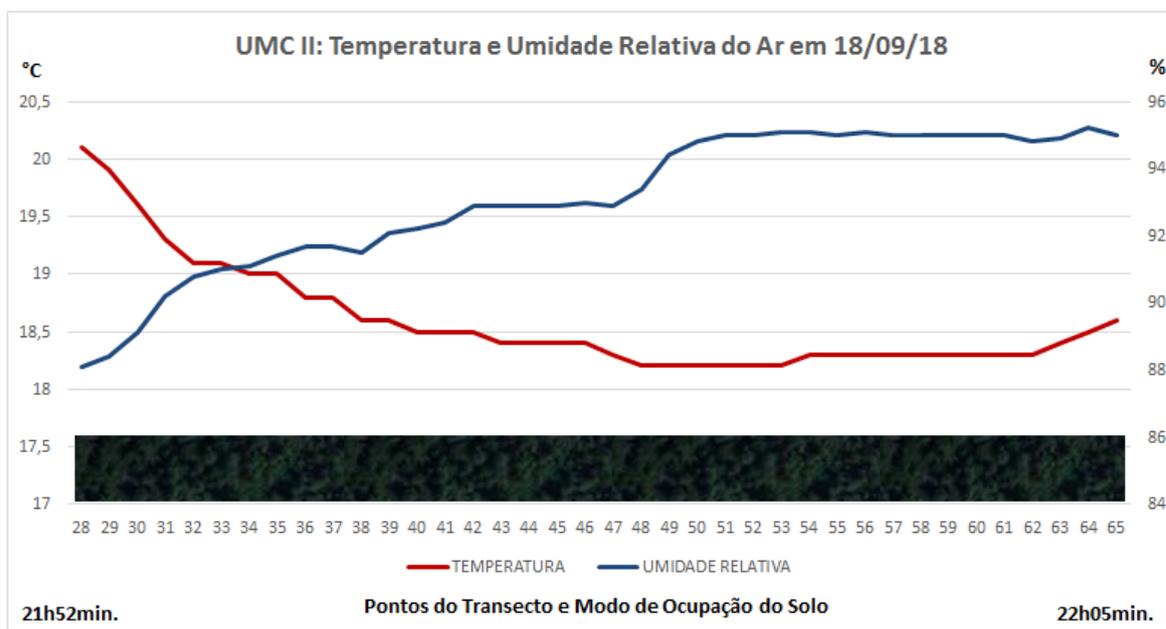
Foto 3- Pontos entre 9 e 18**Fonte: Autoria própria****Foto 4- Pontos entre 19 e 27****Fonte: Autoria própria**

Conforme mostra a foto 2, o percurso feito entre os pontos 1 e 8 possui a presença de vegetação no canteiro central da avenida, às margens de um córrego. Por outro lado, a foto 3 que contempla o trecho entre os pontos 9 e 18 a presença de vegetação é menor. Neste trecho também há um grande terreno com solo exposto e algumas árvores próximas ao seu redor (imagem 02). E por último, no trecho entre os pontos 19 e 27, conforme a foto 4, a presença de vegetação se faz ainda menor, contudo a temperatura neste local volta a cair. Desta forma, a falta de vegetação neste trecho não explica a diminuição de temperatura do local. Outro fator que pode ter influenciado essa redução é o tempo de percurso, uma vez que já havia se passado 14 minutos desde o início do transecto. Conforme se avança no período noturno, as superfícies dos materiais do terreno vão perdendo temperatura e, assim, influenciando diretamente na redução da temperatura do ar logo acima. Este trecho também se encontra próximo da serra da

Cantareira, local de transição para a Unidade Microclimática II, podendo ser outro fator contribuinte para a redução da temperatura.

Unidade Microclimática II

Figura 30: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 18/09/18



Fonte: Produzido pelo próprio autor

Novamente se torna evidente que a temperatura do ar é inversamente proporcional a URA dentro da Unidade Microclimática II, conforme mostra a figura 30. No entanto, o contrário do setor anterior, a temperatura do ar apresentou os valores mais baixos, quanto que a URA indicou valores elevados.

A tabela 10 e a figura 30 indicam que a maior temperatura do ar foi no ponto 28 com 20,1°C (começo do trecho de serra na baixa encosta do cristalino da Cantareira). Até o ponto 48 a temperatura só diminuiu, chegando ao menor valor de 18,2°C. A temperatura volta a subir levemente no ponto 54 e se mantém constante até o 62 com 18,3°C. A partir do ponto 64 a temperatura volta a subir gradativamente, saindo deste setor de mata natural serrana para outro de uso misto de ocupação do solo (residências e vegetação distribuídas no mesmo ambiente).

Tabela 10: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18

SETOR	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)
Unidade Microclimática II	18,6	20,1	18,2	1,9

Fonte: Produzido pelo próprio autor

A tabela 10 indica que a amplitude térmica neste setor foi de 1,9°C, 1,1°C a mais que a amplitude térmica da Unidade Microclimática I. Esta diferença de temperatura é influenciada, principalmente, pela altitude do terreno da Unidade Microclimática II. Outro fator que induz este evento no setor é a intensa distribuição de vegetação ao longo de todo o transecto. Um indicativo disso seria a temperatura do ar voltar a subir exatamente a partir do ponto 63 na figura 30, uma área de transição para o terceiro setor cuja a presença de vegetação é menor em comparação área anterior.

Também é possível verificar na figura 30 que a temperatura das superfícies do terreno reduz ao decorrer do percurso. O ponto 28 é o início do trecho da serra onde se começa a subir o cristalino rochoso. Na volta, passa-se pelo mesmo lugar, porém agora representado pelo ponto 64. No ponto 28 a temperatura do ar era de 20,1°C. No ponto 64 a temperatura do ar foi de 18,5°C. Ou seja, o mesmo ponto indicou uma redução de temperatura do ar em 1,6°C ao longo do trajeto percorrido dentro da Unidade Microclimática II. Deve-se levar em consideração também a influência dos ventos vindos da serra que ajudam a diminuir a temperatura na baixa encosta da serra da Cantareira.

Com relação a URA, a figura 30 aponta que os valores aumentaram em todo o transecto, voltando a diminuir no final do percurso onde se inicia a área de transição para o terceiro setor. No ponto 28, a URA foi de 88,1%, chegando a 92,9% no ponto 47. Deste ponto ao 51 o valor aumentou para 95% (mesmo trecho onde a temperatura do ar indicou os menores valores) e se manteve praticamente constante até o final do transecto, voltando a diminuir no ponto 64.

A Unidade Microclimática I apresentou temperaturas do ar mais elevadas que a da Unidade Microclimática II. Da mesma forma, os valores da URA no primeiro setor foram menores que no segundo. Apesar do segundo setor apresentar um relevo com elevada altitude, o que acaba influenciando na temperatura do ar, também se faz evidente o modo e o tipo de uso e ocupação do solo que ocorre dentro dele. Enquanto a Unidade Microclimática II é totalmente coberta por uma vegetação natural de mata Atlântica, a Unidade Microclimática I é completamente composta por edificações de médio e baixo padrão com a presença de vegetação muito reduzida nas principais avenidas. Esta diferença entre os dois setores pode influenciar diretamente na temperatura do ar dentro do bairro Jardim Peri, visto que o albedo da superfície da copa das árvores intensamente presentes no segundo setor é maior que o albedo dos telhados de zinco e amianto muito disseminado no primeiro setor.

Todo o percurso realizado dentro da Unidade Microclimática II é caracterizado por vegetação natural de Mata Atlântica Ombrófila Densa Montana da Serra da Cantareira, conforme mostra a foto 5.

Foto 5- Pontos entre 28 e 65



Fonte: Autoria própria

Unidade Microclimática III

Figura 31: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 18/09/18



Fonte: Produzido pelo próprio autor

Conforme mostra a figura 31, a temperatura do ar volta a subir dentro da Unidade Microclimática III, quanto que a URA volta a diminuir. Nesta figura é possível observar que o comportamento da temperatura e da URA segue um padrão semelhante ao fenômeno que ocorre dentro da Unidade Microclimática I. Contudo, a temperatura do ar dentro da Unidade Microclimática III se mantém menor em relação à Unidade Microclimática I, bem como a URA da Unidade Microclimática III se mantém maior que a URA da Unidade Microclimática I.

