



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

O CONFORTO TÉRMICO ASSOCIADO ÀS VARIÁVEIS DE COBERTURA DA
TERRA NA REGIÃO CENTRAL DE JUIZ DE FORA – MG

DÉBORA COUTO DE ASSIS

JUIZ DE FORA - MG

2016

DÉBORA COUTO DE ASSIS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

O CONFORTO TÉRMICO ASSOCIADO ÀS VARIÁVEIS DE COBERTURA DA
TERRA NA REGIÃO CENTRAL DE JUIZ DE FORA – MG

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração: Espaço e Ambiente, Linha de pesquisa: Dinâmicas Socioambientais, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do grau mestre.

Orientadora: Dra. Cássia de Castro Martins
Ferreira (UFJF)

JUIZ DE FORA- MG

2016

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Assis, Débora Couto de .

O Conforto térmico associado às variáveis de cobertura da Terra na região central de Juiz de Fora – MG / Débora Couto de Assis. -- 2016.

196 f. : il.

Orientadora: Cássia de Castro Martins Ferreira

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós Graduação em Geografia, 2016.

1. Conforto térmico. 2. Clima Urbano. 3. Uso e ocupação da Terra. I. Ferreira, Cássia de Castro Martins , orient. II. Título.

O CONFORTO TÉRMICO ASSOCIADO ÀS VARIÁVEIS DE
COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO CENTRAL DE
JUIZ DE FORA – MG

DÉBORA COUTO DE ASSIS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Área de Concentração Espaço e Ambiente, linha de pesquisa Dinâmicas Sócio-Ambientais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

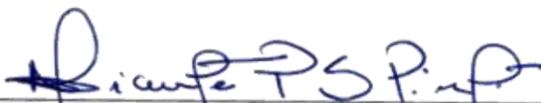
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 20 / 05 / 2016



Prof.^a Dr.^a Cássia de Castro Martins Ferreira (Orientadora)
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof.^a Dr.^a Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim (Membro Externo)
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"



Prof. Dr. Vicente Paulo dos Santos Pinto (Membro Interno)
Universidade Federal de Juiz de Fora

DEDICATÓRIA

Dedico a todos que acreditaram no meu trabalho. Em especial aos meus pais, os quais são os maiores responsáveis por esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a **Deus** pela dádiva da vida e por ser eterno companheiro na caminhada em busca do Amor e do Bem.

Aos meus pais, **Cleber e Mary**, os quais me fizeram enxergar mais longe e fundamentaram a minha formação como pessoa, sendo meus exemplos de coragem e honestidade.

Aos meus irmãos, **Gabriel e Isadora**, pelo companheirismo e carinho, além do grande auxílio na realização dos trabalhos de campo.

Aos **meus familiares** também agradeço por torcerem sempre por mim, mesmo nos momentos em que estive tão ausente, em especial à minha avó Neuza, eterna companheira.

Ao **Lollinho**, pelo apoio incondicional, por caminhar junto comigo nessa aventura, sendo o meu esteio nos momentos de tropeços. Por me fazer acreditar em mim e neste trabalho, não me deixando desistir! Sem contar a imensa ajuda com o Português, lendo e corrigindo cada pedacinho desse texto.

À minha professora e orientadora **Cássia de Castro Martins Ferreira** por me dar a oportunidade de fazer parte do grupo de pesquisa do **Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental - LabCAA** desde o início da minha graduação no curso de Geografia o que foi imprescindível na minha formação profissional e acadêmica, sendo meu exemplo de ética, dedicação e profissionalismo.

Às irmãs que Deus me permitiu escolher, **Daiane e Franciele** pela lealdade e cumplicidade diante dos diversos desafios da vida. Essa parceria é para vida toda!

À galera mais linda do LabCAA, **Camila, Thiago, Yan, Ruth, Flávio, Verônica, Lucão, Pedro e Thamires** pela ajuda nas coletas de dados em campo e nos mapeamentos eternos para correção de dados. Pessoal, sem vocês este trabalho não sairia! E claro, obrigada por me suportarem em tempo integral no laboratório durante essa reta final.

Às minhas amigas arquitetas **Melina e Raiane**, que me auxiliaram demais partilhando os conhecimentos que envolvem a Arquitetura, sem contar as ajudas com Sketchup.

A todos os **amigos da Geo** pelas experiências trocadas em aula, nas conversas de corredor, trabalhos de campo e nas festas, é claro! A Geo é, de fato, amor.

À **população juizforana** que, por muitas vezes, se solidarizou com a equipe que trabalhou em campo, nos dando suporte, água, lanches e até mesmo suas contribuições de vivências. A generosidade foi realmente encantadora!

Agradeço também ao **LabCAA**, pelo subsídio no empréstimo de equipamentos e fornecimento de dados.

Ao **Colégio CAVE** pela parceria e fornecimento dos dados meteorológicos coletados.

À toda a equipe de **monitores do Colégio CAVE** pela companhia e comunhão de ideias. Vocês são referência de criatividade e esforço!

Aos **professores do departamento de Geociências** pelas lições e conhecimento compartilhados. Em especial, ao professor e grande mestre **Roberto Marques Neto**, por se doar no processo compartilhamento do saber, sem pretensões. Meu grande exemplo de Geógrafo e Professor!

À **FAPEMIG** por subsidiar esta pesquisa, com o fornecimento da bolsa.

E finalmente à **Universidade Federal de Juiz de Fora** pelo aporte a mim fornecido.

Obrigada a todos!!

EPÍGRAFE

“O sol quente me leva num salto
Pro lado contrário do asfalto
Pro lado contrário da dor
Um marinheiro me contou
Que a boa brisa lhe soprou
Que vem aí bom tempo
Um pescador me confirmou
Que um passarinho lhe cantou
Que vem aí bom tempo”

(BOM TEMPO – Chico Buarque)

RESUMO

A atual dinâmica de urbanização resulta no avanço de ambientes antropizados sobre o meio natural, que produz um clima essencialmente urbano, o qual se caracteriza por desequilíbrios que podem ser prejudiciais ao conforto humano e até mesmo à saúde. Neste sentido faz-se necessário, portanto, estudos que avaliem as condições térmicas deste ambiente modificado, além da investigação dos responsáveis por estas alterações. Igualmente é salutar o desenvolvimento de métodos capazes não só de mapear, mas de compreender os padrões espaciais geradores destas zonas de conforto diferenciadas. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é identificar padrões e processos relacionados ao uso da terra, aos fatores climáticos e ao crescimento e adensamento urbano, enquanto contribuição para a formação de zonas de conforto, estipuladas pelo Índice de Temperatura Efetiva em função do vento (TEv). Por fim, este trabalho também objetiva fornecer subsídios ao planejamento urbano/ambiental da cidade. A investigação se deu na região central de Juiz de Fora, que engloba 12 regiões urbanas, as quais tiveram tratamento de dados coletados em campo com a instalação de estações meteorológicas em pontos previamente escolhidos, durante o período dos dias 11 a 23 de Agosto de 2015. Quanto aos dados secundários, estes foram trabalhados através de ferramentas de Geoprocessamento. Como resultado constatou-se diferentes zonas de conforto térmico na Região Central, atreladas às distintas condições de adensamento, denotando áreas sombreadas, o que pôde gerar atenuação na temperatura, além do vento, o qual possuiu uma função determinante nas condições de conforto e até mesmo desconforto.

Palavras-chave: Conforto Térmico; Clima Urbano; Uso e Ocupação da Terra.

ABSTRACT

The current dynamics of urbanization results in advance of anthropogenic environments on the natural environment, which produces an essentially urban climate, which is characterized by imbalances that can be harmful to human comfort and even health. Thus, it is necessary, therefore, studies to evaluate the thermal conditions of this changed environment, besides to the investigation of those responsible for these changes. It also is beneficial to develop methods able not only to map, but to understand the generating spatial patterns of these different comfort zones. Thus, the objective of this research is to identify patterns and processes related to the use of land, climatic factors and growth and urban density, as a contribution to the formation of comfort zones, stipulated by Effective Temperature Index in wind function (TE_v). Finally, this work also aims to provide subsidies to the urban / environmental planning of the city. The research took place in the central region of Juiz de Fora, which covers 12 urban areas, which had processing of data collected in the field and secondary data through GIS tools. As a result it was found different areas of thermal comfort in the Central Region, linked to conditions of densification, showing shaded areas, which could generate attenuation in temperature, but the wind, which owned a decisive role in comfortable conditions and even discomfort.

Keywords: Thermal Comfort; Urban Climate; Use and occupation of land.

	LISTA DE FIGURAS	PÁGINA
Figura 1	Escalas climáticas e camadas verticais encontradas em áreas urbanas.	32
Figura 2	Perfil de ilha de calor de grandes centros urbanos.	35
Figura 3	Representação esquemática de uma secção transversal hipotética de uma típica ilha de calor urbano.	36
Figura 4	Esquema das camadas da atmosfera urbana (<i>urban boundary layer</i> e <i>canopy boundary layer</i>).	38
Figura 5	Temperaturas superficiais de diferentes superfícies urbanas.	52
Figura 6	Respostas térmicas por espécies arbóreas.	53
Figura 7	Proporção de aumento do vento em relação altitude	58
Figura 8	Perfil de velocidade do vento em diferentes localidades.	61
Figura 9	Desenho esquemático de obstruções da visão da abóbada celeste	62
Figura 10	Imagem do céu visível com lente olho de peixe.	62
Figura 11	Fatores de céu visível nas ruas de Porto Alegre.	63
Figura 12	Refletância de telhas cerâmicas frescas e revestimentos metálicos frescos.	67
Figura 13	Modelo esquemático da Dissertação	68
Figura 14	Procedimento para elaboração do mapa de albedo e Emissividade.	76
Figura 15	Caracterização do Ponto Fixo.	95
Figura 16	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 1.	96
Figura 17	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 2.	97
Figura 18	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 3.	98
Figura 19	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 4.	99
Figura 20	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 5.	100
Figura 21	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 6.	101
Figura 22	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 7.	102
Figura 23	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 8.	103
Figura 24	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 9.	104
Figura 25	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 10.	104
Figura 26	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 11.	105
Figura 27	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 12.	106
Figura 28	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 13.	107
Figura 29	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 14.	108
Figura 30	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 15	109
Figura 31	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 16.	110
Figura 32	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 17.	111
Figura 33	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 18.	111
Figura 34	Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 19.	112

Figura 35	Cartas Sinóticas dos dias de coleta em campo.	114
Figura 36	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 1	131
Figura 37	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 2	132
Figura 38	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 3	133
Figura 39	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 4	133
Figura 40	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 5	134
Figura 41	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 6	135
Figura 42	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 7	136
Figura 43	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 8	137
Figura 44	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 9	137
Figura 45	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 10	138
Figura 46	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 11	139
Figura 47	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 12	139
Figura 48	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 13	140
Figura 49	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 14	141
Figura 50	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 15	142
Figura 51	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 16	142
Figura 52	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 17	144
Figura 53	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 18	144
Figura 54	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 19	145
Figura 55	Modelo de sombreamento do Ponto de Controle Fixo.	145

	LISTA DE GRÁFICOS	PÁGINA
Gráfico 1	Temperatura média nos meses de verão (1974 -2014).	87
Gráfico 2	Temperatura Média nos meses de inverno (1974-2014).	87
Gráfico 3	Precipitação Total de anual (1974-2014)	88
Gráfico 4	População da Região Central.	90

	LISTA DE QUADROS	PÁGINA
Quadro 1	Categorias taxonômicas da organização geográfica do Clima e suas articulações com o Clima Urbano	34
Quadro 2	Intensidade das ilhas de calor.	36
Quadro 3	Processos que levam a formação da ilha de calor	37
Quadro 4	Respostas fisiológicas e comportamentais a partir da temperatura corporal.	44
Quadro 5	Temperatura Efetiva e Sensações Térmicas do Corpo Humano	47
Quadro 6	Sensações a partir do índice de Wind Chill	48
Quadro 7	Classificação de TE e sensações no homem.	49
Quadro 8	Zonas de conforto térmico e respectivas respostas fisiológicas estabelecidas por Fanger (1972) e adaptadas por Maia & Gonçalves (2002).	50
Quadro 9	Funções desempenhadas pela vegetação.	54
Quadro 10	Temperaturas superficiais que os materiais de cobertura poderão atingir, de acordo com sua emissividade e albedo.	65
Quadro 11	Distribuição dos Pontos de Controle na área de estudo.	69
Quadro 12	Dados dos pontos de controle	70
Quadro 13	População e área da Região Central	92
Quadro 14	Distribuição de tipos de uso das unidades em percentual.	92
Quadro 15	Dados meteorológicos dos dias de coleta em campo.	114
Quadro 16	Vegetação por Região Urbana.	120
Quadro 17	Massa Construída por Região Urbana	126

LISTA DE MAPAS		PÁGINA
Mapa 1	Localização dos Pontos de Controle.	72
Mapa 2	Localização do Município de Juiz de Fora- MG.	79
Mapa 3	Evolução da mancha urbana de Juiz de Fora	80
Mapa 4	Altimetria de Juiz de Fora.	83
Mapa 5	Geomorfologia do Município de Juiz de Fora	84
Mapa 6	Uso e Cobertura de Juiz de Fora.	86
Mapa 7	Localização das Regiões urbanas em estudo.	89
Mapa 8	Distribuição da População na Região Central nos últimos censos.	91
Mapa 9	Tipos de uso das Unidades	93
Mapa 10	Orientação de Vertentes na Região Central	116
Mapa 11	Altimetria da Região Central	117
Mapa 12	Vegetação e Hidrografia da Região Central	119
Mapa 13	Albedo da cobertura da superfície.	123
Mapa 14	Emissividade da cobertura da superfície	124
Mapa 15	Massa construída absoluta	128
Mapa 16	Número de Pavimentos na Região Central	129
Mapa 17	Distribuição e distância dos Pontos de Controle.	146

	LISTA DE PRANCHAS	PÁGINA
Prancha 1	Pontos de Controle 1 e 2.	149
Prancha 2	Pontos de Controle 3 e 4.	152
Prancha 3	Pontos de Controle 5 e 6.	155
Prancha 4	Pontos de Controle 7 e 8.	158
Prancha 5	Pontos de Controle 9 e 10.	160
Prancha 6	Pontos de Controle 11 e 12.	164
Prancha 7	Pontos de Controle 13 e 14.	165
Prancha 8	Pontos de Controle 15 e 16.	168
Prancha 9	Pontos de Controle 17 e 18.	172
Prancha 10	Ponto de Controle 19	173

LISTA DE SIGLAS

SIG	Sistema de Informação Geográfica
SCU	Sistema Clima Urbano
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
TEv	Índice de Temperatura Efetiva
MASTER	Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais
FVC	Fator de Visão do Céu
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
RU	Região Urbana
PJF	Prefeitura de Juiz de Fora
PDDU/JF	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora
PMU/JF	Plano de Mobilidade Urbana de Juiz de Fora
UT	Unidade Territorial
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LabCAA	Laboratório de climatologia e Análise Ambiental
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora

SUMÁRIO

RESUMO	ix
IINTRODUÇÃO	19
CAPÍTULO 1: DA CLIMATOLOGIA AO CONFORTO TÉRMICO: A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
1.1. CLIMATOLOGIA	25
1.2. O CLIMA URBANO	27
1.3. ESCALAS CLIMÁTICAS	31
1.4. ILHAS DE CALOR	35
1.5. CONFORTO TÉRMICO	41
CAPITULO 2 - AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E O CLIMA URBANO	52
2.1. VEGETAÇÃO E CORPOS HÍDRICOS	52
2.2. ALTIMETRIA E ORIENTAÇÃO DAS VERTENTES	56
2.3. MASSA CONSTRUÍDA	59
2.4. FATOR DE VISÃO DO CÉU (FVC) E SOMBREAMENTO	61
2.5. EMISSIVIDADE E ALBEDO	64
CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	68
3.1. TRABALHOS DE CAMPO	69
3.2. MATERIAL CARTOGRÁFICO	73
CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	79
4.1. CARACTERIZAÇÃO SÓCIO ESPACIAL DE JUIZ DE FORA	79
4.2 – CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DE JUIZ DE FORA	83
4.2.1 – RELEVO	83
4.2.2 - VEGETAÇÃO	85
4.2.3 - CLIMA	86
4.3 – CARACTERIZAÇÕES DAS REGIÕES URBANAS DA CIDADE DE JUIZ DE FORA	89
4.4. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE	95
4.5. - ANÁLISE SINÓTICA DOS DIAS DE COLETA DE DADOS	113
5 - RESULTADOS E DISCUSÃO	115
CONSIDERAÇÕES FINAIS	174
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	177

INTRODUÇÃO

A partir da segunda metade do século 20, o Brasil vivenciou uma acelerada transição urbana por meio do processo de industrialização, o que culminou no aumento da proporção da população em relação ao espaço físico urbano visto que, para comportar este grande contingente de pessoas, as cidades foram tomando maiores dimensões, muitas vezes sem qualquer tipo de planejamento prévio que se preocupasse com a qualidade ambiental.