A tabela 11 e a figura 31 indicam que a temperatura mínima do ar no terceiro setor foi de 18,7°C no ponto 66, sendo 0,5°C maior que a mínima da Unidade Microclimática II e 1,5°C menor que a mínima da Unidade Microclimática I. Já a temperatura máxima do ar foi de 19,5°C entre os pontos 90 e 93, sendo 0,6°C menor que a máxima da Unidade Microclimática II e 1,4°C menor que a máxima da Unidade Microclimática I. Desta forma, fazendo uma comparação entre o primeiro e o terceiro setor, os dados indicam que a Unidade Microclimática III apresentou temperaturas do ar mais amenas em relação à Unidade Microclimática I com diferenças ao entorno de 1,5°C, tanto na máxima quanto na mínima. Ou seja, mesmo as superfícies perdendo energia ao longo de todo o transecto da área total de estudos, 1,5°C de diferença da temperatura do ar entre duas áreas próximas é muito relevante. Mais uma vez tal fenômeno pode ser explicado pela proporção de vegetação distribuída nessas Unidade Microclimáticas e pelo modo de apropriação e uso do solo, onde o terceiro setor é composto por uma rica distribuição de plantas ao entorno das casas de alto padrão com telhados de barro, quanto que o primeiro setor é escasso de vegetação próxima às casas de baixo padrão com telhados de zinco e amianto.

Tabela 11: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 18/09/18

SETOR	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)
Unidade Microclimática III	19,2	19,5	18,7	1,2

Fonte: Produzido pelo próprio autor

Ao longo de todo trajeto dentro da Unidade Microclimática III, a tabela 11 indica que a temperatura média do ar foi de 19,2°C, sendo 0,6°C maior que a média da Unidade Microclimática II e 1,4°C menor que a média da Unidade Microclimática I. Esta diferença de 1,4°C entre o primeiro e o terceiro setor é elevada, uma vez que as duas Unidade Microclimáticas estão muito próximas uma da outra. Novamente a resposta para este fenômeno pode ser dada pela influência que a vegetação pode exercer na temperatura do ar, bem como o modelo de habitação com os seus diferentes tipos de telhados.

Foi possível compreender que as temperaturas do ar da Unidade Microclimática III (média, máxima e mínima) estão bem próximas dos valores da Unidade Microclimática II onde as diferenças entre estes dois setores não ultrapassaram o valor de 0,6°C. Por outro lado, as temperaturas do ar da Unidade Microclimática III (média, máxima e mínima) destoaram muito quando comparadas com à Unidade Microclimática I, chegando a diferenças de 1,5°C entre estes dois setores, conforme mostra a tabela 12. Também é necessário apontar que estas diferenças indicam temperaturas mais baixas no terceiro setor em relação ao primeiro setor.

Tabela 12: Diferenças de temperatura do ar (média, máxima e mínima) entre a Unidade Microclimática I e a Unidade Microclimática III em 18/09/18.

	Unidade Microclimática I (pontos entre 01 e 27) em °C	Unidade Microclimática III em °C	Diferença entre Unidade Microclimática I e Unidade Microclimática III em °C
Temperatura Média	20,6	19,2	1,4
Temperatura Máxima	21	19,5	1,5
Temperatura Mínima	20,2	18,7	1,5

Fonte: Produzido pelo próprio autor

A tabela 11 mostra que a amplitude térmica dentro da Unidade Microclimática III ao longo do percurso foi de 1,2°C, variando um pouco mais que a amplitude térmica de 0,8°C da Unidade Microclimática I. Conforme mostra a figura 31, entre os pontos 66 e 79 a temperatura do ar só aumentou, no início com 18,7°C e chegando aos 19,4°C. Já a URA neste mesmo trajeto diminuiu, passando de 94,7% para 90,9%. Este trecho é caracterizado por moradias de médio e alto padrão que estão próximas do Parque Estadual Alberto Löfgren – Horto Florestal, conforme mostram as fotos 6 e 7.

Foto 6- Pontos entre 66 e 79



Fonte: Autoria própria

Foto 7- Pontos entre 66 e 79



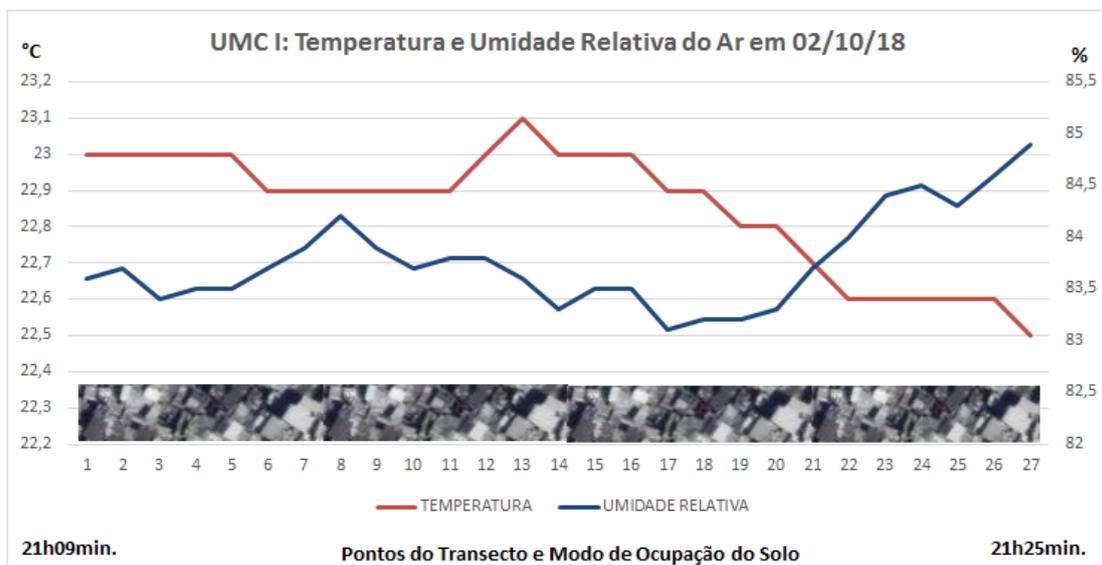
Fonte: Autoria própria

Ainda na figura 31, a temperatura do ar volta a diminuir entre os pontos 80 e 86, passando de 19,4° para 19,2° e a URA retorna a subir um pouco. Este trecho também é rodeado pela floresta do parque estadual do horto florestal. A partir do ponto 87, a temperatura retorna a subir, chegando a 19,5° entre os pontos 90 e 93 (área de transição para a Unidade Microclimática I novamente), quanto que a URA volta a cair.

4.6. Variações Climáticas da Atmosfera no dia 02 de outubro de 2018: Unidades Microclimáticas I, II e III

Unidade Microclimática I

Figura 32: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 02/10/2018



Fonte: Autoria própria

No dia 02 de outubro de 2018 a temperatura do ar oscilou dentro da Unidade Microclimática I, diminuindo e aumentando ao longo do trajeto, conforme mostra a figura 32. Já no dia 18 de setembro, a temperatura do ar só reduziu ao longo do mesmo transecto. Mesmo apresentando fenômenos diferentes, ambos os dias seguem o mesmo padrão ao exporem temperaturas elevadas e baixas URA em relação às outras duas Unidade Microclimáticas.

A figura 32 indica que entre os pontos 1 e 5 a temperatura se manteve constante em 23°C. Do ponto 6 ao ponto 11 a temperatura do ar reduziu levemente e também se manteve constante em 22,9°C. Em seguida, a temperatura volta a subir até o ponto 13 onde apresenta o maior valor do transecto (23,1°C), não só dentro da Unidade Microclimática I, mas de todo o percurso da área total de estudos. Deste ponto em diante a temperatura do ar só reduz até o último trecho da Unidade Microclimática I, chegando a 22,5°C no ponto 27.

É notório que entre os pontos 1 e 11 da figura 32 a temperatura do ar oscilou muito pouco ao reduzir apenas 0,1°C. Foi muito semelhante ao que ocorreu no dia 18 de setembro onde a temperatura do ar neste mesmo percurso apresentou uma queda de 0,3°C. Este trecho fica na Av. Koshun Takara e é caracterizado pela passagem de um córrego com a presença de vegetação nas suas margens ao longo do canteiro central desta via. Este lugar é um dos únicos pontos dentro do primeiro setor onde se encontra uma distribuição foliar com algumas espécies de árvores e plantas.

A figura 32 indica que a maior temperatura de todo o transecto da Unidade Microclimática I foi no ponto 13 com 23,1°C. Este local fica numa avenida muito movimentada onde o tráfego de pessoas e veículos é constante. Próximo a este ponto também há um grande terreno com solo exposto, citado anteriormente. Esta conjuntura de ocupação e uso do solo, característico de um espaço urbanizado com superfícies de albedo baixo, serve como indicador que influencia no aumento da temperatura do ar deste local.

Do ponto 13 ao final do transecto, a temperatura do ar só diminuiu, ocorrendo valores constantes em alguns trechos e depois retornando a cair, chegando a 22,5°C no ponto 27. Tal fenômeno pode ocorrer devido a este trecho estar mais próximo da serra da Cantareira, recebendo maior influência dos ventos que vem deste lugar. Outro fator que contribui é a perda de energia das superfícies dos materiais ao passar do tempo que influencia diretamente na camada de ar logo acima dessas superfícies.

Ao longo do transecto feito dentro da Unidade Microclimática I, a temperatura média do ar foi de 22,8°C, a temperatura máxima de 23,1°C e a temperatura mínima de 22,5°C com amplitude térmica de 0,6°C, conforme mostra a tabela 13. Sendo assim, verificou-se que a temperatura do ar no primeiro setor apresentou pouca variação ao longo do transecto com algumas mudanças dentro da amplitude térmica.

Tabela 13: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 02/10/18

SETOR	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)
Unidade Microclimática I	22,8	23,1	22,5	0,6

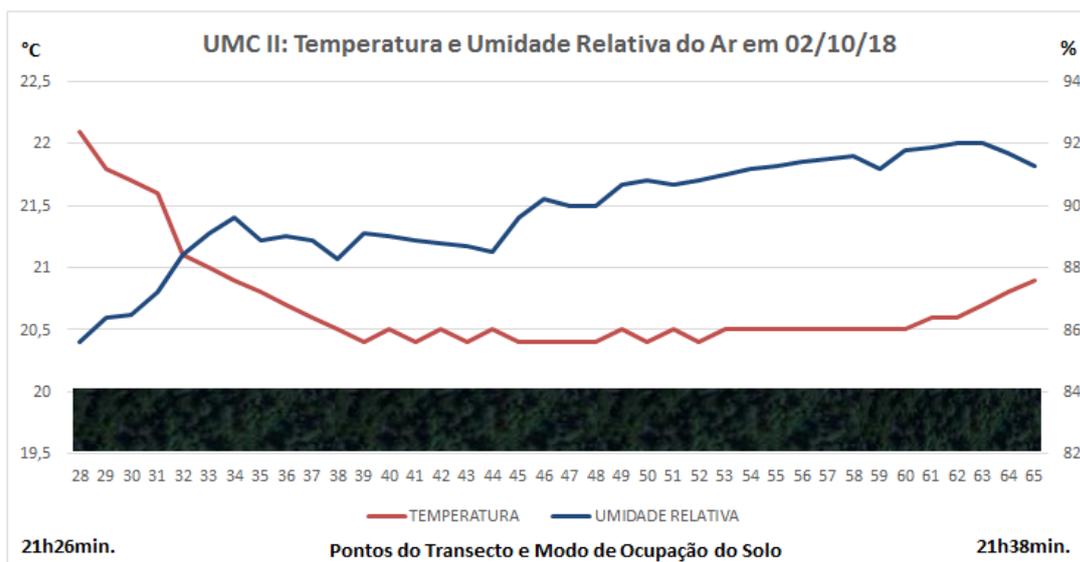
Fonte: Produzido pelo próprio autor

A figura 32 também indica que a URA oscilou muito ao longo de todo o transecto, contudo, essa variação ocorreu dentro de uma pequena margem. Do ponto 1 ao ponto 27 a URA passou dos 83,6% para 84,9%. Desta forma, ao longo de todo o percurso, a amplitude da URA foi de apenas 1,3%, ou seja, manteve-se sem grandes alterações. A partir do ponto 20 a URA começa a aumentar continuamente devido à proximidade da serra e, ao mesmo tempo, respondendo ao efeito da queda da temperatura do ar que vinha ocorrendo desde o ponto 14.

Verificou-se que apesar das variações da temperatura e URA, ambas não apresentaram elevadas amplitudes ao longo do percurso realizado dentro da Unidade Microclimática I.

Unidade Microclimática II

Figura 33: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 02/10/2018



Fonte: Autoria própria

Passando agora para o segundo setor, é possível enxergar um fenômeno totalmente oposto ao que ocorre no setor anterior. A figura 33 indica o aumento quase que contínuo da URA frente a diminuição também quase que constante da temperatura do ar. O mesmo padrão ocorreu nas variações analisadas no dia 18 de setembro. Do ponto 28 ao 65, a URA passa dos 85,6% no início do transecto para 91,5% no final, variando em 5,9%, ou seja, um pouco mais que a variação de 1,3% ocorrida dentro da Unidade Microclimática I.

A temperatura do ar passa dos 22,1°C (máxima neste setor) no ponto 28 para 20,9°C no ponto 65. Contudo, conforme mostra a tabela 14 e a figura 36, a menor temperatura do ar dentro da Unidade Microclimática II ocorre nos pontos 39, 41, 43, 45 a 48, 50 e 52 com 20,4°C, tendo assim uma amplitude térmica de 1,7°C. Ao longo de todo o trajeto, a temperatura média do ar foi de 20,7°C.

Tabela 14: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 02/10/18

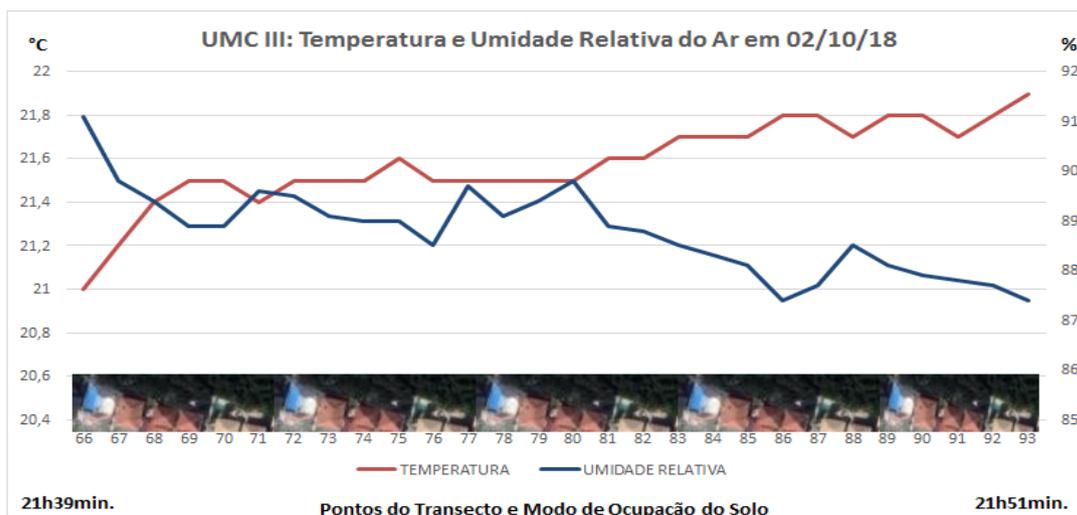
SETOR	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)
Unidade Microclimática II	20,7	22,1	20,4	1,7

Fonte: Produzido pelo próprio autor

Novamente se faz presente a influência que o alto relevo deste setor exerce na temperatura do ar e consequentemente na URA. Também é de grande relevância a intensa distribuição de vegetação natural desta Unidade Microclimática. Esses dois fatores são indicadores que podem explicar a elevada amplitude térmica de 1,7°C na Unidade Microclimática II, sendo muito maior que a amplitude térmica de 0,6°C da Unidade Microclimática I. Apesar da ação que a altitude deste setor exerce na variação da temperatura do ar, se faz necessário lembrar mais uma vez que a vegetação disseminada nesta Unidade Microclimática também possui a sua importância que influencia na baixa atmosfera.

Unidade Microclimática III

Figura 34: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 02/10/2018



Fonte: Produzido pelo próprio autor

Ao adentrar na Unidade Microclimática III, a figura 34 indica novamente o aumento da temperatura do ar e a redução da URA, seguindo o mesmo padrão do ocorrido no dia 18 de setembro neste mesmo trecho. Todavia, nota-se algumas diferenças entre ambos. No dia 18 de setembro, a temperatura do ar somente aumentou entre os pontos 66 e 79. Já no dia 02 de outubro a temperatura do ar também aumentou, mas oscilou para menos no ponto 71 e para

mais no ponto 75. Outra diferença foi que entre os pontos 80 e 87 a temperatura do ar só diminuiu no dia 18 de setembro, quanto que no dia 02 de outubro ela só aumentou. Todavia, mesmo com essas divergências, ambas apresentaram diferenças de temperaturas do ar elevadas quando comparadas a Unidade Microclimática I do seu respectivo dia.