Deste modo, o crescimento das cidades está relacionado ao aumento do número de moradias associado a uma ocupação da terra ordenada apenas para atender os grandes agentes de produção do espaço urbano, o que resulta na permuta do ambiente natural por ambientes cada vez mais artificializados.

O Brasil, incluído na condição de país em desenvolvimento, apresenta uma dinâmica de urbanização que tem como consequência a segregação social e espacial e na exclusão de grande parte de sua população (SANTOS 1994). Atualmente, cerca de 90% da população brasileira habita áreas urbanas (IBGE, 2010) as quais, em sua maioria, crescem desordenadamente.

O alto índice brasileiro de urbanização ocasiona problemas de difícil administração e correção sem que sejam destinados recursos para investimentos essenciais. Além de uma maior vulnerabilidade da população menos favorecida, essa parcela da sociedade geralmente é induzida a se estabelecer nos espaços mais degradados da cidade. Isto se justifica pelo processo de urbanização que valoriza determinadas áreas em detrimento de outras, assim parcelas desfavorecidas, com baixo poder aquisitivo, se veem obrigadas a habitar áreas mais desvalorizadas. Nestes espaços é possível que as condições climáticas específicas agravem ainda mais os baixos índices de qualidade de vida dessas parcelas da população.

Mas, o Brasil não é exceção no que diz respeito a não utilização de estratégias de planejamento urbano vinculadas a estudos climatológicos, até mesmo países desenvolvidos ainda não as incorporaram de maneira satisfatória. De acordo com a pesquisadora portuguesa da universidade do Porto, Ana Monteiro, exclusivamente países como Reino Unido e Alemanha possuem fiéis exemplos do sucesso do emprego dos conhecimentos climatológicos no momento de se pensar a organização das cidades. Nesses países, a qualidade de vida e

condições de bem estar e saúde são evidentes, isso demonstra que a coerência entre os elementos que constituem o meio urbano trazem inúmeros benefícios à população citadina (MONTEIRO, 2013).

Nesse sentido a União Europeia determinou como prioridade política a integração técnica para o crescimento inteligente, sustentável e inclusivo, buscando ratificar os danos gerados pelas políticas anteriormente empregadas, que omitiam as características climáticas no momento da estruturação do meio urbano (MONTEIRO, 2013).

Oke (1973 e 1981) demonstrou que o clima da cidade é produto de um fenômeno de transformação de energia a partir da interação entre o ar atmosférico e o ambiente urbano construído. Este autor enfatiza a diferença entre os processos térmicos nos meios rurais e urbanos e coloca em evidência a geometria urbana e a inércia térmica dos materiais de construção no processo de mudança climática, gerada pelos assentamentos urbanos. Segundo Monteiro (1976, p.95) “o clima urbano pode ser definido como um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. Portanto, tanto os fatores controlados pelo homem, quanto os naturais, devem ser investigados a fim de se chegar a uma compreensão plena da dinâmica climática urbana. Os elementos constituintes do urbano criam um campo térmico específico e formam microclimas diferenciados que por sua vez, podem reduzir a qualidade de vida dos cidadãos.

As formas urbanas redesenham o meio, como pode ser observado na densidade e geometria das verticalizações que tornam a superfície cada vez mais rugosa, influenciando na circulação do ar, no transporte de calor e vapor d’água e na existência de áreas sombreadas devido às barreiras formadas pelas edificações. Além dos diversos tipos de materiais que constituem essa arquitetura urbana, podemos tomar como exemplo os materiais de construção e asfaltamento, pois os mesmos retêm mais calor e impermeabilizam o solo aumentando até mesmo o risco de enchentes.

Nesse sentido, Sant’Anna Neto (2011) destaca que desigualdades espaciais potencializam os efeitos do clima, que se despontam ainda de forma desigual. Por mais paradoxal que possa parecer, a cidade que apresenta o domínio da tecnologia, a organização social e econômica e as formas mais profundas de domínio da natureza, apresenta também o aumento da exposição

da sociedade urbana aos riscos naturais (e aos riscos tecnogênicos), tornando-a mais vulnerável e menos resiliente. Nesta perspectiva, tem-se que admitir que o clima urbano possa ser interpretado como uma construção social.

Sorre (1984), em sua importante obra voltada à análise da interação entre o meio e a saúde humana, enfatizou a influência que o meio possui sob as condições de saúde do homem, particularmente das condições climáticas, destacando em sua abordagem o papel dos elementos do clima na manifestação de variadas doenças. Dentre as principais causas das enfermidades da sociedade urbana está a questão da qualidade socioambiental. Sem minimizar os aspectos endógenos, os fatores externos ao corpo humano estão no cerne de muitas moléstias, sendo responsáveis pelo agravamento da insalubridade a que a população urbana está exposta.

Mendonça (2000) diz que a saúde humana é fortemente influenciada pelo clima, pois as condições térmicas de dispersão (ventos e poluição) e de umidade do ar exercem destacada influência sobre a manifestação de muitas doenças, epidemias e endemias humanas.

Para realização dos estudos dessas condições climáticas faz-se necessária à definição da escala espacial de análise, que no caso da climatologia se divide em Global, Regional e por fim a escala local.

Deste modo, voltando-se para a compreensão dos meso e microclimas existentes nas cidades têm-se o clima urbano. O mesoclima que está incluído no macroclima e que sofre, na proximidade do solo, influências microclimáticas derivadas dos espaços urbanos. Monteiro (2003) incorpora a climatologia brasileira à pesquisa a respeito do sistema clima urbano, que abrange a percepção dos canais Termodinâmico (Conforto térmico), Hidrometeorológico (Impacto meteorológico) e Físico-químico (Qualidade do ar).

Os materiais que constituem o meio urbano são determinantes para o comportamento do microclima, e conseqüentemente determinam a sensação térmica, que, por sua vez, pode levar ao conforto ou desconforto térmico. Estes microclimas diferenciados podem trazer certas sensações de desconforto para a população podendo até mesmo atuar de maneira prejudicial, neste sentido faz-se necessário lançar-se mão das ponderações a respeito do conforto térmico.

O conforto térmico consiste no conjunto de elementos que permitem que mecanismos de autorregulação sejam mínimos, ou ainda que a zona delimitada por características térmicas em que o maior número de pessoas manifeste-se sentir bem (GARCIA, 1985). Considerado o canal termodinâmico do clima urbano, o conforto térmico tem como fonte a atmosfera e a radiação, possui um desenvolvimento contínuo, têm como principais produtos a formação de ilhas de calor e problemas com a ventilação.

A relevância dos estudos de conforto térmico está relacionada não apenas com a sensação de conforto ou desconforto da população, mas também com o seu desempenho no trabalho e sua saúde.

Para evitar ou até mesmo corrigir problemas urbanos em relação ao conforto térmico deve-se tomar medidas de controle do uso da terra, para isso é salutar estudos que investiguem a atuação de cada um dos elementos que constitui o meio urbano. O conhecimento sobre atuação desses elementos ainda são bastante incipientes, pois ainda não se sabe ponderar como cada um dos fatores envolvidos determina a formação de microclimas urbanos. Assim, surgem alguns questionamentos que motivam a investigação nesse trabalho, como: Quem é o maior “vilão” no aquecimento dos centros urbanos? Existiria uma hierarquia dentre os elementos geradores de aquecimento no ambiente construído? Qual seria o de maior e menor peso?

Nesse sentido, a informática vem propiciando um refinado conjunto de instrumentos voltados ao mapeamento e que permitem análises e representações de dados e informações relacionadas ao meio ambiente. Desta forma, o geoprocessamento, mais especificamente para este trabalho, os sistemas de informações geográficas (SIG) e o sensoriamento remoto aparecem como um instrumento voltado ao mapeamento, monitoramento, avaliação e quantificação dos elementos que constituem a cidade e suas relações com as diferentes formas de ocupação e organização da população urbana.

Aliado à necessidade de melhor conhecer e individualizar as zonas de conforto térmico no sítio urbano da cidade de Juiz de Fora, constata-se a crescente necessidade de obtenção de dados sobre a dinâmica espacial na área urbana da cidade, aliada, sobretudo ao desenvolvimento de novos métodos capazes não só de mapear, mas também de verificar padrões espaciais

geradores das zonas de conforto destacadas, para assim avaliar a importância de processos envolvidos. Sendo assim, a presente investigação tem o objetivo de identificar padrões e processos relacionados ao uso da terra, à vegetação, aos fatores climáticos e ao crescimento e adensamento urbano (enquanto contribuições para a sensação térmica), bem como para o fornecimento de subsídios ao planejamento urbano/ambiental.

A dissertação está estruturada da seguinte forma, no primeiro capítulo apresenta-se a fundamentação teórica que norteou a realização do estudo, neste capítulo têm-se a origem epistemológica dos estudos de climatologia e sua importância para a sociedade. Em seguida, os principais aspectos do clima urbano e conforto térmico. Ademais, o segundo capítulo traz a função desempenhada pela vegetação e dos corpos hídricos dentro do contexto urbano, caracterização das variáveis ambientais que constituem o ambiente construído.

No terceiro capítulo encontra-se uma caracterização detalhada da área de estudo, partindo de descrição geral da cidade de Juiz de Fora, abordando diversos aspectos físicos e socioeconômicos. Posteriormente, serão discutidas as características específicas de cada região trabalhada, em seguida as particularidades de cada ponto de controle, onde foram alocadas as estações meteorológicas. Por fim, fez-se uma análise sinótica de cada dia em que foram feitas as medições em campo, para melhor compreensão dos dados coletados em campo.

Em seguida, no quarto capítulo, tem-se a descrição ponto a ponto a metodologia adotada para realização do trabalho. A princípio consiste-se na exposição de como foram organizadas as medições em campo, quais as estruturas adotadas, os equipamentos utilizados, os dados levantados. Posteriormente, é destacado o processo de tratamento dos dados e o processo realizado no Geoprocessamento para o zoneamento no detalhamento de todo o processo de cálculo e mapeamento das variáveis urbanas, sendo estas, massa construída, sombreamento, emissividade, albedo, vegetação, hidrografia e hipsometria.

No capítulo seguinte, apresentam-se os resultados obtidos no trabalho, assim como as reflexões realizadas através do mesmo, trabalhando os mapas base gerados a partir dos dados secundários e coletados em campo. Finalmente,

são expostas as conclusões que foram conhecidas a partir da realização do trabalho.

CAPÍTULO 1: DA CLIMATOLOGIA AO CONFORTO TÉRMICO: A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1. CLIMATOLOGIA

Para trabalhar com as conceituações e concepções que envolvem o clima urbano tem-se a necessidade de se ponderar alguns pontos que abrangem a climatologia para que haja uma discussão contextualizada e inter-relacionada.

Desse modo, verifica-se que a climatologia muitas vezes é confundida com a meteorologia, apesar de por um longo período fazerem parte de um só ramo de conhecimento da atmosfera terrestre, a meteorologia segundo Mendonça & Danni-Oliveira (2007) trata da dimensão física da atmosfera, ou seja, se debruça sobre os fenômenos meteorológicos de maneira individualizada, sem a preocupação de relacioná-los. Em contrapartida a Climatologia aborda os elementos e fenômenos climáticos de maneira espacializada.

Neste sentido, é válido ressaltar a importância desempenhada pela climatologia para a vida humana, pois as condições do clima relacionam-se diretamente como as condições de saúde do homem, através do bem estar e conforto. O conhecimento sobre o clima também interage com agricultura, possibilita a otimização da produção. Além disso, auxilia na prevenção de grandes desastres gerados por eventos extremos, como enchentes, beneficiando assim diversos setores da sociedade e até mesmo da economia.

A Climatologia se divide em duas correntes teóricas, uma destas é denominada Climatologia tradicional, a qual incorpora dados médios sejam eles mensais ou anuais, o que possivelmente mascara as condições reais da atmosfera. Julius Hann foi um cientista defensor dessa corrente, que afirmava que o clima é *“o conjunto de fenômenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera em um ponto da superfície terrestre.”* Hann (Apud PÉDELABORDE, 1970, p. 19). Outro teórico dessa vertente é Koopen (1906) apud Ferreira (2012) que define clima como *“o estado médio da atmosfera e o processo ordinário de tempo, em dado lugar, considerando-se que o tempo meteorológico se altera, porém, o clima se mantém constante”*.

Para Sorre (1984), a definição tradicional prendia-se ao uso excessivo de médias aritméticas, tornando-se pouco precisa, ao passo que apreciava a

atmosfera como uma unidade estática. Com este pensamento, Max Sorre "revolucionou" as concepções acerca da pesquisa em climatologia, sugerindo uma nova análise baseada em dados diários, contribuindo para o reconhecimento dos principais mecanismos que regem o funcionamento da circulação geral da atmosfera e dos eventos climáticos excepcionais.

A definição de “tempo”, não pode passar despercebido quando se trata de clima. Tempo é o estado atmosférico de um determinado momento, e o clima de certo lugar é a síntese de seus tempos atmosféricos em dado período. (AYOADE, 1991, SILVA & RIBEIRO, 2004), esta concepção é um tanto quanto tradicional, porém é importante ressaltar que existem outros autores como Monteiro que possui uma perspectiva diferente que entende clima como uma sucessão de tipos de tempo.

Outros autores a exemplo de Geiger (1990); Monteiro (1971) e Mendonça (2007) que se apropriaram da concepção de Max Sorre, propõem a concepção da “Climatologia Dinâmica”, indicando o ritmo como elemento indispensável à compreensão do clima e dos mecanismos que regem seu funcionamento. No Brasil, as maiores referências acerca desta abordagem estão presentes nos trabalhos de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro: (Análise Rítmica em Climatologia, 1971), (A climatologia do Brasil ante a renovação atual da Geografia: Métodos em questão, 1973) e (Teoria e clima urbano, 1976), voltadas, sobretudo a análise do clima urbano.