Conforme mostra a tabela 15 do dia 02 de outubro, as diferenças de temperatura do ar (média, máxima e mínima) entre as Unidades Microclimáticas I e III são acima de 1,2°C. A tabela também indica que as temperaturas média, máxima e mínima do terceiro setor são menores que as do primeiro setor, garantindo temperaturas mais amenas para a Unidade Microclimática III se comparada a Unidade Microclimática I. Ou seja, o tipo de uso e ocupação do solo realizado nesses setores vai impactar diretamente nas variações da temperatura e URA, uma vez que os telhados de barro das casas de médio e alto padrão da Unidade Microclimática III possuem um albedo maior em relação aos telhados de zinco e amianto sobre as casas de médio e baixo padrão da Unidade Microclimática I. Superfícies com elevados albedos absorvem menos radiação, reduzindo a temperatura do ar próxima. Já as superfícies com baixo albedo absorvem mais radiação, aquecendo os materiais e influenciando no aumento da temperatura do ar próximo. Também deve-se lembrar que a distribuição de vegetação no terceiro setor é muito maior que no primeiro.

Tabela 15: Diferenças de temperatura do ar (média, máxima e mínima) entre a Unidade Microclimática I e a Unidade Microclimática III em 02/10/18.

	Unidade Microclimática I (pontos entre 01 e 27) em °C	Unidade Microclimática III em °C	Diferença entre Unidade Microclimática I e Unidade Microclimática III em °C
Temperatura Média	22,8	21,5	1,3
Temperatura Máxima	23,1	21,9	1,2
Temperatura Mínima	22,5	21	1,5

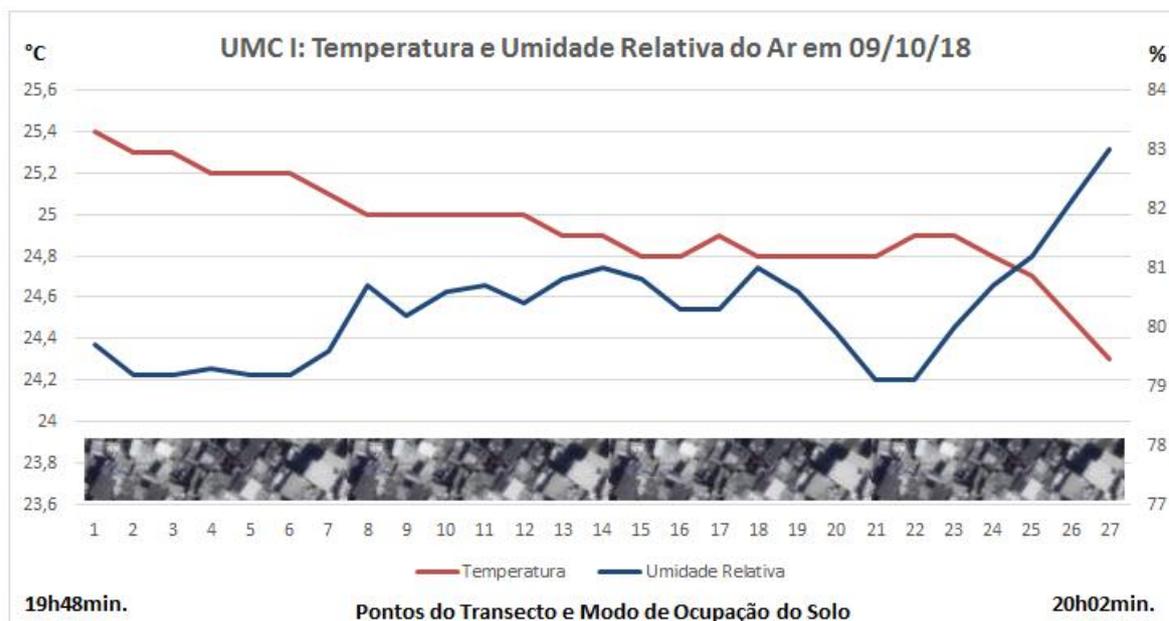
Fonte: Produzido pelo próprio autor

Ao longo do transecto, a temperatura média foi de 21,5°C, a temperatura máxima foi de 21,9°C no ponto 93, a mínima foi de 21 no ponto 66 com amplitude térmica de 0,9°. Já a URA no início do percurso foi de 91,1% e no final foi de 87,4%, tendo uma redução de 3,7%.

4.7. Variações Climáticas da Atmosfera no dia 09 de outubro de 2018: Unidade Microclimáticas I, II e III

Unidade Microclimática I

Figura 35: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 09/10/2018



Fonte: Autoria própria

No dia 09 de outubro a temperatura do ar apresentou um padrão muito semelhante à temperatura do ar do dia 18 de setembro, ambas dentro da Unidade Microclimática I. A figura 35 indica que a temperatura máxima do ar ao longo do transecto ocorreu no ponto 1 com 25,4°C (mesmo ponto onde ocorreu a máxima no dia 18 de setembro), quanto que a mínima foi no ponto 27 com 24,3°C (também o mesmo local onde ocorreu a mínima do dia 18 de setembro e do dia 02 de outubro). A temperatura média do ar ao longo de todo o transecto foi de 24,9°C, conforme mostra a tabela 16, com uma amplitude térmica de 1,1°C.

Tabela 16: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 09/10/18

SETOR	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)
Unidade Microclimática I	24,9	25,4	24,3	1,1

Fonte: Produzido pelo próprio autor

A figura 35 indica que entre os pontos 1 e 16 a temperatura do ar só diminuiu, chegando a 24,8°C, quanto que a URA só aumentou, havendo algumas variações entre os pontos 08 e 16.

A temperatura do ar se mantém a mesma entre os pontos 15 e 24, exceto nos pontos 17, 22 e 23 onde a temperatura sobe apenas $0,1^{\circ}\text{C}$. No trecho final a temperatura volta a cair constantemente (assim como ocorreu no dia 18 de setembro), uma vez que este local está próximo da área de transição onde se inicia o trecho de serra com vegetação natural atlântica. Outro fator que contribui é a perda de temperatura das superfícies ao longo do transecto quem também pode influenciar na diminuição da temperatura do ar.

Assim como ocorreu no dia 18 de setembro, a figura 35 aponta que a temperatura do ar reduziu exatamente entre os pontos 1 e 8, ou seja, local onde há um córrego e que a presença de vegetação é maior em relação ao restante do percurso. Do ponto 9 ao 12 a temperatura do ar se manteve constante em 25°C .

Conforme mostra a figura 35, a URA demonstra que entre os pontos 17 e 21 ocorreu a maior redução com a temperatura do ar se mantendo constante em $24,8^{\circ}\text{C}$. Um indicativo deste fenômeno seria a total falta de vegetação próxima. Outro ponto é que este trecho é uma avenida movimentada, principalmente entre os pontos 19 e 21 onde o telhado da maior parte das habitações próximas é de amianto ou zinco, conforme mostra a imagem 5, contribuindo para manter constante a temperatura do ar e assim a redução da URA.

Imagem 5 - Pontos entre 19 e 21

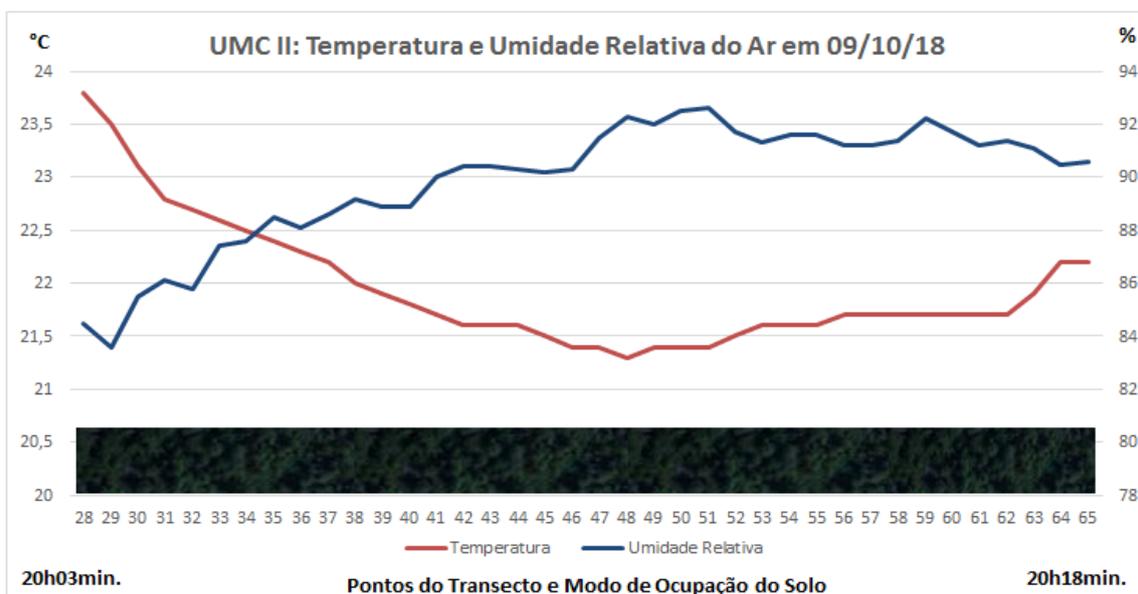


Fonte: Produzido pelo autor e adaptado do Google Earth (2018)

Verificou-se que apesar das variações da temperatura do ar no dia 09 de outubro apresentaram padrões muito parecidos com as variações analisadas no dia 18 de setembro dentro do mesmo setor. Já o dia 02 de outubro indicou outro padrão ao longo do mesmo transecto. No entanto, as temperaturas do ar no dia 02 de outubro foram as mais elevadas em relação ao segundo e terceiro setor, seguindo o mesmo fenômeno dos dias 18 de setembro e 09 de outubro.