Pedelaborde (1957,1970) também adepto à teoria sorreana de climatologia dinâmica, porém diferentemente de Monteiro, o francês reflete a partir do paradigma da totalidade, desta forma estudou a síntese dos tipos de clima na bacia parisiense.

Incorporando as novas perspectivas trazidas por Sorre (1951,1984) e Pedelaborde (1957,1970), foi possível desenvolver uma teoria capaz de interpretar a complexidade e heterogeneidade da cidade, através de uma concepção de clima dinâmico, superando a ideia de clima como construto meteorológico que simplesmente se sobrepõe a cidade.

Assim o clima é resultado de diversas interações tanto de todos os elementos atmosféricos quanto dos aspectos socioambientais, portanto Monteiro

(1976) concebe teoria do clima urbano a partir da integração de sua concepção teórica do clima e a Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1977).

1.2. O CLIMA URBANO

Nesta investigação optou-se como recorte teórico epistemológico da Teoria do Clima Urbano criada por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro em sua tese intitulada “Teoria e clima urbano”, publicada em 1976. Neste sentido a seguir serão apresentadas as características norteadoras dessa teoria, para facilitar construção do texto será adotada a sigla SCU para o Sistema Clima Urbano.

O sistema clima urbano é um sistema complexo, aberto e adaptativo, que ao receber energia do ambiente maior no qual se insere a transforma substancialmente, a ponto de gerar uma produção exportada ao ambiente. A opção pela Teoria Geral dos Sistemas (T.G.S.) se deve à complexidade dos fenômenos urbanos e sua riqueza associativa (MONTEIRO, 2003).

Monteiro (2003) apresenta as características de sua teoria e o que justifica escolha da T.G.S como recorte teórico-metodológico através de 5 elementos, definidos em: “Pragmatismo”, “Dinamismo”, “Consistência”, “Empirismo” e “Modelismo”.

Explica-se o primeiro item devido a sua responsabilidade profissional de buscar soluções para os problemas vivenciados pelo Homem. Assim diante da realidade da natureza artificializada em função das demandas humanas de vivência tem-se a constituição do clima urbano, o qual possui uma dinâmica diferente da natural, portanto faz-se necessário compreender os possíveis efeitos de sua instalação. Neste sentido destaca-se da capacidade da T.G.S admitir perguntas e gerar respostas (MONTEIRO, 2003).

O “Dinamismo” se justifica pelo fato do autor adotar perspectiva Sorreana de climatologia dinâmica, a qual é inerente a realidade urbana, assim destaca-se a capacidade da T.G.S ser capaz de trabalhar tanto por indução quanto dedução. Esta característica também destaca o elemento “Empirismo” o qual afirma que a teoria clima urbano deve se considerar a experimentação empírica, o que demanda a possibilidade de dedução e indução da T.G.S. (MONTEIRO, 2003).

A “Consistência” constitui-se na capacidade do SCU de abarcar tanto os elementos mais complexos quanto os mais singulares, ou seja, será a ligação do que é nomotético e do que é idiográfico. Assim o sistema cuida da sua aplicabilidade nas mais diversas regiões. Para contemplar essa característica, a T.G.S. apresenta sua eficácia em compreender a realidade como um todo, além da sua estrutura e funcionalidade (MONTEIRO, 2003).

Por fim, tem-se o “Modelismo”, no qual Monteiro (2003) evidencia a necessidade de mapeamento e diagramação do clima urbano, a qual é completamente possível dentro da T.G.S.

Monteiro (2003, p.19) traz em seu texto, enunciados que norteiam a concepção de sua teoria, a conceituação de clima urbano é uma das mais citadas em trabalhos acadêmicos brasileiros da área, nela o consagrado pesquisador define o clima urbano como “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. Neste sentido, o crescimento urbano pode afetar um ou mais elementos do clima local, sendo necessário compreender as relações dos fenômenos termodinâmicos do ar dentro da cidade com os elementos que constituem o urbano, necessário à habitação humana.

O SCU não pretende definir por rígidos critérios para o que se considera urbano, devido a vastidão de possibilidades de cidades, as quais variam em forma, estrutura, idade dentre outras características (MONTEIRO,2003).

Sendo assim a teoria pondera que a cidade possui uma capacidade de integração aos níveis superiores, mas também permite se decompor em pequenas partes como setores, bairros, ruas, casas e até mesmo ambientes internos. Desta forma é possível investigar diferentes formas de atividades dentro do SCU, pois em cada recorte é viável verificar elementos que interferem na configuração do sistema como um todo (MONTEIRO,2003).

Apesar de toda inter-relação na constituição do SCU com a cidade, Monteiro (2003) assegura que o mesmo não oferece margem para que seja confundido com o sistema da cidade e que o autor reconhece a legitimidade deste segundo. Neste sentido afirma que deve ficar claro que a atmosfera trabalha como o “operador” do sistema, fornecendo os fluxos de energia. Em contrapartida as atividades humanas não possuem essa função, mas tem atribuição salutar dentro do sistema, pois trabalham no processo de transformação da energia

adquirida, transfigurando a estrutura urbana, desta forma estas atividades são consideradas o “operando” do sistema.

De maneira que é possível ratificar na passagem em que o autor afirma que “Toda ação ecológica natural e as associações aos fenômenos da urbanização constituem o conjunto complexo sobre o qual o operador age.” (MONTEIRO, 2003. p. 21).

Monteiro (2003) define que a entrada de energia no sistema é natureza térmica que tem origem do Sol, assim o autor destaca que a configuração do urbano definirá como e quanto dessa energia que será absorvida, devido à capacidade de armazenamento, efeitos de atrito e a ventilação dessa estrutura.

Assim para compreender a dinâmica térmica da cidade deve-se considerar a configuração geométrica das edificações, as propriedades dos materiais de construção, as cores das superfícies expostas, o tamanho e densidade de massa construída, condições de sombreamento, distribuição de áreas verdes e espaços livres (LOMBARDO, 1985).

De acordo com Romero (1988), a radiação solar pode ser refletida e absorvida pelas superfícies opacas nas quais incide, sendo que o calor que incide é igual à soma dos fluxos absorvidos e refletidos. Portanto, a quantidade de absorção e reflexão dessa radiação está pautada nas características e forma das superfícies, ou seja, está relacionada com as propriedades termodinâmicas dos materiais, sendo expressas através do albedo, absorção e emissividade (OLIVEIRA, 1988).

Segundo Mendonça (1994) e Danni-Oliveira (1999) as características climáticas de uma cidade são influenciadas pelos equipamentos que ela possui, sendo sentida notadamente no comportamento espacial da temperatura. Dessa forma, nas áreas onde se concentram edifícios, trânsito de veículos, indústrias e pessoas, as temperaturas do ar tendem a ser mais elevadas do que nas áreas verdes e de baixa densidade de edificações e pessoas. Porém, podem se comportar de maneira adversa quando se considera as áreas sombreadas pelas edificações mais elevadas

O SCU também exige que a avaliação do processo de entrada de energia, especialmente dos processos de transmissão não pode se apoiar exclusivamente em concepções meteorológicas que levam em conta apenas os valores médios.

Para que se alcance a complexidade do sistema deve-se entender a questão climática a partir da perspectiva Sorreana, compreendendo o ritmo climático (MONTEIRO,2003). O criador da teoria destaca o caráter sistêmico de compreensão do SCU, assim a necessidade de análise integrada e inter-relacionada dos seus elementos constituintes, sendo a soma insuficiente para concepção do estudo do sistema.

Ademais o SCU reconhece o potencial de intervenção do homem para desenvolver adaptações no sentido de mitigar as disfunções encontradas nos climas das cidades, destarte o planejamento ganha destaque nesse processo (MONTEIRO, 2003).

O desenho urbano configura-se por um complexo de edificações, diversos usos da terra e vias de circulações, que se apresentam em formas e disposições emaranhadas criando um microclima próprio, portanto, existe a necessidade de conhecer o meio a priori do uso do mesmo, pois a implantação de uma geometria urbana equivocada irá modificar o microclima natural podendo trazer danos à população que vive naquele local. Segundo Romero (1988), a construção urbana tem acontecido sem se pensar nos seus prováveis efeitos sobre o meio, desta forma a população citadina é exposta a condições de insalubridade e desconforto, além da alteração possivelmente gerar desequilíbrio ao ambiente.

Ainda de acordo com Monteiro (1976, p.134)

A cidade gera um clima próprio (clima urbano), resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes.

Monteiro (1976) define três subsistemas do S.C.U., o termodinâmico, o hidrometeorológico e o físico-químico, a partir destes a sua abordagem baseia-se nos canais de percepção humana do clima, através dos canais do conforto térmico, da qualidade do ar e de impactos meteorológicos, dando sempre maior destaque a dimensão espacial horizontal em detrimento da vertical e temporal dos fenômenos.

O subsistema termodinâmico terá proeminência nessa pesquisa, já que esta se debruça nas respostas sobre conforto térmico, o qual se desenvolve de maneira contínua e tem como fonte deflagradora as dinâmicas da atmosfera, a energia é dada pela radiação e o trabalho da circulação horizontal. O Físico-químico é relativo à qualidade do ar que se dá de modo cumulativo, ou seja, é renovável, pois a atmosfera está a todo instante sendo alimentada pelas descargas de materiais gerados pelas atividades humanas, como veículos, indústrias dentre outras. Por fim, o terceiro subsistema, o hidrometeorológico, remete-se aos impactos meteorológicos, os quais têm como fonte de formação estados especiais da atmosfera, ou seja, ocorre de maneira eventual (MONTEIRO, 2003). Deve-se destacar que os subsistemas se dão de maneira interdependente, assim eventos em um destes podem influenciar ou até mesmo determinar ocorrências nos demais subsistemas.

Além da definição do subsistema a ser trabalhado, estudos climatológicos exigem um recorte de escala espacial a ser trabalhado, existem as opções de macro, topo e microescala.

1.3. ESCALAS CLIMÁTICAS

O macroclima é concebido a partir da macroescala, a qual abrange grandes áreas, sendo estas determinadas por fatores geográficos, como latitude, correntes marítimas, continentalidade/maritimidade, altitude e atuação de massas de ar. A topoescala caracteriza o topo-clima, o qual faz referência aos fenômenos em escala local, estes são condicionados pela configuração do relevo local, seja devido a forma, tamanho ou exposição do terreno. Por fim, a microescala, vai estabelecer o microclima, ou seja, em pequena escala, que pode ser relacionada com os tipos de coberturas do terreno. No que se refere às escalas climáticas, Mascaró (1996, p.35) considera que:

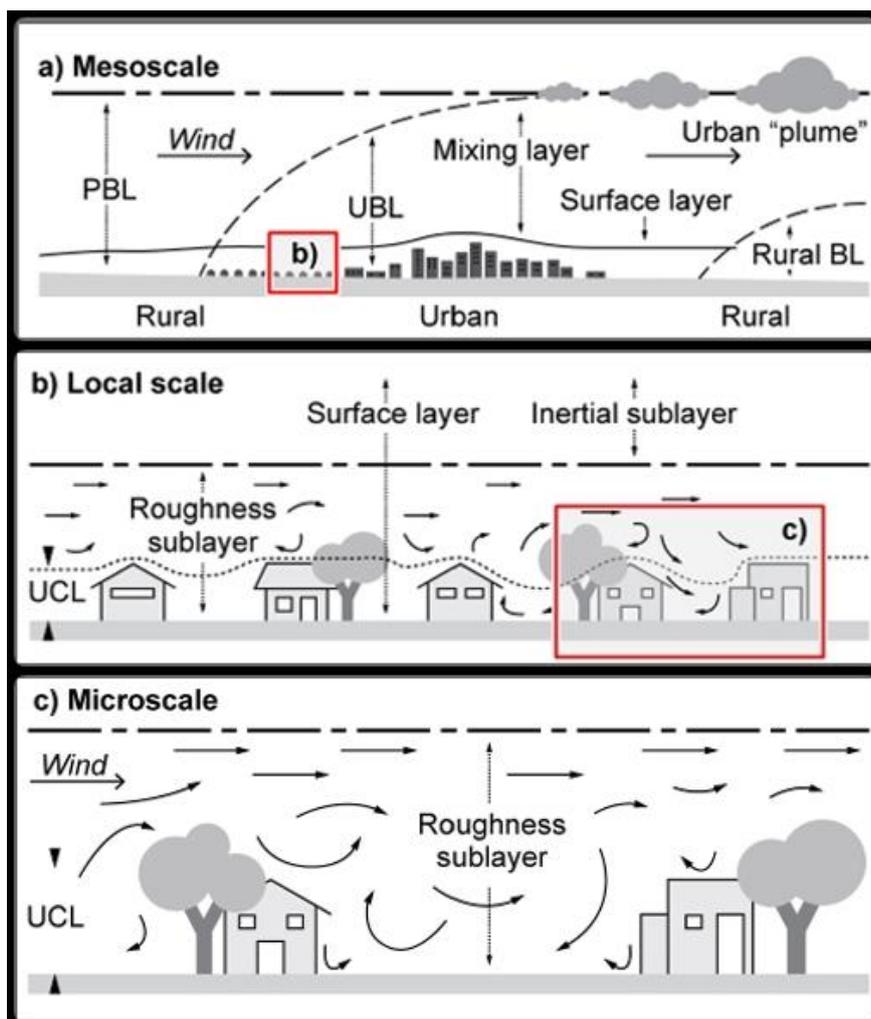
Os dados macroclimáticos são obtidos nas estações meteorológicas e descreve o clima em geral de uma região, dando detalhes da insolação, nebulosidade, precipitações, temperatura, umidade do ar de e ventos. Os dados mesoclimáticos, nem sempre de fácil obtenção informam as modificações do macroclima provocadas pela topografia local como vales, montanhas, grandes massas de água, vegetação ou tipo de coberturas de terreno... No microclima são levados

em consideração os efeitos das ações humanas sobre o entorno, assim como a influencia que estas modificações exercem sobre a ambiência dos edifícios.

Sendo assim, para se entender os micros e topoclimas urbanos faz-se necessário o estudo das variações do ambiente urbano, nos mais diversos níveis, tais como bairros, ruas, casas, ambientes internos. A ação ecológica natural, associada aos fenômenos urbanos, constitui o conjunto complexo de inter-relações que produzem o clima urbano (LOMBARDO, 1985).

Já Oke (1978, 2006) destaca a importância da delimitação da escala de análise, assim categoriza a escala em horizontal e vertical, do mesmo modo, define três escalas preferenciais para estudos do clima urbano, sendo estas, micro, local e meso escala como pode ser visualizado na figura 1.

Figura 1 - Escalas climáticas e camadas verticais encontradas em áreas urbanas.



Adaptado de Oke (1997).

Entende-se por mesoescala (“a”) como o recorte climático de toda a cidade, em extensão pode variar de 10^2 a 5×10^4 metros, neste caso faz-se necessário mais de uma estação meteorológica para a caracterização e monitoramento climático (Oke, 1978,1997).