Unidade Microclimática II

Figura 36: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 09/10/2018



Fonte: Autoria própria

A figura 36 indica que dentro da Unidade Microclimática II, tanto a temperatura do ar quanto a URA apresentam um padrão inverso da Unidade Microclimática I. Enquanto a temperatura do ar reduz, a URA aumenta, havendo algumas variações ao longo do transecto. Conforme aponta a tabela 17, a temperatura do ar passa da máxima de 23,8°C no ponto 28 para 21,3°C no ponto 48 onde apresenta o menor valor ao longo do percurso. Ao final do trajeto, a temperatura chega a 22,2°C. A temperatura média ao longo do transecto foi de 21,9°C com amplitude térmica de 2,5°C sendo a amplitude térmica mais alta em relação aos outros dois dias de coleta dos dados na mesma Unidade Microclimática.

Tabela 17: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 09/10/18

SETOR	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)
Unidade Microclimática II	21,9	23,8	21,3°	2,5

Fonte: Produzido pelo próprio autor

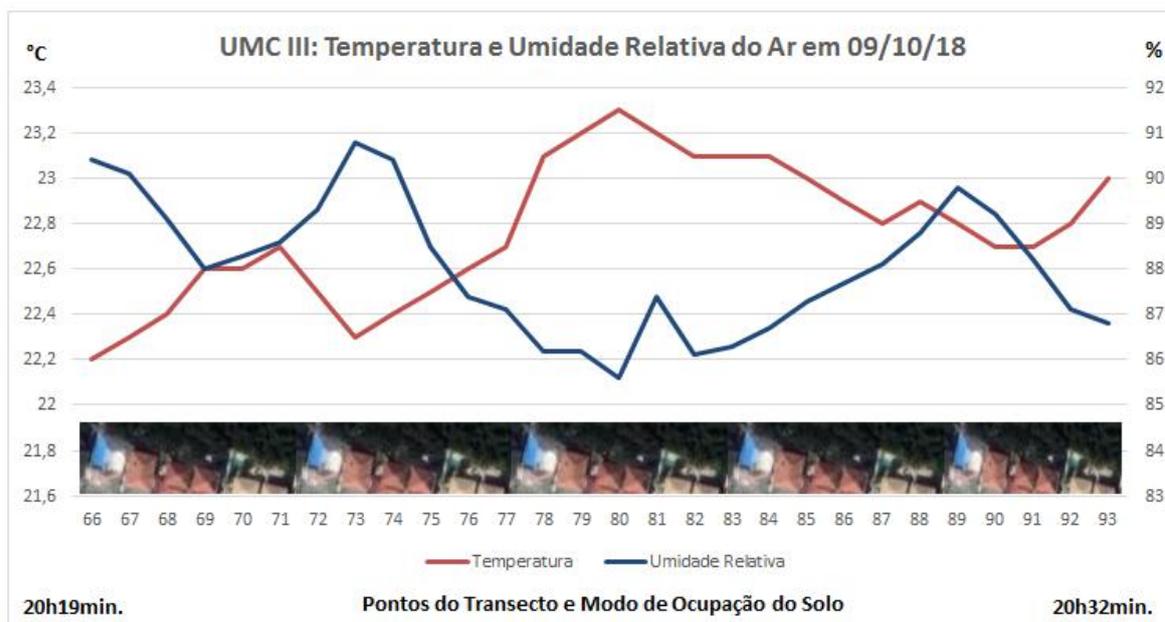
A URA só aumentou ao longo do transecto, apresentando variações em alguns trechos. No início do percurso, a URA foi de 84,5%, chegando a sua máxima no ponto 51 com 92,6% e reduzindo no final para 90,6% no ponto 65.

A relação entre a temperatura e URA na Unidade Microclimática II nos dias 18 de setembro, 02 de outubro e 09 de outubro apresentaram um padrão muito semelhante. As outras Unidades Microclimáticas também indicaram um movimento muito semelhante em suas variações de temperatura e URA entre si. Contudo, não apresentaram semelhanças como as ocorridas na Unidade Microclimática II.

O fato desta Unidade Microclimática apresentar as menores temperaturas na região do Jardim Peri se dá pelos dois atributos já citados anteriormente: altitude e vegetação. Nos três dias de coleta, os dados indicaram baixas temperaturas induzidas principalmente pela elevada encosta do cristalino da Cantareira, onde a diferença de altitude dentro da área total de estudos ultrapassa os 250 metros. A intensa distribuição da flora com diversas espécies de plantas também contribuiu para a redução da temperatura e elevada URA na Unidade Microclimática II.

Unidade Microclimática III

Figura 37: Temperatura e Umidade Relativa do Ar ao longo do transecto em 09/10/2018



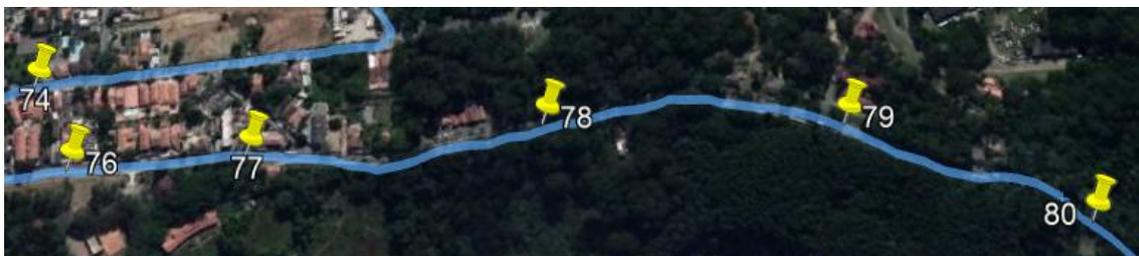
Fonte: Autoria própria

Assim como ocorreu nos dias 18 de setembro e 02 de outubro, a temperatura do ar volta a subir quanto que a URA volta a cair ao adentrar na Unidade Microclimática III, conforme mostra a figura 37. Todavia, este setor apresentou variações diferentes nos três dias de coleta, sendo a Unidade Microclimática com a menor semelhança entre si com relação ao padrão da temperatura e URA ao longo do transecto.

Do ponto 66 ao 71 a temperatura sobe de 22,2°C para 22,7°C, voltando a cair até o ponto 73 com 22,4°C. Conforme mostra a figura 37, essas temperaturas foram as menores de toda a Unidade Microclimática III e situam-se no local onde estão alocadas as residências de médio e alto padrão. Este local está rodeado pela vegetação natural da Serra da Cantareira ao Norte; e pela mata natural do Parque Estadual Alberto Löfgren – Horto Floresta a Leste e ao Sul.

Do ponto 74 ao ponto 80 a temperatura do ar só aumenta, chegando a 23,4°. Este aumento de 1°C não condiz com a paisagem deste trecho no qual a presença de vegetação é intensa, conforme mostra a imagem 6. Contudo, este trecho passa por uma via intensamente movimentada chamada de Estrada Santa Inês. O fluxo de veículos é constante e este pode ser um indicador de aumento da temperatura do ar.

Imagem 6 - Pontos entre 74 e 80



Fonte: Produzido pelo autor e adaptado do Google Earth

Do ponto 81 ao 87 a temperatura do ar volta a cair, subindo 0,1°C no ponto 88 e reduzindo novamente até o ponto 90, chegando a 22,7°C. Deste local em diante a temperatura do ar volta a se elevar constantemente devido a entrada na Unidade Microclimática I no qual o ambiente é desprovido de vegetação. A passagem da Unidade Microclimática III para a I nos três dias de coleta indicara aumento da temperatura do ar, ou seja, o mesmo padrão.

Conforme indica a tabela 18, a temperatura média ao longo do transecto foi de 22,7°C. A temperatura máxima foi de 23,3°C no ponto 80 e a mínima foi de 22,2°C no ponto 66 com amplitude térmica de 1,1°C.

Tabela 18: Temperatura média, máxima, mínima e amplitude térmica do ar ao longo do transecto realizado em 09/10/18

SETOR	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	AMPLITUDE TÉRMICA (°C)
Unidade Microclimática III	22,7	23,3	22,2	1,1

Fonte: Produzido pelo próprio autor

Por outro lado, a diferença de temperatura média, máxima e mínima do ar entre as Unidades Microclimáticas I e III apresentaram no dia 02 de outubro apresentaram a mesma semelhança dos outros dois dias de coleta. Conforme mostra a tabela 19, a diferença de temperatura entre a média do primeiro setor e a média do terceiro setor foi de 2,2°C. A diferença entre a máxima do primeiro setor e a máxima do terceiro setor foi de 2,1°C. E a diferença entre a mínima do primeiro setor e a mínima do terceiro setor foi de 2,2°C.

Tabela 19: Diferenças de temperatura do ar (média, máxima e mínima) entre a Unidade Microclimática I e a Unidade Microclimática III em 09/10/18.

	Unidade Microclimática I (pontos entre 01 e 27) em °C	Unidade Microclimática III em °C	Diferença entre Unidade Microclimática I e Unidade Microclimática III em °C
Temperatura Média	24,9	22,7	2,2
Temperatura Máxima	25,4	22,3	2,1
Temperatura Mínima	24,3	22,2	2,1

Fonte: Produzido pelo próprio autor

Ou seja, são valores elevados que inclusive foram os maiores desde a primeira coleta de dados. E novamente a Unidade Microclimática III apresentou temperaturas mais amenas em relação à Unidade Microclimática I. Verificou-se o mesmo fenômeno atmosférico, mas com diferenças de temperaturas mais elevadas em relação aos dias 18 de setembro e 02 de outubro dentro da mesma Unidade Microclimática. Desta forma, se faz ainda mais evidente que o modo de apropriação do espaço urbano possui uma relação direta com os efeitos atmosféricos do bairro Jardim Peri. A intensa presença de vegetação que cerca a Unidade Microclimática III frente a falta que se faz na Unidade Microclimática I, bem como o tipo de material dos telhados presentes nesses locais são indicadores que influenciam no balanço energético da baixa atmosfera.

5. CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho indicam que uma determinada área do Jardim Peri possui temperatura do ar elevada em comparação ao seu entorno, caracterizando desta forma uma Ilha de Calor urbana dentro da cidade de São Paulo na sua face Norte. As diferenças de temperatura do ar no interior do bairro chegaram a 2,8°C no dia 18 de setembro de 2018, 2,7°C no dia 02 de outubro de 2018 e 4,1°C no dia 09 de outubro de 2018. Esses valores são muito elevados, principalmente por serem encontrados numa escala de estudo reduzida ao nível do bairro onde o terreno não apresenta grandes extensões e também por serem coletados no período noturno quando a superfície do solo perde energia ao adentrar da noite.

A área caracterizada como uma Ilha de Calor Urbana do Jardim Peri foi o setor denominado de Unidade Microclimática I. Esta unidade apresentou as temperaturas do ar mais elevadas dentro do bairro nos três dias de coleta dos dados em campo. Os outros dois setores, Unidades Microclimáticas II e III, apresentaram temperaturas do ar mais amenas, principalmente o primeiro onde foram encontradas as menores temperaturas nos três dias de pesquisa em campo, devido a sua paisagem de serra encoberta por Mata Atlântica Natural Ombrófila Densa Montana.

Desta forma, a Ilha de Calor Urbana definida no bairro tem como atributo central os efeitos antrópicos de uso e ocupação do solo, no qual a intensa impermeabilização do terreno, os diferentes tipos de habitações e os seus materiais como telhados de zinco, amianto entre outros vão interagir diretamente no balanço energético da atmosfera. Neste sentido, a presença desigual de vegetação nos diferentes espaços do bairro mostrou o impacto que a distribuição foliar pode causar na temperatura do ar e, assim, trazer diferentes condições de vida à população local.

Esta distribuição desigual da vegetação está diretamente correlacionada à desigualdade social materializada na paisagem do bairro, bem como a diferença de temperatura e umidade relativa do ar também estão diretamente ligadas a diferença de classe social. Verificou-se que a Ilha de Calor Urbana do Jardim Peri, na sua totalidade, possui residências de médio e baixo padrão, inclusive com construções edificadas bem na margem do principal córrego que corta o bairro, com paredes de madeira compensada e telhados de amianto, chamadas de “barracos”. Nesta Ilha de Calor, também é compulsória a construção de casas intensamente agrupadas, coladas umas nas outras, feitas de alvenaria mal-acabadas (sem reboco e pintura com tijolos a mostra), com materiais de baixo custo e espaços reduzidos para moradia e circulação de pessoas. São residências totalmente aglomeradas com inúmeros corredores estreitos e meandantes que cortam o interior da favela por onde circulam a população de baixa renda local, conectando estes espaços às principais ruas do bairro com fluxos de ônibus que levam os trabalhadores ao serviço. Por se tratar de espaços reduzidos com grande aglomeração de pessoas e intensa impermeabilização do solo, a Ilha de Calor do bairro não dispõe da presença de áreas com vegetação, exceto em alguns pontos das principais avenidas e nas margens de alguns córregos, contribuindo para a elevação da temperatura do ar e consequente redução da umidade relativa.

Por outro lado, fazendo uma comparação entre a Ilha de Calor Urbana do Jardim Peri e a Unidade Microclimática III também situada dentro do bairro e ao lado da Ilha de Calor, foi possível enxergar o antagonismo desses espaços. A Unidade Microclimática III possui temperaturas do ar mais amenas em relação à Ilha de Calor. Isso se faz porque o seu espaço construído foi reproduzido dentro de uma lógica capitalista diferente daquela reproduzida dentro da Unidade Microclimática I. Diferente da Ilha de Calor, a Unidade Microclimática III é um

terreno cuja a construção dos edifícios foi planejada com casas de médio e alto padrão, bem espaçadas uma das outras e grandes quintais encobertos por arbustos e jardins. A maior parte das residências deste setor é bem-acabada, pintada, com telhados de barro, sem paredes esburacadas com tijolos a mostra. Pelo contrário, muitas delas com paredes encobertas e decoradas por vegetações (exemplo das trepadeiras) que auxiliam no microclima das edificações e no seu entorno. As ruas nesta área do bairro possuem intensa distribuição foliar e estão rodeadas por vegetações do Parque Estadual Alberto Löfgren (Horto Florestal) e da Mata Atlântica Ombrófila Densa Montana da Serra da Cantareira. São essas as condições paisagísticas deste setor que vão contribuir em temperaturas mais baixas.

Desta forma, o antagonismo entre a Unidade Microclimática III habitada por pessoas de elevada renda em relação àquelas que vivem na Ilha de Calor é um fenômeno cristalizado no espaço onde as diferenças de classe inerentes ao bairro possuem uma ligação direta aos fenômenos atmosféricos devido ao tipo de uso e ocupação do solo urbano. Esta contradição espacial dentro do Jardim Peri apresentada sob a ótica climatológica não ocorre somente neste bairro. Pelo contrário, é um fenômeno social, econômico e climatológico em constante movimento nas áreas urbanas espalhadas pelo Brasil e pelo mundo. A desigualdade social produzida pelo sistema capitalista limita uma parcela da população de adquirir bens e utensílios básicos para a sua sobrevivência, tais como uma moradia minimamente habitável, educação, saúde e alimento, mesmo esses direitos estando garantidos em lei federal constitucional. Não obstante e com base na presente pesquisa, a desigualdade também limita esta parcela da sociedade a sobreviver em espaços cuja atmosfera possua elementos mais apropriados para a reprodução humana.

Por fim, a Ilha de Calor Urbana do Jardim Peri explica um fenômeno climatológico que vai além dos efeitos atmosféricos de temperatura e umidade relativa do ar encontrado no bairro. Ela também ajuda na compreensão da distribuição sócioespacial que se faz no local, mostrando as descontinuidades que o relevo apresenta em seu aspecto habitacional e urbano, bem como a apropriação dos lugares que as pessoas exercem de acordo com a sua classe social. Esta interação entre a ação antrópico sobre a superfície dos terrenos e a baixa atmosfera é um conjunto complexo e muito rico em informações que deve ser estudado não só pelo viés da climatologia geográfica, mas também por diferentes frentes do conhecimento científico.