Já a escala local (“b”) define o clima de bairros ou regiões de mesmo padrão e distribuição de uso e cobertura da terra, além de ser influenciado pela paisagem, como por exemplo, o perfil topográfico da área. Porém não inclui os efeitos da microescala, embora a escala local tratar-se da integração dos impactos climáticos da microescala, além de compreender de um a vários quilômetros de extensão, o que se enquadra dentro do intervalo de 10^2 a 5×10^4 metros de dimensão (Oke, 1978,1997).

A microescala trata-se do microclima próprio do objeto ou superfície e suas adjacências, pois cada tipo de superfície terá uma resposta térmica diferenciada, de acordo com o tipo de material que a constitui, sendo assim é possível encontrar diferenças térmicas em curtas distancias, estas podendo variar vários graus. O recorte escalar se dá na dimensão de cada edificação, rua, jardins, ou até mesmo de indivíduos arbóreos independentes, variando de milímetros a centenas de metros, ou seja, de 10^2 a 10^{-3} metros. Destaca-se a necessidade de observar no momento a alocação de estações meteorológicas que objetivam aferir o clima local para que a os dados levantados pelo equipamento não seja determinado apenas por algum elemento dentro da microescala (Oke, 1978,1997).

Monteiro (2003) também faz apontamentos sobre as escalas de análises do clima urbano, no momento em que destaca as questões de ordem de grandeza e graus de organização. Dessa forma o autor afirma que as unidades espaciais do clima estão interligadas às unidades geomorfológicas, porém destaca que essa repartição taxonômica não objetiva colocar limites absolutos a cada unidade morfoclimáticas. Neste sentido, Monteiro criou um quadro que relaciona as unidades climáticas com as ordens de grandeza taxonômicas das formas, além das unidades de urbanização, este pode ser visualizado no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - Categorias taxonômicas da organização geográfica do Clima e suas articulações com o Clima Urbano

Ordens de grandeza	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	Latitude 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 1:500.000	Sub-Regional	Megalópole Grade área metropolitana	Rede meteorológica de superfície	Fatos 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 m)	1:50.000 1:25.000	Mesoclima	Cidade grande bairro ou subúrbio de metrópole	Registro móveis (Episódios)	Urbanismo	Especiais
-	Dezenas de metros	1:10.000 1:5.000	Topoclima	Pequena cidade Subúrbio da cidade	(Detalhe)	Arquitetura	
-	Metros	1:2.000	Microclima	Grande edificação Habitação Setor de Habitação	Baterias de instrumentos especiais	Habitação	

Fonte: Adaptado de Monteiro (2003)

É importante ressaltar optou-se trabalhar com escalas climáticas traçadas Monteiro, assim verifica-se que as análises realizadas transitam nos diferentes espaços climáticos, estabelecendo uma relação entre eles.

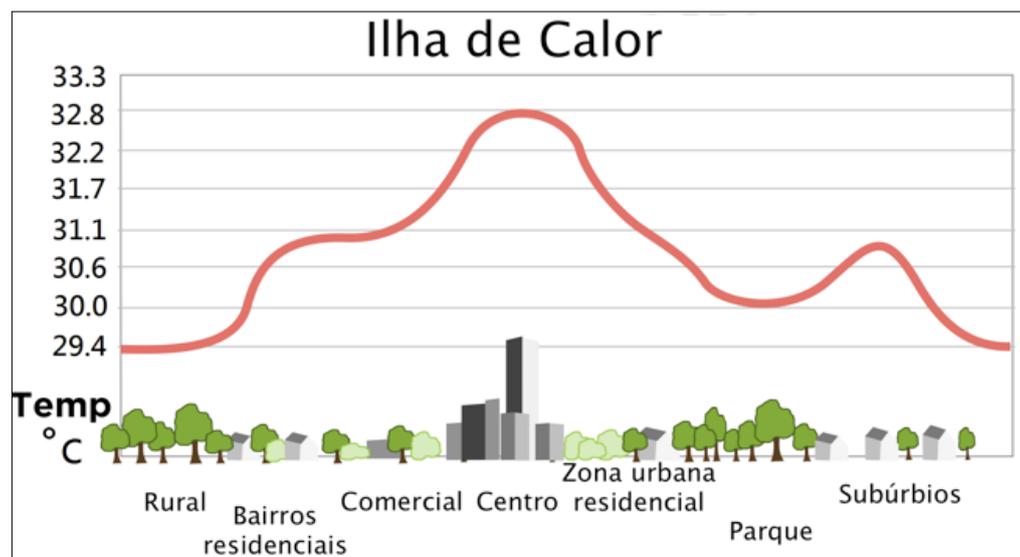
1.4. ILHAS DE CALOR

Oke (1978) também traz considerações salutares a respeito de clima urbano, destacando que a cada corpo inserido dentro do sistema urbano acarretará em distintas respostas térmicas, e o diagnóstico dos possíveis efeitos dessa intervenção são de grande complexidade e difícil estimativa. Neste sentido o autor destaca que a estratégia recomendada é a comparação de áreas de centros urbanos e as zonas rurais circundantes, caracterizando a formação das ilhas de calor.

Os impactos climáticos urbanos são gerados pelas modificações das características térmicas dos materiais que cobrem a superfície, das taxas de evaporação e dos novos padrões de circulação do ar, tendo como efeitos a formação das ilhas conhecidas ilhas de calor.

Assim, Oke (1978) lança o perfil das ilhas de calor dentro dos centros urbanos, onde na área de concentração das edificações e atividade humanas registra-se a temperatura do ar mais elevada e na medida em que se caminha em direção as zonas rurais nos arredores, tem-se a diminuição da temperatura do ar, como pode ser observado na figura 2, a seguir:

Figura 2 - Perfil de ilha de calor de grandes centros urbanos.



Fonte: Adaptado de Oke (1973)

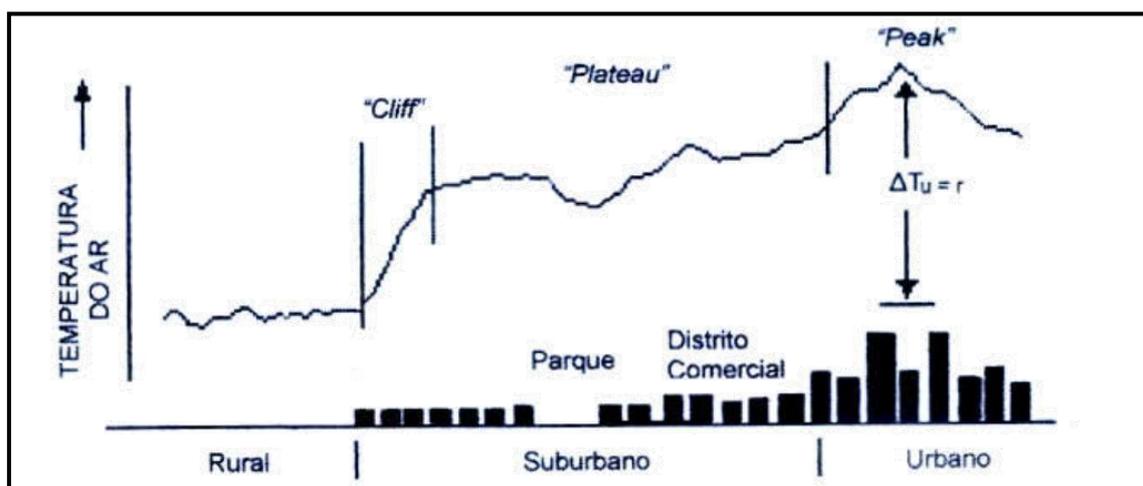
Gomez et al. (1993) apud Monteiro (2003) em um estudo das ilhas de calor de Madri, na Espanha, classificou a intensidade das as ilhas, para isto aferiu-se a

as diferenças da temperatura do ar entre os pontos em áreas urbanas e rurais. Inúmeros autores utilizam desta classificação para identificar a magnitude das ilhas de calor em diferentes cidades. As classes de intensidade podem ser observadas no Quadro 1, a seguir:

Quadro 2 - Intensidade das ilhas de calor. Fonte: Adaptado de Gomez et al (1993) apud Monteiro (2003)

Intensidade da Ilha de Calor	
Varição (°C)	Magnitude
0° - 2°	Fraca
2° - 4°	Moderada
4° - 6°	Forte
> 6°	Muito Forte

Através do perfil de ilhas de calor, Oke (1978) delimita o centro urbano como pico (“*pick*”) da ilha de calor, na medida em que vai se afastando dessa região tem-se uma diminuição gradativa da temperatura do ar, desta forma o autor a denomina como planalto (“*plateau*”) e no limite entre da área urbana com a área rural observa-se uma queda brusca na temperatura do ar, e por isto é denominada de penhasco (“*Cliff*”). Como pode ser verificado na figura 3, a seguir:
 Figura 3 - Representação esquemática de uma secção transversal hipotética de uma típica ilha de calor urbano.



Fonte: Adaptado de Oke (1978).

Para o estudo das ilhas de calor, Oke (1978) delimita as áreas de ocorrência dos fenômenos na atmosfera em 4 zonas, sendo estes: camada superior urbana, Dossel urbano, camada superior rural e pluma urbana, como se

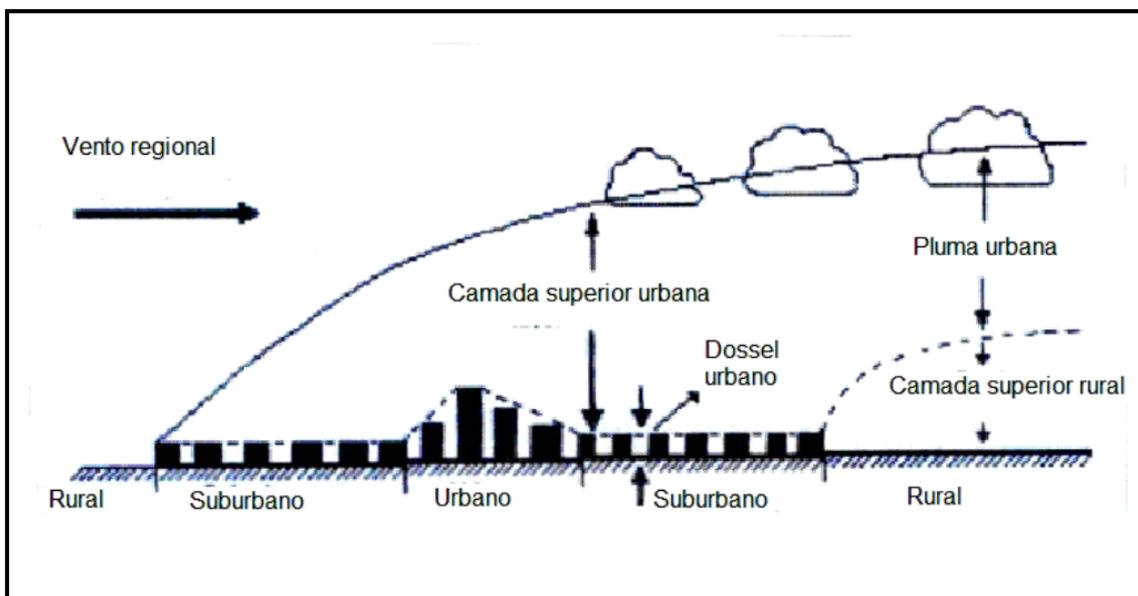
visualiza na Figura 4. Assim o autor traça os elementos de interferência de cada camada delimitada, que atuam na formação das ilhas de calor. Dentro dessas áreas da atmosfera urbana, Oke (1978) estratifica em duas camadas e relaciona os mecanismos de formação das ilhas de calor em cada camada, esta relação é resumida no quadro 2.

Quadro 3 - Processos que levam a formação da ilha de calor

Formação das Ilhas de Calor	
Camada de Cobertura Urbana	Camada Limite Urbana
1. Elevação do afluxo de radiação devido à absorção da radiação de ondas longas e reemissão pela atmosfera urbana poluída.	Entrada de ar quente resultante da ilha de calor na camada de cobertura urbana.
2. Redução da perda de radiação de ondas longas dos canyons devido à redução do sky view factor.	Calor Antropogênico dos telhados e das aglomerações.
3. Maior absorção da radiação de ondas curtas devido ao efeito da geometria do canyon no albedo.	Convergência do fluxo radiativo de ondas longas no ar poluído.
4. Maior estocagem de calor diurno devido às propriedades térmicas dos materiais urbanos e sua liberação noturna.	Queda do fluxo de calor sensível da camada estável de cobertura pela convecção de penetração.
5. Calor antropogênico proveniente dos edifícios.	
6. Redução da evaporação devido à remoção da vegetação e à impermeabilização da superfície da cidade.	
7. Redução da perda de calor sensível devido à queda da velocidade do vento na camada urbana.	

Fonte: Oke (1978) adaptado por Ugeda Junior (2012).

Figura 4 - Esquema das camadas da atmosfera urbana (*urban boundary layer* e *canopy boundary layer*).



Fonte: Adaptado de Oke (1978).

A camada limite urbana é um fenômeno de meso-escala local, cujas características são regidas pela natureza da 'superfície' urbana. Abaixo do nível dos telhados tem-se a camada do dossel urbano, o qual é produzido por processos de micro-escala que operam nas ruas (*'canyons'*), formados pelos edifícios. Onde o clima da cidade forma-se através da interação de microclimas de cada objeto que a constitui (Oke, 1978).

Um termo muito utilizado por Oke (1978) é o de "*canyons*", o qual está inserido dentro do dossel urbano, o "*urban canyon*" é formado pelas paredes das edificações e a via de circulação localizada entre os edifícios. Neste sentido, tem-se a formação de diferentes microclimas de acordo com o *canyon* formado, pois estes terão diferentes ângulos de incidência solar, além da modificação do fluxo de ventos a partir de sua forma. Portanto, os microclimas pelos *canyons* serão determinados pelos fluxos de radiação, propriedades térmicas e de umidade dos materiais de construção e da geometria dos mesmos.

Em comparação com a paisagem circundante a cidade normalmente fornece uma superfície com um conjunto de formas possivelmente mais rugosas, mais quentes e secas. Os elementos de rugosidade de uma cidade são principalmente os seus edifícios, os quais geralmente formam barreiras, afiadas,

inflexíveis e altas, modificando os limites aerodinâmicos daquele meio, devido a essa rugosidade tem-se a diminuição da velocidade dos ventos, o que pode evitar a atenuação das temperaturas, propiciando assim a formação de ilhas de calor (Oke, 1978).

Lombardo (1985) também fez estudos a respeito das ilhas de calor, em sua tese intitulada “A ilha de Calor na Metrópole Paulista”, segundo Monteiro (2003), foi primeiro trabalho entorno da temática de clima urbano aplicado em uma grande metrópole brasileira, além de ser pioneiro na utilização de imagens de satélites em estudos do clima urbano. Para a autora, o clima urbano é produzido pela ação do homem sobre a natureza e se relaciona à produção de condições diferenciadas de conforto / desconforto térmico, à poluição do ar, às chuvas intensas, às inundações e aos desmoronamentos das vertentes - eventos de grande custo social (LOMBARDO, 1985).