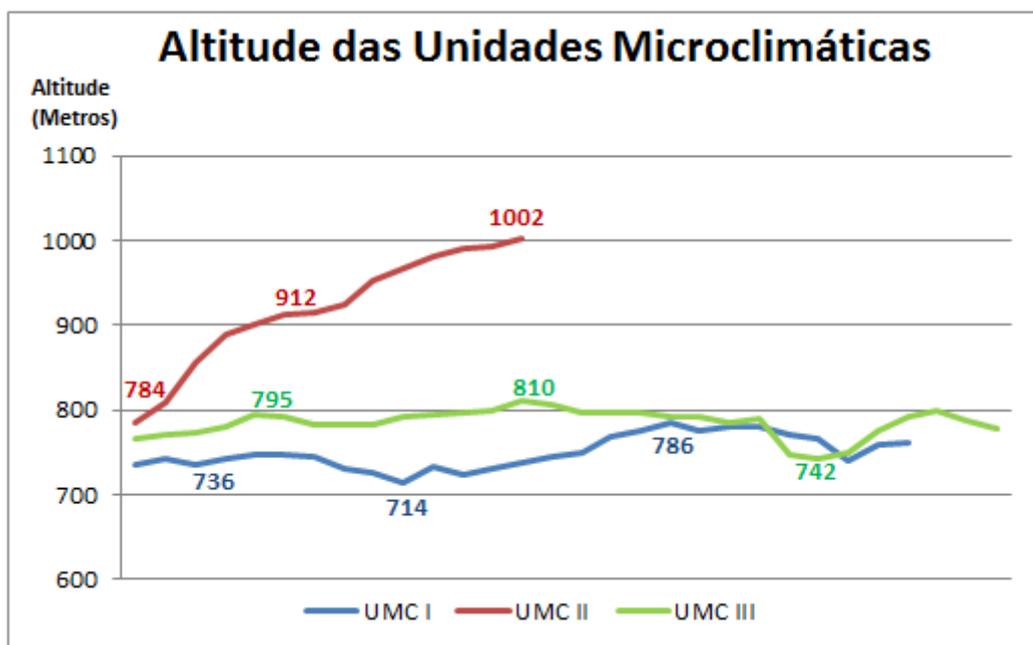
5.1. Lacunas da Pesquisa

O trabalho desenvolvido sobre a Ilha de Calor Urbana no Jardim Peri resultou em outras perguntas que para serem respondidas requerem mais tempo e estudos aprofundados, visto que não foi possível compreender a total complexidade funcional do bairro, apenas uma parte dela. Uma vez evidenciadas as temperaturas do ar nos diferentes espaços do bairro, novas questões surgiram do tipo: qual a relação existente entre a temperatura do ar e o relevo do bairro como um todo? De que maneira as massas de ar circulam sobre os terrenos do bairro? Onde ocorrem as maiores concentrações de poluentes? E qual a correlação entre esses atributos com o tipo de uso e ocupação do solo que se faz no Jardim Peri?

Como se vê, são questões complexas de serem respondidas que surgiram ao longo deste trabalho. Logo, o meio encontrado para explicá-las de forma genérica foi com base nas leituras bibliográficas e nos resultados obtidos da pesquisa em campo, fazendo uma interpretação ao correlacionar os elementos do bairro Jardim Peri como a sua altimetria, temperatura do ar e uso do solo, descritos no item a seguir.

A Situação Altimétrica/Temperatura do Ar/Modo de Uso e Ocupação dos Terrenos do Jardim Peri

Figura 38: Altitude das três Unidades Microclimáticas sobrepostas no mesmo gráfico.



Fonte: Produzido pelo próprio autor

Altitudes das Três Unidades Microclimáticas

Tabela 20: Altitudes máxima, mínima e média das três Unidade Microclimáticas ao longo dos seus respectivos transectos.

Setor	Maior Altitude em Metros	Menor Altitude em Metros	Altitude Média em Metros
Unidade Microclimática I	786	714	750
Unidade Microclimática II	1002	784	919
Unidade Microclimática III	810	742	785

Fonte: Produzido pelo próprio autor

Com base na tabela 20 e na figura 38, fica em evidência que o primeiro setor é a região situada nas menores altitudes em comparação aos outros dois setores, com altitude média de 750 metros. Do ponto de vista climático, esta configuração do terreno filiada ao tipo de uso e ocupação que se faz no primeiro setor é muito desfavorável para aqueles que vivem na Unidade

Microclimática I. Tal afirmação é feita com base nos estudos de Tarifa (2001) onde o mesmo explica que as áreas da cidade de São Paulo localizadas nas várzeas e fundos de vales (baixas altitudes) próximos às bacias hidrográficas do Tietê e Pinheiros possuem características de uma atmosfera estável na maior parte do ano devido ao seu formato litológico de planície. Na atmosfera estável, os ventos não circulam ou circulam muito pouco, obtendo-se poucas variações de movimentação das massas de ar. O contrário ocorre nas altitudes mais elevadas onde o relevo apresenta uma encosta litológica que faz com que o ar mais frio e denso desça para a baixa encosta, repondo as massas de ar nos pontos mais altos como morros, espigões e serras. Em outras palavras, a circulação das massas de ar é maior nos relevos de maior altitude que nos relevos de menor altitude. Esse fenômeno faz com que a quantidade de poluentes nas baixas elevações seja maior que naqueles terrenos situados em locais mais elevados, principalmente quando ocorre as inversões de temperatura da superfície no período noturno que diminui a camada de mistura atmosférica (TARIFA, ARMANI, 2001). Desta forma, a Unidade Microclimática I, com base na sua altitude frente às outras duas Unidades Microclimáticas, é um indicador que cujo setor pode haver uma maior concentração de poluentes em relação aos outros dois setores que se encontram em locais de maior altimetria.

Aliado a estes fenômenos, o modo de uso e apropriação das três Unidades Microclimáticas são completamente diferentes uma da outra, apresentando variados albedos. As residências de médio e baixo padrão dentro da Unidade Microclimática I possuem, na maior parte do terreno, telhados de amianto e zinco que absorvem mais energia durante o dia (radiação solar) em relação aos telhados de barro presentes na maior parte das residências de médio e alto padrão dentro da Unidade Microclimática III. Também se leva em consideração o antagonismo entre esses dois setores quanto a presença de vegetação, onde o primeiro possui uma vegetação muito reduzido, quanto que o segundo possui uma distribuição foliar intensa. Logo, o contexto atmosférico dentro da Unidade Microclimática I apresentará temperaturas do ar mais elevadas em relação às temperaturas do ar da Unidade Microclimática III. Sendo assim e mais uma vez do ponto de vista climático, o primeiro setor situa-se num local cujas condições sócioespaciais são menos privilegiadas em relação ao terceiro setor. Amorim (2005) explica que os locais urbanos que apresentam temperaturas do ar elevadas se tornam ambientes de Ilha de Calor Urbana que induz na formação de baixa pressão atmosférica onde o ar é convergente. As massas de ar migram para pontos onde há baixas pressões atmosféricas, levando consigo gases e partículas de poluentes provenientes dos processos antrópicos urbanos. Sendo assim, uma vez a Unidade Microclimática I podendo ser considerada uma Ilha de Calor Urbana por apresentar as temperaturas mais elevadas, tal setor no bairro do Jardim Peri é um indício onde a concentração de poluentes pode ser maior em relação às outras duas Unidades Microclimáticas.

Por outro lado, locais com temperaturas do ar mais amenas (como o caso das Unidades Microclimáticas II e III) tendem a formar estados atmosféricos de alta pressão que auxiliam na dispersão de poluentes, visto que na alta pressão as massas de ar em superfície escoam para as áreas ao seu redor, ou seja, para aquelas áreas de baixa pressão atmosférica onde a temperatura do ar é mais elevada.

Essa troca das massas de ar entre as áreas de baixa e alta pressão atmosférica são regidas, principalmente, pela diferença de temperatura do ar no qual o ar frio e denso das altas pressões converge para os locais onde a temperatura do ar é mais quente e “leve” das baixas pressões. Desta forma, ao se verificar a variação da temperatura do ar nos setores do bairro Jardim Peri, os resultados indicaram que as temperaturas mais elevadas estavam dentro do primeiro setor, seguidos pelo segundo e terceiro setor. Esses dados mostram que a circulação

atmosférica no bairro pode apresentar uma dinâmica onde as massas de ar das Unidades Microclimáticas II e III com temperaturas mais amenas tendem a escoar para a Unidade Microclimática I com temperaturas mais elevadas num terreno de baixas altitudes, levando consigo todo o material atmosférico dos morros e maciços cristalinos da Serra da Cantareira e depositando nos fundos de vale e várzeas da Unidade Microclimática I.

Para tanto, essas interpretações servem apenas como um parâmetro introdutório na tentativa de compreender a gênese atmosférica sobre o bairro do Jardim Peri e a sua correlação com os efeitos antrópicos deste lugar. Neste sentido, ainda se faz necessário outros estudos mais aprofundados e sistemáticos como a busca de novos dados sobre a temperatura do ar, umidade relativa do ar, partículas de poluentes, a realização de diferentes transectos, maior período de observações como, por exemplo, coletas ao longo de todo o ano passando pelas quatro estações, bem como a leitura de outras bibliografias produzidas sobre esta temática.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, C. C. T. Margarete. Intensidade e Forma da Ilha de Calor Urbana em Presidente Prudente/SP: Episódios de Inverno. Geosul Florianópolis, v. 20, n. 39, p 65-82, jan./jun. 2005.

AMORIM, C. C. T. Margarete; e MINAKI, Cíntia. Características das Ilhas de Calor em Araçatuba/SP: Análise de Episódios. rev. Geonorte, V. 2, N. 5, p. 279 – 394, 2012.

ANGELOCCI, R. L; PEREIRA, R. A; SENTELHAS, C. P. Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas. ed. Agropecuaria, Guaíba, RS, 2002.

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

TAKYIA, Harmi. Atlas Ambiental do Município de São Paulo. Prefeitura de São Paulo. FAPESP. V. 1. Jul 2002.

BAITELLO, J.B.; AGUIAR, O.T.; ROCHA, F.T.; PASTORE, J.A.; ESTEVES, R. Estrutura fisiológica da vegetação arbórea da Serra da Cantareira. Revista do Instituto Florestal, v. 5, n. 2, p. 133-161, dez. 1993.

BARROS, R. Hugo; LOMBARDO, A. Magda. A Ilha de Calor Urbana e o Uso e Cobertura do Solo em São Paulo-SP. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v 20, n. 1, p. t70-177, 2016.

BERBET, L. C. Meire. Variação Sazonal do Albedo e sua Influência na Mudança do Padrão de Chuva , em Consequência da Conversão da Floresta Tropical em Pastagem. Tese pós-graduação UFV, Viçosa-MG, 47 p, 2002.

BERLATO, M; CARDOSO, L; FONTANA D; LEIVAS J. Variação Diário do Albedo Sobre uma Superfície Vegetada e Sobre um Lago na Estação Experimental da UFRGS-RS. XV Congresso Bras. de Agrometeorologia – Aracaju-SE, 2007.

BRANDAO, M. P. M. Ana; GREGÓRIO, S. Leandro. O Clima Urbano de São João do Meriti/RJ: Um Estudo Aplicado à Análise do Campo Térmico e Ilhas de Calor. Rev. Bras. de Climatologia, v. 7, ano 6, 2010.

CARVALHO, M. M. Clima Urbano e Vegetação: Estudo Analítico e Prospectivo do Parque das Dunas em Natal. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Natal-RN, 2001.

CASTRO, M. G. S. A Chuva Ácida na Cidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 1993.

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.

DANTAS, A.S.L. Geologia da faixa São Roque e intrusivas associadas na região entre São Paulo e Mairiporã, norte de São Paulo. São Paulo. 217 p. 1990. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

FIALHO, S. Edson. Ilha de Calor: Reflexões Acerca de um Conceito. ACTA Geográfica, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, p. 61-76, 2012.

GONZALES, D. E. G; KRÜGER, E. L. Impactos da Alteração no Albedo das Superfícies no Microclima e nos Níveis de Conforto Térmico de Pedestres em Cânions Urbanos. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 89 – 106, jul/set 2016.

LOPES, C. C. O Vento. In TARIFA, J. e AZEVEDO, T. R. (org). Os Climas na Cidade de São Paulo. GEOUSP, São Paulo, 2001.

LOMBARDO, M. A. Ilha de Calor nas Metrôpoles. ed. Hucitec, São Paulo, 1985.

MARQUES, D; GANHO, N; CORDEIRO, R. M. A. O Contributo de Estudos Climáticos à Escala Local para o Ordenamento Urbano: O Exemplo de Coimbra (Portugal). rev. 1º Cong. Desenv. Reg. Cabo Verde, 2º Cong. Lusófono Ciência Reg.

MENDONÇA, F; OLIVEIRA, I. M. D. Climatologia: Noções Básicas e Climas do Brasil. Ed. Oficina de Texto, São Paulo, 2007.

MINAKI, Cíntia. O clima urbano como indicador de qualidade ambiental: estudo de caso da paisagem urbana de Araçatuba/SP. 2014. xviii, 265 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2014.

MONTEIRO, C. A. F. Por um Suporte Teórico e Prático para Estimular Estudos Geográficos de Clima Urbano no Brasil. In GEOSUL, Florianópolis, SC, Ano 5, 131p. Jan./Jun. 1991.

MONTEIRO, C. A. F. Clima Urbano. Ed. Contexto, São Paulo, SP, 2003.

MONTEIRO, C. A. F. Geossistemas: A História de uma Procura. ed. Contexto, São Paulo, 127p. 2001.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano. Tese de Livre Docência, USP, 219p. 1975.

NUNES, P. Ilha de Calor Urbana. Disciplina Planejamento Urbano, Faculdade Dom Bosco, Porto Alegre, RS, 2008.

OKE, T. R. Boundary Layer Climates. London: Routledge, 2002.

OLIVEIRA, J. M. Avaliação Experimental de Interferências Causadas pela Radiação Solar Global e Pela Velocidade dos Ventos em Medições Climatológicas da Temperatura do Ar. Monografia apresentada ao curso de Engenharia de S. Carlos – USP, 125 p. 2007.

OLIVEIRA, S. A. A Poluição do Ar e as Alterações Climáticas na Cidade de São Paulo. *Pólis*, n. 3, p. 37-44, 1991.

OLIVEIRA, F. F. G. Cidade Apropriada ao Clima: A Forma Urbana como Instrumento de Controle do Clima Urbano. Brasília, UNB, 1988.

RIBEIRO, H. P. Ilha de Calor na Cidade de São Paulo: Sua Dinâmica e Efeitos na Saúde da População. Tese (Livre-docência em Gerenciamento Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

RAIMUNDO, S. A Paisagem Natural Remanescente na Região Metropolitana de São Paulo.

ROSS, L. S. Jurandy; 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.

SAYDELLES, P. Alexandre. Estudo do Campo Térmico e das Ilhas de Calor Urbano em Santa Maria-RS. Dissertação de Mestrado UFSM, Santa Maria, RS, 237 p, 2005.

SOBRAL, H. R. W. Poluição do ar e doenças respiratórias em crianças da Grande São Paulo: um estudo de geografia médica. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, 170 p. São Paulo, 1988.

STEINKE, T. Ercília. Climatologia Fácil. ed. Oficina de Textos, 144 p. 2012.

UTIMURA, Isabel. Conforto Térmico em Habitações de Favelas e possíveis Correlações com Sintomas respiratórios: O Caso do “Assentamento Futuro Melhor” – SP. Tese de Doutorado FFLCH-USP, São Paulo-SP, 300 p, 2010.

Sites

Câmara Municipal de São Paulo. 2012. <http://www.camara.sp.gov.br/blog/camara-comemora-59-anos-do-jardim-peri/>. Acesso em: 20/04/2018.

Departamento de Trânsito de São Paulo. Frota Total de Veículos em São Paulo. 2018. <https://www.detran.sp.gov.br/wps/wcm/connect/portaldetran/detran/detran/estatisticasite/sa-frotaveiculos/d28760f7-8f21-429f-b039-0547c8c46ed1>. Acesso em: 16/05/2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Operações Censitárias. 2010. <https://censo2010.ibge.gov.br/materiais/guia-do-censo/operacao-censitaria.html>. Acesso em: 20/04/2018

Prefeitura de São Paulo. Dados Demográficos dos Distritos Pertencentes às Prefeituras Regionais. 2017. http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/regionais/casa_verde/noticias/?p=47754. Acesso em: 18/04/2018.

Instrutherm Brasil. 2018. http://www.instrumbrasil.com.br/laboratorio/datalogger/?gclid=EAIaIQobChMIpc-n-Mz72wIVEISRCh0pWgCIEAAYASAAEgI2CvD_BwE. Acesso em: 30/06/2018.

Instituto Nacional de Meteorologia. 2018. <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>. Acesso em: 08/10/2018.