Lombardo (1985) define ilhas de calor como “fenômeno que associa os condicionantes derivados das ações antrópicas sobre o meio ambiente urbano, em termos de uso do solo e os condicionantes do meio físico e seus atributos geoecológicos” (LOMBARDO, 1985, p.77)

Neste sentido, Gartland (2010) afirma que a maior parte dos materiais de construção absorve e retém mais calor que materiais naturais, pois estes materiais artificiais são em grande parte impermeáveis e estanque, desta forma não há umidade disponível para dissipar o calor da radiação. Além da combinação dos materiais de cores escuras e uma geometria das edificações, as quais formam cânions urbanos, portanto absorvem e armazenam mais calor.

Oke (1982) investigou a intensidade das ilhas de calor em uma série de cidades, na América do Norte, Ásia, Europa, Austrália e regiões subdesenvolvidas, porém só da América do Norte e Europa conseguiu verificar correlação entre o tamanho da população e a amplitude das ilhas de calor, nas demais localidades não se encontrou padrões.

Amorim (2010) destaca que, diferentemente do que se acreditava no passado, que apenas em grandes metrópoles era possível diagnosticar a existência de ilhas de calor, a autora investigou a existência de ilhas de calor em cidades de pequeno e médio porte, este processo foi detectado e estudado em cidades do estado de São Paulo como: Teodoro Sampaio, Euclides da Cunha

Paulista, Rosana e Presidente Prudente. O trabalho utilizou dados levantados por estações fixas e transectos móveis, em episódios que apresentaram condições sinóticas que permitiram baixa velocidade do vento. Através do trabalho constatou-se uma diferença térmica de cerca de 10°C e ilhas de calor de média e alta magnitude, sendo que em Presidente Prudente foram encontradas ilhas de calor de forte magnitude, com diferenças entre o ponto mais quente e o ponto mais frio de 4,8°C e 7°C, devido ao maior porte da cidade está se apresentou com ilhas de calor de maiores magnitudes. Em contrapartida as cidades menores, como Teodoro Sampaio, Euclides da Cunha Paulista e Rosana apresentaram ilhas de calor intensidade inferior, de média magnitude, que variou entre 2,9°C e 3,8°C.

Minaki (2014) também constatou a formação de ilhas de calor em uma cidade de porte populacional médio, desta vez em Araçatuba, estado de São Paulo. Neste trabalho foi realizado registro de dados noturnos de temperatura e umidade relativa do ar, através de transectos. Assim em condições de calma e pressão atmosférica de 965 hPa, foi verificada a constituição de ilha de calor de magnitude máxima de 6,4°C na cidade.

Saraiva (2014) verificou a ocorrência de intensas ilhas de calor nas áreas centrais e às áreas destinadas à expansão urbana na porção oeste do município de Mossoró, no estado do Rio grande do Norte, esta cidade possui uma população no entorno de 260 mil habitantes, segundo o IBGE (2010).

Amorim *et al* (2010) investigaram as diferenças térmicas intraurbanas nas cidades de Presidente Prudente-SP, Brasil e Porto em Portugal, através de tratamento e análise de imagens do satélite *Landsat 7*, como resultado nas duas cidades encontrou-se temperaturas do ar elevadas, que estavam relacionadas à densidade de construção, sendo que quanto maior a concentração de edificações maiores foram as temperaturas do ar encontradas.

Lopes (2009) apresentou estudos feitos em 20 anos sobre Lisboa, destacando as modificações do balanço energético no meio urbano, a configuração, o ritmo e intensidade deste padrão térmico nas cidades. Apesar de toda a discussão que envolve os efeitos negativos das ilhas de calor, esta investigação também revelou que muitas vezes nas estações frias, as ilhas de calor em Lisboa auxiliam na manutenção do conforto térmico da cidade, ou seja, a

formação desses bolsões com temperaturas mais elevadas em determinados momentos traz efeitos positivos a população portuguesa.

A partir das reflexões realizadas a respeito do clima urbano e da constituição das ilhas de calor, entende-se que as respostas térmicas das cidades terão consideráveis efeitos sobre o conforto térmico, destaca-se que na cidade possui distintas realidades térmicas para cada localidade analisada. Assim vê-se a necessidade de se entender o que compõe o conforto térmico. Sendo que o conforto térmico pode ser definido como o estado da mente que expressa satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda (ASHRAE, 1992). Entende-se como condições ambientais de conforto aquelas que propiciam bem-estar ao maior número possível de pessoas (JENDRITZKY, 2003), já que o conforto pode ser visto como uma questão subjetiva, capaz de variar de sujeito para sujeito.

Como defende Monteiro (2003), a análise termodinâmica da cidade constitui-se em um elemento indispensável para arquiteto e urbanista, no sentido de estabelecer mecanismos de reciclagem e adaptação do sistema urbano ao clima em especial e a qualidade do ambiente. Porém no Brasil existe uma escassez considerável estudos sobre a temática, deste modo muitos profissionais que pensam o espaço urbano brasileiro acabam por utilizar de dados levantados em outras regiões do mundo, mas o grande problema que Monteiro (2003) destaca é que as implicações do conforto térmico nas faixas intertropicais diferem em alto grau de países de regiões frias ou temperadas.

Desta forma, fica evidente que a necessidade de se lançarem sobre investigações sobre conforto térmico, seus elementos estruturantes e seus efeitos sobre a sociedade, a fim de subsidiar o trabalho de gestores, planejadores e profissionais que edificam o sistema urbano.

1.5. CONFORTO TÉRMICO

O conforto térmico humano é um dos ramos de estudo da Bioclimatologia humana, a qual segundo Sartori (2000) consiste no estudo das influências do ambiente atmosférico no homem. Estas podem ser as geradas pela composição do ar e características térmicas, hídricas, barométricas, dentre outras.

Segundo Romero (1998) a bioclimatologia congrega conhecimentos da climatologia, ecologia e arquitetura. Sendo que a climatologia fornece subsídios a respeito das variáveis atmosféricas ou do clima, que trazem efeitos a percepção do indivíduo. Já a ecologia contribui para a compreensão dos processos fisiológicos humanos afetados na relação com o ambiente, ou seja, dos mecanismos homeostáticos da regulação térmica. Por fim, a Arquitetura soma-se no sentido de trabalhar para que as condições ambientais satisfaçam de maneira eficiente a exigências de conforto térmico do homem, dando origem a chamada arquitetura bioclimática. (ROMERO, 1998).

A palavra “conforto”, segundo o dicionário Michaelis, significa o ato ou efeito de confortar; Bem-estar; Comodidade material; cômodo e aconchego. (MICHAELIS, 2014). Da palavra inglesa “comfort” a qual etimologicamente origina-se do adjetivo em latim “cōnfōtūs” que significa aquecido, aquecido e do verbo transitivo em latim “cōnfōtō” que se remete a fortalecer, fortificar, corroborar, animar, confortar, consolar. Quanto à palavra “térmica”, de acordo com o dicionário Michaelis define-se como pertencente ou relativo às termas ou ao calor, já a origem etimológica da mesma não foi encontrada através da pesquisa (SARAIVA,2006).

O conceito conforto térmico é acolhido pelo ramo da Arquitetura, já que a mesma deve servir ao homem e ao seu conforto (FROTA & SCHIFFER, 1995). Mas reconhece-se a função desempenhada pela Geografia na investigação geográfica dos fenômenos naturais e sociais principalmente no que se refere à climatologia. Esta, pode verificar a influência que as variáveis exercem sob conforto térmico, as quais podem ser a temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento, radiação solar incidente, do regime de chuvas, além de uso e ocupação da Terra, topografia, dentre outras características do ambiente que podem ser alteradas pela presença humana como, por exemplo, o sombreamento dado pelas edificações ou fluxos de veículos.

Segundo Ali-Toudert & Mayer (2006) a forma que as vias assumem é a chave para estudos em bioclimatologia associados ao conforto térmico, pois exercem influência nos microclimas, ou seja, assume uma função na configuração da sensação térmica das pessoas e no consumo energético das edificações. Os materiais que constituem o meio urbano são determinantes para o

desenvolvimento do clima local, e conseqüentemente determinam a sensação térmica que, por sua vez pode levar ao conforto ou desconforto da população.

Sabe-se que Hipócrates, já em 400 a.C levantava qualitativamente os principais elementos que exerciam influência sob o conforto térmico. Mas somente no início do século XIX, devido às ocorrências de problemas de saúde de operários industriais europeus causados por estresses térmicos, passou-se a se desenvolver pesquisas sobre a temática, porém ainda não se tinha formulações que pudessem aferir as condições de conforto. A partir de 1923 começa-se a se pensar nessas questões, com Vernon e Warner através do estudo para proposição de uma Nova Temperatura Efetiva, em seguida surgem inúmeras outras proposições que irão implicar em um enorme avanço da preocupação nas condições de bem estar do homem por pesquisadores da área.

A relevância dos estudos de conforto térmico está relacionada não apenas com a sensação de conforto ou desconforto da população, mas também com a relação com o seu desempenho no trabalho, sua saúde, além de ser determinante na questão da eficiência energética. Reconhecida a importância do conceito vê-se a necessidade de se ater aos fundamentos que consolidam o mesmo.

As necessidades do homem no que toca o seu conforto térmico estão arroladas ao funcionamento do organismo, o qual deve liberar calor para manter a temperatura interna do seu corpo em torno de 37° C, esta condição é também denominada de homeotermia. Neste contexto deve-se ater a neutralidade térmica a qual consiste no processo que manterá a temperatura do corpo constante, para que isso ocorra é necessário que para todo calor gerado pelo organismo através do metabolismo deverá ser trocado na mesma proporção com o meio, não existindo o acúmulo de calor. Apesar de a neutralidade térmica ser indispensável, não é suficiente para que a situação de conforto seja estabelecida (LAMBERTS, 1997)

Para Romero (1998), o ser humano possui dois mecanismos de regulação térmica que lhes permitem adaptar as variações de elementos do clima, os quais podem ser de ordem fisiológica, caracterizados em dilatação dos vasos, variação de fluxo sanguíneo, batidas cardíacas, suor, contração dos músculos, arrepios e ereção dos pelos. Existem também os mecanismos comportamentais, como redução da capacidade de trabalho, prostração e sono (ROMERO,1998).

Além disso, Lamberts (1997) apresenta os mecanismos instintivos de proteção do frio e calor, em situação de baixas temperaturas pode-se observar a tentativa de diminuição da área exposta e atrito de partes do corpo. Já em situações de calor, procuram-se áreas sombreadas e contato com água.

Lamberts (1997) também destaca os mecanismos culturais para lidar com os estresses térmicos, em circunstâncias de frio tem-se a preocupação com as vestimentas e busca por abrigos que ofereçam proteção térmica. Em ocasiões de exposição ao calor tem-se a preocupação com as condições de ventilação, além do uso de recursos tecnológicos que mitigue a sensação de calor, como por exemplo, uso de ar condicionado.

Segundo Frota & Schiffer (1995), o sujeito está sob condições de conforto térmico quando o processo de troca de calor entre o corpo e o ambiente acontece com o mínimo de esforço, neste caso estará em máxima capacidade de exercer alguma atividade. No caso de desequilíbrio, ou seja, o indivíduo apresente alguma sensação de frio ou de calor, sendo necessário o uso de esforço para a manutenção da condição de homeotermia, este pode apresentar declínio do seu rendimento e em casos extremos pode evoluir para problemas de saúde (FROTA & SCHIFFER, 1995).

Segundo Lamberts (1997), cada indivíduo possui um estado de neutralidade térmica, ou seja, possui uma temperatura corporal neutra, que dispensa os mecanismos de termorregulação. Grande parte dos seres humanos apresenta um padrão de resposta fisiológica para cada valor de temperatura corporal, como pode ser observado no Quadro 3, a seguir:

Quadro 4 – Respostas fisiológicas e comportamentais a partir da temperatura corporal.

Temperatura	Respostas fisiológicas
T corpo < T neutra	Ocorre neste caso o mecanismo de vaso constrição.
T corpo < T 35° C	Ocorre a perda de eficiência (habilidade).
T corpo < T 31°	Esta situação de temperatura corporal é letal.

C	
T corpo > T neutra	Ocorre neste caso o mecanismo de vaso dilatação.
T corpo > T 37°	C Inicia-se o fenômeno do suor.
T corpo > T 39°	C Inicia-se a perda de eficiência.
T corpo > T 43°	C Esta situação de temperatura corporal é letal.

Fonte: Adaptado de Lamberts (1997).

Os extremos térmicos podem ocasionar efeitos na saúde, como pequenos sintomas clínicos, ou incômodos, até mesmo o aumento de taxas de morbidade e mortalidade (RIBEIRO, 2010). Maia & Gonçalves (2002) investigaram a relação entre índices de conforto térmico humano e morbidade por doenças respiratórias na cidade de São Paulo, como resultado constataram que cerca de 50% da frequência de casos de morbidez pelo sistema respiratório ocorrem em situações de desconforto térmico causadas pelo frio, já em condições de calor concentram-se por volta de 30% das ocorrências.

O potencial de adaptação de indivíduos saudáveis a condições de stress térmico é maior, mas existem grupos de risco que tem dificuldades de adaptação a condições térmicas extremas, nesta faixa de risco encontram-se idosos, gestantes, crianças, hipertensos, asmáticos, dentre outros (RIBEIRO, 2010). Microclimas diferenciados podem trazer certas sensações de desconforto para a população citadina podendo até mesmo atuar de maneira prejudicial.

Segundo Frota & Schiffer (1995) para avaliar essas condições, a pessoa deve estar vestida adequadamente e sem problemas de saúde ou aclimatação. A sensação de conforto/desconforto pode variar entre os indivíduos, principalmente quando se considera povos de distintas regiões climáticas. Diante destas diferenças, destaca-se que existem inúmeros índices que são capazes de avaliar o conforto térmico, a maioria compartilha características comuns.

Segundo Lamberts (1997), as variáveis ambientais que determinam o conforto térmico podem ser definidas em Temperatura do ar (°C), Temperatura

radiante (°C), Umidade Relativa (%) e a velocidade do ar (m/s). Nessa pesquisa a temperatura radiante não será trabalhada, concentrando-se apenas nas três variáveis restantes.

Com o aumento da temperatura do ar o organismo tem uma ascensão no processo de eliminação, através da evaporação, podendo gerar uma sensação de desconforto, já que está é determinada perda de calor do corpo pelo diferencial de temperatura entre a pele e o ar. Deste modo, à medida que a umidade relativa do ar aumenta, maior é a dificuldade de evaporação para atenuação do calor. Já a velocidade do vento exerce um papel fundamental na determinação da sensação térmica, pois modifica as trocas de calor por convecção e evaporação do indivíduo, retirando o ar quente e a água em contato com a pele com mais eficiência gerando a sensação de frescor (LAMBERTS, 1997)

Segundo Ali-Toudert (2005) os índices podem ser divididos em duas categorias: empíricos e racionais. Os índices empíricos não consideram a fisiologia humana, a atividade e a vestimenta, deste modo exploram o ramo da percepção do homem em relação às sensações de conforto/desconforto sendo mais qualitativo.

Já os índices racionais associam a teoria da transferência de calor, nas trocas de fluxo de calor latente e sensível, as expressões empíricas. As formulações desses índices se baseiam em modelagens formuladas através de experimentos fundamentados na fisiologia do homem, variáveis climáticas, além dos materiais que constituem o meio. É válido ressaltar que existe uma série de índices que calculam o conforto térmico, porém é necessário que o pesquisador tenha consolidado as características da área que o índice será aplicado, pois haverá um índice mais adequado para aplicação.

São inúmeros índices e escalas que tentam detectar o comportamento fisiológico do homem diante da exposição às variáveis climáticas, sendo estas, temperatura radiante, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade dos ventos. Porém existem índices que consideram apenas algumas dessas variáveis, somando a estas outros elementos que podem exercer influência na resposta de conforto térmico, como por exemplo, vestimenta e nível de atividade desempenhada.

Segundo Gobo (2013), as escalas de conforto podem ser semânticas ou numéricas, mas carregam a subjetividade das sensações de conforto e desconforto, associadas a parâmetros físicos do ambiente. Deste modo, cada índice elenca os elementos relevantes para o seu cálculo, assim existem índices mais indicados para determinadas regiões que outros, devido aos parâmetros escolhidos. Nesta pesquisa priorizaram-se os cálculos determinados apenas por parâmetros ambientais, já que o mesmo destaca principalmente a função dos elementos do meio urbano na determinação da sensação de conforto.

Dentro desta categoria tem-se o índice de desconforto de Thom, calculado pela equação 1, o qual segundo Gomes & Amorim (2003) é muito utilizado em investigações desta temática no Brasil.

$$ID = 0,4 \times (Ts + Tu) + 4,8 \quad (1)$$

Onde:

ID = Índice de Desconforto,

Ts = temperatura do bulbo seco (°C)

Tu = temperatura do bulbo úmido (°C)

Este índice possui 7 classes, as quais podem ser observadas no quadro 4.

Quadro 5 - Temperatura Efetiva e Sensações Térmicas do Corpo Humano.

Temperatura efetiva	Sensação	
	Térmica	Conforto
40°C	Muito quente	Muito incômodo
35°	Quente	
30°	Temperado	
25°C	Neutro	Cômodo
20°C	Ligeiramente fresco	Ligeiramente cômodo
15°C	Frio	Incômodo
10°C	Muito frio	

Fonte: García (1995, p. 207) adaptado por Gomes & Amorim (2003).

Existe também o índice de Wind Chill, o qual calcula a sensação térmica do corpo sob os efeitos do vento, principalmente em dias de temperaturas mais baixas. A equação 2, indica quantas calorias foram retiradas da pele devido a brisa.

$$T_{wc} = \frac{(10\sqrt{V} + 10,45 - V)(T - 33) + 726}{22} \quad (2)$$

Onde:

T_{wc} é a Temperatura Equivalente de Wind Chill (°C).

V é a velocidade do vento (m/s)

T= é a temperatura do ar (°C).

As classes estabelecidas para o índice de Wind Chill, pelo Instituto Português do Mar e atmosfera podem ser visualizados no quadro 5.

Quadro 6 – Sensações a partir do índice de Wind Chill.

Grau de severidade do <i>Wind Chill</i> (sensação de frio)		
0 a -9	Fraco	Ligeiro aumento de desconforto
-10 a -27	moderado	Desconforto, sensação de frio, risco de hipotermia se a exposição ao frio for muito longa
-28 a -39	Severo	Risco de congelamento na pele, risco de hipotermia se a exposição ao frio for longa
-40 a -47	Extremo	As partes do corpo expostas ao frio podem congelar em minutos. Risco sério de hipotermia se a exposição ao frio for longa
-48 a -54	Muito Extremo	PERIGO!! As condições são perigosas, As partes do corpo expostas ao frio podem congelar em menos de 2 minutos.

Fonte: Instituto Português do Mar e Atmosfera (2016). Disponível em: http://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/amb.atmosfera/index.bioclima/index.html?page=wc_tabela.xml.

Neste trabalho para quantificação e qualificação do conforto térmico através de índice bioclimático, será realizado um estudo com base no índice de Temperatura Efetiva em função do vento (TEv) (SUPING et al.,1992), o qual trata-se de uma adaptação do índice de temperatura efetiva (TE) desenvolvido por Missenard (1937), que pode ser calculado através da equação 3:

$$TE = T - 0,4 \times (T - 10) \times (1 - 0,01 \times UR) \quad (3)$$

Onde:

TE é a Temperatura Efetiva ($^{\circ}C$)

T é a temperatura do ar ($^{\circ}C$)

UR é a umidade relativa (%).

Para este índice Hentschel (1986) criou a classificação com 10 classes, juntamente com a descrição das sensações do homem quando expostas as diferentes respostas de TE , o quadro 6 traz estas relações.

Quadro 7 – Classificação de TE e sensações no homem.

ET ($^{\circ}C$)	Description of man's sensation
30 $^{\circ}C$	Heavy hot
24 $^{\circ}C$	Moderate
	Warm pleasant
12 $^{\circ}C$	Mild
6 $^{\circ}C$	Cool cool
0 $^{\circ}C$	Very cool
-6 $^{\circ}C$	cold
-12 $^{\circ}C$	
-18 $^{\circ}C$	very cold
-24 $^{\circ}C$	
-30 $^{\circ}C$	Beginning danger of frostbite
	Increasing

Fonte: Hentschel (1986) apud Suping et al. (1992).

O Índice de temperatura efetiva em função do vento pode ser encontrado em Suping et al. (1992), os autores utilizaram o índice para aferir a relação entre o conforto térmico e o rendimento dos atletas na Maratona Internacional de Beijing. Junto deste também foram utilizados mais quatro índices para consolidação da investigação, como conclusão Suping et al.(1992) observaram que as condições do tempo exercem influência na performance dos esportistas, além de destacarem que tanto a temperatura de bulbo úmido e temperatura do ar são indicadores adequados dos desempenhos na competição.

O índice pode ser verificado através da fórmula que analisa a temperatura do bulbo seco, umidade relativa e velocidade do vento, este também é um índice útil na região dos trópicos, que pode ser obtido através da Equação 4:

$$TEv = \frac{37 - (37 - T)}{[0.68 - 0.0014 \times UR + \frac{1}{(1.76 + 1.4 \times v^{0.75})}]} - 0.29 \times T \left(1 - \frac{UR}{100}\right) \quad (4)$$

Onde:

TEv é temperatura efetiva como função do vento, temperatura do ar e umidade relativa (°C);

T é a temperatura do bulbo seco (° C);

UR é a umidade relativa (%) e

v é a velocidade do vento (m/s).

Com base na adaptação da classificação de Fanger (1972) realizadas por Maia & Gonçalves (2002) para a cidade de São Paulo, adotou-se as classes de conforto a seguir no Quadro 4:

Quadro 8 – Zonas de conforto térmico e respectivas respostas fisiológicas estabelecidas por Fanger (1972) e adaptadas por Maia & Gonçalves (2002).

TEv (° C)	Sensação Térmica (Tipo de Tempo)	Grau de estresse fisiológico
<13	Muito Frio	Estremo estresse ao frio
13-16	Frio	Tiritar/Tremer
16-19	Frio Moderado	Ligeiro resfriamento do corpo
19-22	Ligeiramente Frio	Vasoconstrição
22-25	Confortável	Neutralidade térmica
25-28	Ligeiramente Quente	Ligeiro suor, vasodilatação.
28-31	Quente Moderado	Suando
31-34	Quente	Suor em Profusão
>34	Muito Quente	Falha na termorregulação

Fonte: (FANGER, 1972 adaptadas por MAIA & GONÇALVES. 2002)

Estabeleceu-se uma temperatura ‘confortável’ para o ser humano entre 22°C à 25°C. Com o resultado adquirido através da fórmula é possível classificar a zona de conforto encontrada através das classes estabelecidas por Fanger (1972) adaptadas por Maia & Gonçalves (2002).

Segundo Souza & Nery (2013) o laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER – IAG/USP), utiliza o índice de temperatura efetiva em função do vento para prever as condições de conforto térmico no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Sendo que o laboratório MASTER considera como termicamente confortável o intervalo entre 22,0°C e 25,0°C. Temperaturas inferiores a 22°C correspondem a sensações que variam de ligeiramente fresco a muito frio e acima de 25,0°C considera-se de ligeiramente quente a muito quente (SOUZA & NERY, 2013).

Gobo (2013) avaliou o conforto térmico para o Rio Grande do Sul de acordo com o Índice de temperatura efetiva em função do vento, segundo as médias mensais e sazonais, com a finalidade de estabelecer uma regionalização climática para o estado com base no zoneamento de conforto térmico.

A partir do entendimento da importância em estabelecer um ambiente confortável para a população das cidades, vê-se a necessidade de pensar nas mesmas de maneira a mitigar os efeitos da implantação da estrutura urbana nas condições climáticas. Desta forma, para que seja possível compor ou reorganizar uma cidade que seja termicamente confortável, faz-se necessário compreender como cada uma das variáveis que compõem e exercem influência no urbano, ou seja, atuem na transformação da energia dentro do Sistema Clima Urbano (MONTEIRO, 1976).

CAPITULO 2 - AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E O CLIMA URBANO

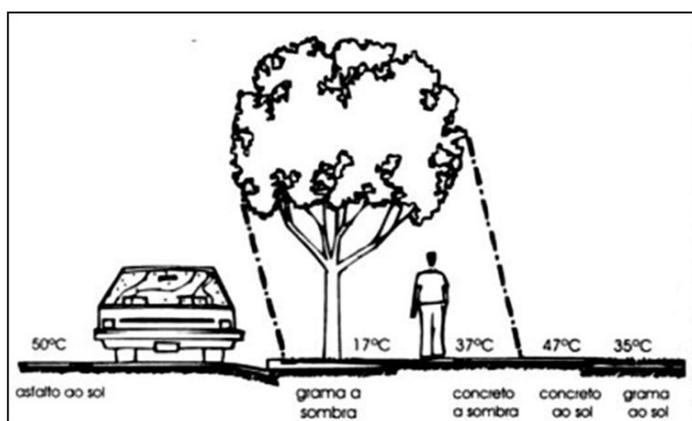
Entendem-se neste estudo, como variáveis ambientais todas aquelas que constituem a cidade e exerce influência no clima da cidade, sendo estas, vegetação, corpos hídricos, altitude, orientação de vertentes, massa construída, sombreamento, albedo e emissividade. Verifica-se que podem existir outras variáveis que exercem influência no clima das cidades, porém estas não foram constatadas nesta investigação. A seguir, serão apresentadas cada uma dessas variáveis e suas funções desempenhadas dentro do clima urbano.

2.1. VEGETAÇÃO E CORPOS HÍDRICOS

A vegetação possui importantes funções no meio urbano, através de suas atividades fisiológicas atua principalmente na atenuação da poluição atmosférica e das temperaturas, conforto acústico e lúmnico, além de gerar bem estar físico e psíquico da população citadina. A ausência de áreas vegetadas atrelada a esta alteração da paisagem natural traz consigo mudanças nas condições do clima local.

Podemos entender, portanto, que uma das funções mais importantes da cobertura vegetal é o sombreamento, como se pode observar na Figura 5. O sombreamento tem a finalidade de amenizar o rigor térmico da estação quente no clima subtropical e durante o ano na região tropical (MASCARÓ, 1990), auxilia na redução da temperatura máxima do ar e da amplitude térmica durante o dia, através da troca constante de calor sensível com o ar do sítio urbano.

Figura 5 - Temperaturas superficiais de diferentes superfícies urbanas.

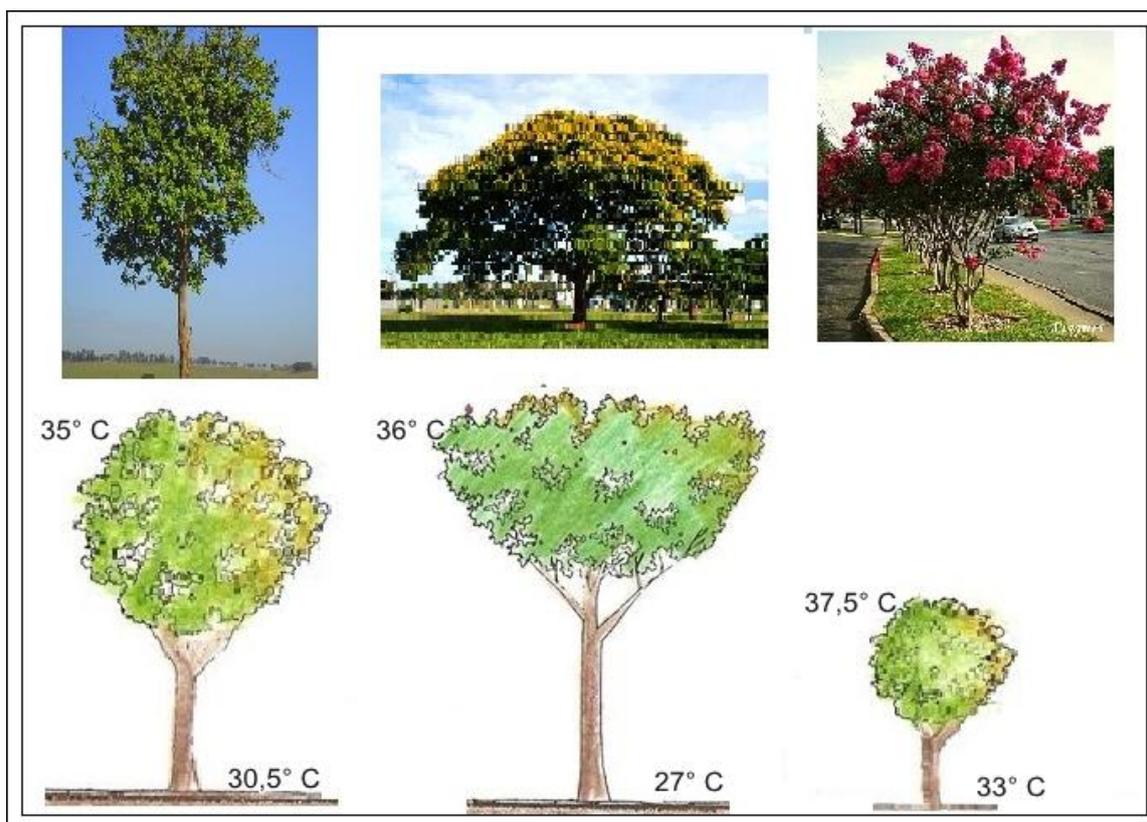


Fonte: Mascaró (2008).

A vegetação presente nas ruas, nos quintais particulares, nas praças, unidades de conservação e em áreas verdes, sejam de porte arbóreo ou herbáceo, podem contribuir, em intensidades diferenciadas. Esta coopera para melhoria da ambiência urbana, podendo amenizar a radiação solar na estação quente e modificar a temperatura e a umidade relativa do ar do ambiente. Através do sombreamento gerado reduz a carga térmica recebida pelos edifícios, veículos e pedestres; modifica a velocidade e direção dos ventos; interfere e quando em grandes quantidades influencia a frequência das chuvas; através da fotossíntese e da respiração reduzindo a poluição do ar (MASCARÓ, 1990).

A atenuação térmica gerada pela vegetação varia de acordo com as dimensões dos indivíduos arbóreos, pois cada espécie apresentará um tamanho de copa, o que concebe áreas de sombra diferenciadas e por consequência terão respostas térmicas distintas, como é possível visualizar na Figura 6.

Figura 6 – Respostas térmicas por espécies arbóreas.



Fonte: Adaptado de Lamberts, R., Dutra, L., Pereira, F.O. R (1997).

A vegetação pode se apresentar no meio urbano de diferentes maneiras, podendo ser através das áreas verdes, que de acordo com Biondi (2008) são

locais com vegetação de porte variado, geralmente acompanhadas de outros elementos paisagísticos, tais como: água, estátuas, bancos, vasos, luminárias, equipamentos de recreação e outros. Além disso, podem ser formadas por espaços completamente alterados com algum remanescente vegetal característico do local. Geralmente, estas áreas são projetadas e conservadas por órgãos públicos e/ou privados, mas existem inúmeros projetos municipais em que a manutenção dessas áreas verdes tem sido feita por moradores, como em Belo Horizonte, Porto Alegre, Santos, dentre outras cidades.

A arborização viária também é uma forma de vegetação urbana, estas são formadas de árvores cultivadas linearmente em calçadas, que acompanham as ruas e avenidas. É um patrimônio público cujo planejamento e manutenção devem ser feitos exclusivamente pelas prefeituras com a participação da população (BIONDI, 2008).

A presença de vegetação nos grandes centros urbanos contribui de forma favorável para a conservação da umidade do solo, atenuando o aquecimento e detendo a irradiação (LLANDERT, 1982 *apud* ALVAREZ, 2004).

De acordo com Mello Filho (1985) a vegetação desempenha funções essenciais, como pode ser observado no quadro 6:

Quadro 9 – Funções desempenhadas pela vegetação.

Função	Processo
Função química	Absorção do gás carbônico e liberação do oxigênio, melhorando a qualidade do ar urbano.
Função física	Se estas são árvores, as copas destas oferecem sombra, proteção térmica além de atuarem como barreira de ruídos e ventos.
Função paisagística	Quebra da monotonia da paisagem pelos diferentes aspectos e texturas decorrentes de suas mudanças estacionais.

Função ecológica	Oferecem abrigo e alimento aos animais, protegem e contribui com os demais recursos naturais (solo, água, flora e fauna) e especificamente para árvores dispostas nos sistemas viários tem a função de atuarem como corredores que interligam as demais modalidades de áreas com vegetação.
Função psicológica	A arborização é fator determinante da salubridade mental, por ter influência direta sobre o bem estar do ser humano, além de proporcionar lazer e diversão.

Fonte: Adaptado de Melo e Filho (1985)

O crescimento das cidades em detrimento da paisagem natural provoca alterações no ambiente através de mudanças nos microclimas, topoclimas e mesoclimas. A vegetação atua na atmosfera intra-urbana, funcionando como termorregulador, modificando o albedo das superfícies, já que interfere na radiação recebida durante o dia e perdida durante a noite (MASCARÓ, 1990).

Conforme Biondi (2008), a vegetação é um dos componentes bióticos mais importantes do meio urbano, pois está inteiramente conectada com o conforto ambiental. Também dentro desta linha Di Clemente (2009) afirma que a vegetação é empregada como um excelente indicador de qualidade de vida da população.

Diversas pesquisas constataram que a vegetação opera potencialmente como um regulador dos microclimas e sensação térmica e, por consequência, do conforto térmico, como no trabalho realizado por Martini (2013), quando constatou os diferentes microclimas e conforto térmico gerado pelas árvores nas ruas da cidade de Curitiba.

Abreu & Labaki (2010) investigaram a relação entre o conforto térmico e três espécies arbóreas, como resultado constataram que todas as espécies arbóreas avaliadas alteraram a sensação de conforto térmico nas proximidades, além de destacar que espécies decíduas, como ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*), proporcionam diferentes condições de conforto durante o ano, pois variam sua área de projeção de sombra. Porém, as espécies perenes, como jambolão (*Syzygium cumini*) e mangueira (*Mangifera indica*), possuem maior

influência na sensação térmica no entorno durante o verão do que no inverno, devido a condição de conforto gerada pela sombra ser mais importante no verão. (ABREU & LABAKI,2010).

Gomes e Amorim (2003) avaliaram diferenças térmicas e higrométricas existentes entre três pontos de coleta de dados, sendo que dois destes se tratavam de praças com diferentes densidades de arborização, na cidade de Presidente Prudente. Como resultado os autores constataram que o ponto que possuía maior quantidade de indivíduos arbóreos apresentou melhores índices de conforto térmico humano.

Os corpos hídricos também possuem funções térmicas, segundo Ching (2010) grandes corpos d'água podem atuar como reservatórios de calor e amenizam as variações de temperatura, geralmente possuem temperaturas menores que as da terra durante o dia e mais elevadas durante a noite, gerando brisas. Porém são, em sua maioria, mais quentes que a terra no inverno e mais frios no verão. Em climas quentes e secos até mesmo os pequenos corpos d'água são desejáveis, psicológica e fisicamente, por seu efeito de resfriamento por evaporação (CHING, 2010).

As baixas temperaturas encontradas nas proximidades de corpos hídricos podem estar associadas ao que Oke (1978) apontou como excesso de calor latente pela diminuição do fluxo de calor sensível. Corpos d'água exercem um efeito imediato sob seu entorno, pois este possui um alto calor específico, assim retém menos calor. Dessa forma reduz as temperaturas extremas diurnas e estacionais, assim grandes massas de água atua de maneira estabilizar temperaturas (ROMERO, 1988).

2.2. ALTIMETRIA E ORIENTAÇÃO DE VERTENTES

Conforme ressalta Geiger (1990) pode-se dizer que, de maneira geral, o clima das cidades depende da situação topográfica na qual a mesma se insere e, tanto as formas de relevo criadas quanto as induzidas pela ação antrópica irão influenciar no campo térmico das cidades.

Mendonça (1994) ressalta que quanto maior for a movimentação e a variação altimétrica do relevo de um determinado sítio urbano maiores serão as

variações de temperatura e umidade relativa do ar, dentre outros elementos, no clima local e intraurbano.

Dentre os diferentes fatores climáticos, a altitude tem uma ação sob a temperatura do ar, a qual normalmente decresce com a elevação da altitude numa proporção de aproximadamente $1\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ (gradiente adiabático do ar seco). Isto se deve a rarefação do ar e da diminuição da pressão atmosférica. Com gradiente térmico dependente da saturação do ar, o decréscimo da temperatura média com a altitude se situa em torno de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a cada 180 metros para Dury (1972). Já de acordo com Ometto (1981) a alteração de $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ para cada 100 m de altitude, para ambientes de ar úmido.

Fritzsons et al. (2008) investigaram a relação entre altitude e temperatura do ar, com objetivo de identificar um coeficiente vertical de temperatura do ar médio para o Estado do Paraná e outras regiões de perfil climático semelhante. Como resultado, constataram que a correlação da altitude com a temperatura do ar média anual de janeiro foi, em geral, mais intensa do que para a temperatura média de julho. Deste modo, destacou que o gradiente térmico para o mês de janeiro adquirido através da rede de estações do Estado, excluindo as do litoral, foi de 126 metros, ou seja, há uma diminuição média de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a cada 126 metros de ascensão vertical (Fritzsons et. al, 2008).

Em outro trabalho Fritzsons et. al. (2015), avaliaram gradiente térmico vertical médio para o Estado do Rio Grande do Sul, uma diminuição como resultado observou-se uma variação média de 1°C a cada 132 metros de ascensão vertical, ou seja, $0,75^{\circ}\text{C}$ a cada 100 metros de altitude (Fritzsons et. al., 2015).

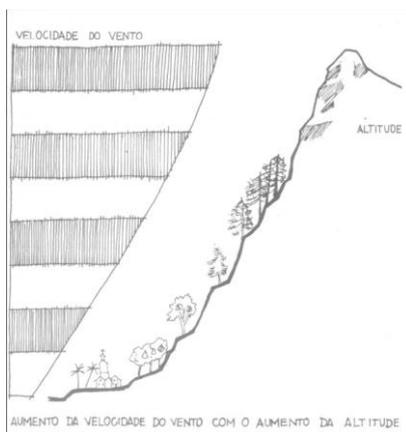
Olgay (1998) aponta uma variação de $0,56^{\circ}\text{C}$ a cada 100,6 metros de altitude e destaca que o fator altitude é importante principalmente nas regiões tropicais, pois nestas a temperatura do ar está mais suscetível a alterações devido à variação topográfica.

Outra questão é que em áreas de grandes altitudes a vegetação se apresenta de forma mais espaçada, desta forma radiação de onda curta não é interceptada, o que pode gerar o aumento da mesma (MASCARO 1991).

Vale ressaltar que a morfologia do relevo irá influenciar na velocidade e direção dos ventos. Em áreas fechadas e abrigadas dos ventos as variações

serão maiores que em áreas expostas aos ventos. As correntes de vento diminuem a velocidade quando entram em contato com as rugosidades da superfície. Segundo Mascaró (1991) com aumento da altitude a velocidade do vento também aumenta como pode ser observado na ilustração a seguir na figura 7.

Figura 7 - Proporção de aumento do vento em relação altitude.



Fonte: Mascaró (1991)

A relação entre ação dos ventos e a morfologia do terreno, pode estar relacionada a dimensão dos vales que interferem no potencial de ventilação. Para aferir a capacidade de ventilação dentro dos vale Mascaró (1991) sugere o uso da equação 5 a seguir:

$$D = \frac{d}{d + b} \times \frac{d}{t} \quad (5)$$

Onde:

D= Fator de forma do vale

d= largura do vale, sendo medida de borda a borda na porção superior.

b = largura do fundo do vale

t = profundidade do vale

Através da grandeza de D, tem-se o conhecimento sobre as condições de ventilação do sitio, considerando que quanto maior o valor de D melhor será a ventilação, lembrando que a ventilação depende da direção predominante dos ventos também (MASCARÓ, 1991).

Outro fator considerado é a disposição das faces das vertentes do relevo que influenciará na formação de microclimas, pois o balanço de energia será diferenciado. Neste sentido, Mendonça (1994) destaca que a variação da inclinação das vertentes do relevo associada à variação altimétrica e orientação do mesmo desempenha uma função determinante na distribuição da energia luminosa das mesmas.

O terreno condiciona diferentes exposições à radiação solar direta e, também, ao acúmulo de ar frio durante o inverno. De acordo com Armani (2009) existe uma diferenciação dos terrenos voltados para o norte (no hemisfério Sul), os quais são mais ensolarados, se tornando menos úmidos, pois interceptam mais energia, do que os voltados para o sul (no hemisfério sul), os quais são mais sombreados e, portanto mais úmidas (ARMANI, 2009).

O posicionamento das edificações pode trazer diferentes respostas térmicas, pois de acordo com a orientação das vertentes, temos às voltadas para leste apresentam um beneficiamento quanto ao conforto térmico, sendo adequadas principalmente à ocupação urbana, já que a insolação ocorre de forma direta pela manhã, período em que as temperaturas são mais amenas. Já as vertentes orientadas para oeste são desfavorecidas devido incidência solar visto que estas recebem a radiação solar direta durante o período que a temperatura alcança seus maiores valores, à tarde (NEVES, 1989).

2.3. MASSA CONSTRUÍDA

Com o avanço da urbanização as edificações tomaram conta do ambiente o que culminou em consequências para o clima. Neste sentido, com a ampliação das construções temos o aumento imediato da massa construída, a qual é responsável pelo atraso da perda de calor para o meio. Isso se deve às propriedades relacionadas com inércia térmica, que, por sua vez, faz com que as edificações armazenem parte do calor durante o dia e dissipe-o à noite. Mais especificamente essa retenção do calor está relacionada com as propriedades térmicas e a rugosidade desse ambiente construído. Tso et al. (1990) afirmavam que existe uma relação direta entre o acréscimo da massa construída, a redução

nas perdas térmicas convectivas e o aumento de temperatura nos centros urbanos.

Para aferição da massa construída aplica-se o modelo adaptado de Tso et al. (1990) no qual a massa construída consiste de um plano homogêneo, avolumétrico, que pode ser calculado através da seguinte equação 6:

$$MC = (V_{ct} \times \gamma)$$

Onde:

γ_c = densidade da alvenaria= 1300 kg/m³

V_{ct} = Volume do concreto (m³)

Primeiramente deve-se calcular o volume de concreto das construções por unidade de terreno (V_{ct}) através da equação 7 seguinte:

$$V_{ct} = (Per \times h \times Ec1) + (Apr \times NL \times Ec2) \quad (7)$$

Onde:

Per = perímetro da edificação (m)

h = altura da edificação (m)

$Ec1$ = Espessura média do concreto nas construções, adotado como 0,20 m.

0,20 m. para as paredes externas.

Apr = projeção da edificação (m²)

NL = número de lajes +1

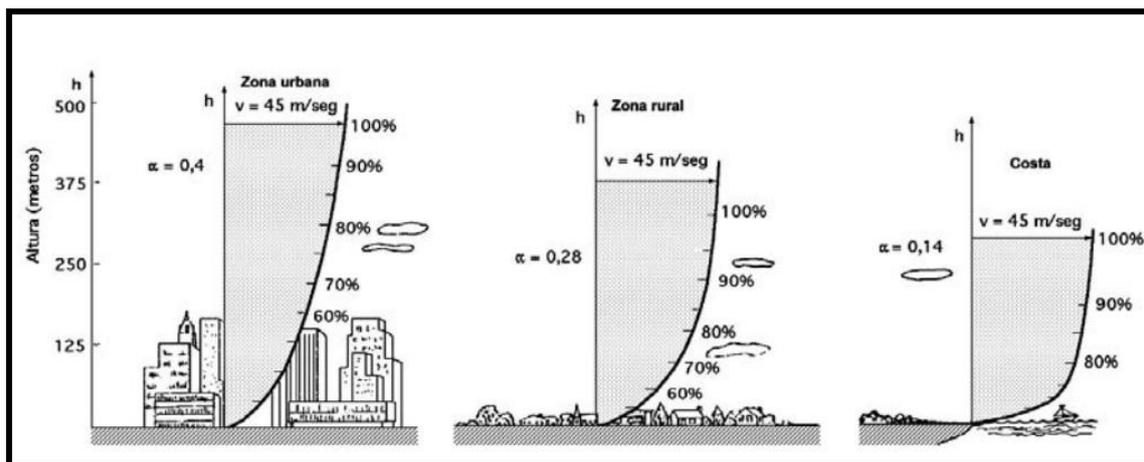
$Ec2$ = Espessura média do concreto nas construções, adotado como 0,10 m. para as lajes.

Para o cálculo da massa construída, Tso et al. (1990) admitiram que essa seja constituída, exclusivamente, de alvenaria, já que a maior parte das edificações seja constituídas por esse material e que as suas características térmicas são similares às de outros materiais de construção.

Além da inércia térmica desempenhada pelo material de construção das edificações, estas atuam como barreiras físicas para a circulação do ar, formando

os chamados *canyons* urbanos, os quais são formados por uma espécie de corredor de edificações elevadas, concentradas e separadas pelas vias de circulação. As edificações podem atuar diminuindo a velocidade dos ventos, pois as edificações agem como obstáculos aos fluxos, deste modo observa-se que a velocidade dos ventos na zona rural é potencialmente maior que nos centros urbanos, como pode se observar na figura 8:

Figura 8 – Perfil de velocidade do vento em diferentes localidades



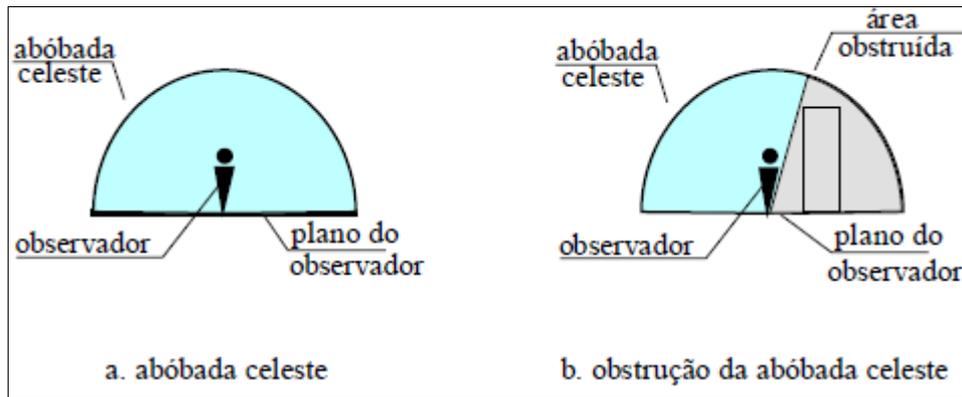
. Fonte: D'iez, (2003) apud Nunes Junior (2008).

Os *canyons* urbanos propiciam o aquecimento, pois restringem a emissão de ondas longas para a atmosfera, devido a geometria das edificações que reduzem o fator de visão do céu. Desta forma, a radiação recebida pode ficar aprisionada, através de inúmeras reflexões dentro dos *canyons* e assim são formados diferentes microclimas nos mesmos, devido aos variados ângulos de energia solar, além das múltiplas condições de irradiação e propriedades térmicas dos materiais que constituem a massa edificada.

2.4. FATOR DE VISÃO DO CÉU (FVC) E SOMBREAMENTO

A partir da configuração gerada pelas edificações é possível observar dois elementos determinantes na formação dos microclimas dentro das cidades, sendo estes o sombreamento e o Fator de Visão do Céu (*Sky View Factor*), os quais fazem uso de uma análise da cobertura do horizonte possível dentro dos *cânions* urbanos, a partir deste se visualiza os sombreamentos gerados pelos edifícios. O FVC está relacionado com a porção visível do céu, como pode ser observado na figura 9, a seguir.

Figura 9 - Desenho esquemático de obstruções da visão da abóbada celeste.



Fonte: SOUZA (1996) *apud* YAMAGUTI(2007).

O FVC é um parâmetro adimensional, que quantifica a seção de céu visível do local, o qual pode assumir valores entre 0 (zero) e 1 (um), sendo que quanto mais próximo de 1 maior a visibilidade do céu (Chapman et al. 2001). O FVC revela a relação geométrica existente entre a Terra e o céu e que representa a relação entre a área de céu obstruída e a área total da abóbada celeste visível. Como é possível visualizar na figura 10.

Figura 10 - Imagem do céu visível com lente olho de peixe.



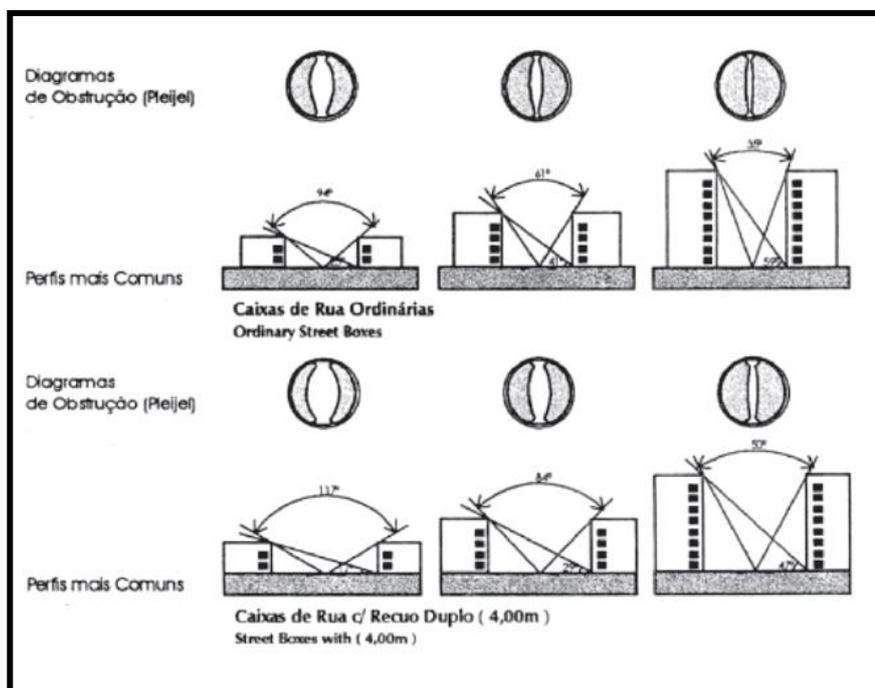
Fonte: OLGAY, 1998.

Para Souza et al (2005), a redução do FVC gera desconforto, seja pelo excesso de sombreamento, ou pelo calor armazenado, gerando até mesmo uma

necessidade de refrigeração artificial, o que pode ocasionar um aumento de consumo de energia elétrica. Destaca-se que, apesar dos sistemas de refrigeração artificial refrigerarem o interior das edificações, estes aquecem o ambiente externo, pois seus motores ficam dispostos para fora das construções, descarregando ar quente.

Com relação ao desenho urbano que pode ser descrito pelo FVC (Fator de Visão do Céu) ou ângulo de obstrução do horizonte em um dado ponto, verifica-se que a obstrução do horizonte está inteiramente relacionada ao potencial de trocas térmicas por radiação, sendo estas diretamente proporcionais (OKE, 1981). As edificações atuam como barreiras físicas para a radiação, determinando assim, determinam a quantidade que atingirá as superfícies, além de impossibilitar as trocas de ar, fazendo com que aquela determinada área permaneça aquecida. O exemplo das ruas de Porto Alegre, pode ser observado na figura 11, a seguir:

Figura 11 – Fatores de céu visível nas ruas de Porto Alegre.



Fonte: Mascaró (2008).

Em contrapartida, o sombreamento da superfície favorece a manutenção do equilíbrio energético do ambiente, uma vez que acontece a interceptação da radiação solar direta, e posteriormente ocorre a reemissão do calor que promoveria o aquecimento do ar (OMETTO, 1981).

2.5. EMISSIVIDADE E ALBEDO

Dentro da infinidade de elementos que influenciam o clima urbano, existe o saldo da radiação que desempenha uma função essencial na troca de calor e de massas com a troposfera, uma vez que é o principal responsável pelo aquecimento do ar e da superfície, sendo assim é de fundamental importância conhecer as propriedades dos materiais que constitui o meio. Uma delas é o albedo (refletância), que é uma propriedade física que os corpos possuem e caracterizam-se pela capacidade que os objetos apresentam de refletir a radiação solar que incide sobre eles, e esta pode variar de acordo com a cor e constituição, sendo que a reflexão máxima ocorrerá nos corpos de cor branca e o mínimo nos de cor preta, podem variar também de acordo com a inclinação (ou obliquidade) dos raios solares, ou seja, quanto maior essa inclinação, maior será o albedo.

Pode-se se observar a seguir no Quadro 6, os valores de albedo, emissividade e resultados das temperaturas superficiais que cada material que compõe as coberturas das edificações.

Outra propriedade que os materiais que constituem com meio urbano tem é a emissividade, determina qual é a resposta térmica definida pela temperatura superficial. A emissividade é a capacidade de um objeto emitir radiação, sendo que esta pode assumir o valor de 0 (refletida por um espelho) a 1,0 (corpo negro). Dessa forma o albedo e a emissividade dos materiais das edificações estão diretamente relacionados com a realidade térmica do urbano. Ou seja, quanto menor o Albedo e a Emissividade maior será o potencial daquela superfície em se aquecer e transmitir calor para o ar, em contrapartida quanto maior o albedo e a emissividade do material menor será o desempenho do mesmo para absorver a radiação, assim emitirá menos calor para o meio.

Quadro 10 - Temperaturas superficiais que os materiais de cobertura poderão atingir, de acordo com sua emissividade e albedo.

Material		Albedo Envelhecido	Emissividade do material	Temperatura Superficial	Temperatura Superficial	Diferença de temperatura entre o ar e o material	
		$\alpha_{\text{envelhecido}}$	e	T_s (K)	T_s (°C)	(K) ou (°C)	
Cerâmica Vermelha		0,53	0,9	309,92	36,8	-0,1	
Cerâmica Branca		0,54	0,9	309,37	36,2	-0,6	
Fibrocimento		0,34	0,9	320,26	47,1	10,3	
Alumínio	Sem pintura	0,57	0,05	342,57	69,4	32,6	
	Marfim	0,47	0,9	313,23	40,1	3,2	
	Amarelo	0,45	0,9	314,32	41,2	4,3	
	Bege	0,45	0,9	314,32	41,2	4,3	
	Azul Claro	0,42	0,9	315,95	42,8	6,0	
	Cinza Platina	0,41	0,9	316,49	43,3	6,5	
	Vermelho	0,38	0,9	318,11	45,0	8,1	
	Azul Santiago	0,31	0,9	321,86	48,7	11,9	
	Verde Imperial	0,28	0,9	323,45	50,3	13,5	
Cerâmica Asteca		0,26	0,9	324,50	51,4	14,5	
Aço Galvanizado	Sem pintura	0,57	0,25	331,06	57,9	21,1	
	Branco	0,49	0,9	312,34	39,2	2,3	
	Amarelo	0,37	0,9	318,65	45,5	8,7	
	Cinza Claro	0,33	0,9	320,79	47,6	10,8	
	Vermelho	0,32	0,9	321,33	48,2	11,3	
	Azul Escuro	0,28	0,9	323,45	50,3	13,5	
	Cinza Escuro	0,27	0,9	323,98	50,8	14,0	
	Verde	0,21	0,9	327,13	54,0	17,1	
Cerâmica		0,20	0,9	327,65	54,5	17,7	
Metal(Al + Z)		Sem pintura	0,54	0,25	333,21	60,1	23,2
Cimento colorido	Cinza escuro	0,26	0,9	323,98	50,8	14,0	
	Cinza escuro c/ resina	0,13	0,9	331,28	58,1	21,3	
	Cinza claro	0,49	0,9	322,92	49,8	12,9	
	Cinza Claro c/ resina	0,27	0,9	323,98	50,8	14,0	
	Vermelha	0,37	0,9	326,60	53,5	16,6	
	Vermelho c/ resina	0,28	0,9	323,45	50,3	13,5	
	Ocre	0,33	0,9	323,98	50,8	14,0	
	Ocre com resina	0,23	0,9	326,08	52,9	16,1	
Metal Termo-acústico	Branca	0,32	0,66	319,26	46,1	9,3	
	Alumínio	0,28	0,25	332,50	59,4	22,5	
	Verde	0,27	0,4	329,41	56,3	19,4	
	Cerâmica	0,43	0,66	323,39	50,2	13,4	

Fonte: Ferreira & Prado (2003)

Para compreender o comportamento térmico dos materiais que constituem o meio urbano, faz-se necessário conceber as leis físicas que regem o desempenho da emissividade dos corpos, De acordo com Ferreira & Assis (2014, p.204):

“Aplicando a Lei de Stefan-Boltzman, que estabelece que a energia emitida por um corpo seja proporcional a quarta potencial de

sua temperatura absoluta, podemos afirmar que a redução da temperatura de um material presente na superfície urbana repercutiria em uma diminuição da radiação infravermelha emitida por ele, ocasionando em uma redução no transporte de calor entre a superfície e a atmosfera”.

A Lei de Stefan-Boltzman descreve a potência da energia irradiada por um corpo, esta pode ser verificada através da equação 8, a seguir:

$$P = \varepsilon \times \sigma \times A \times T^4 \quad (8)$$

Onde:

ε = a emissividade do corpo;

$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^2 \text{ K}^4$ (constante de Stefan-Boltzmann),

T= temperatura absoluta do corpo em Kelvin

A=área do corpo.

Mas se a temperatura do corpo for diferente da temperatura do ambiente deverá ser aplicada a equação 9, a qual verifica a potência irradiada líquida:

$$P = \varepsilon \times \sigma \times A \times (T_A^4 - T^4) \quad (9)$$

Sendo:

T_A = Temperatura do Ambiente em Kelvin.

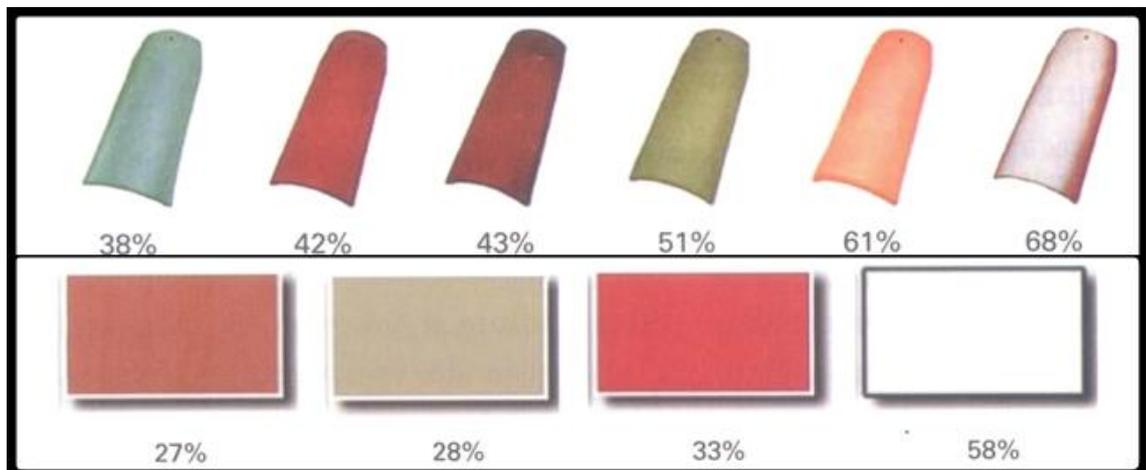
Segundo a Lei de Kirchhoff, em uma mesma temperatura a emissividade é igual à sua capacidade de absorção, de acordo com o tipo do material que constitui o objeto, sendo que, todo bom absorvedor de energia é um bom emissor.

Em situações em que a potência líquida irradiada for maior que 0 (zero), a temperatura do ambiente é maior que a do corpo e isso define que a potência de emissão de energia do corpo é menor que a capacidade de absorver energia. Porém, quando a potência líquida irradiada for menor que 0 (zero),

significa que a temperatura do ambiente é menor que a do objeto, assim este terá maior potência de emissão do que de absorção de energia.

Gartland (2010) destaca que se deve ficar atento com o uso dos termos “refletivo”, “alto albedo”, “de cor clara”, ou “branca” quando fazem referência a materiais frescos, ou seja, que podem condicionar o conforto térmico. Visto que apenas essas características não garantem que o material permaneça fresco durante a exposição do sol, pois para que isto ocorra este material deve ter como suas propriedades a alta refletância solar e a alta emissividade térmica. Assim coberturas metálicas podem ter alto valor de albedo, e, portanto elevado poder de reflexão, porém possuem baixíssima emissividade, deste modo, não atuam como coberturas frescas (GARTLAND, 2010). É possível observar o comportamento da refletância nos materiais frescos na figura 12 a seguir:

Figura 12 - Refletância de telhas cerâmicas frescas e revestimentos metálicos frescos.

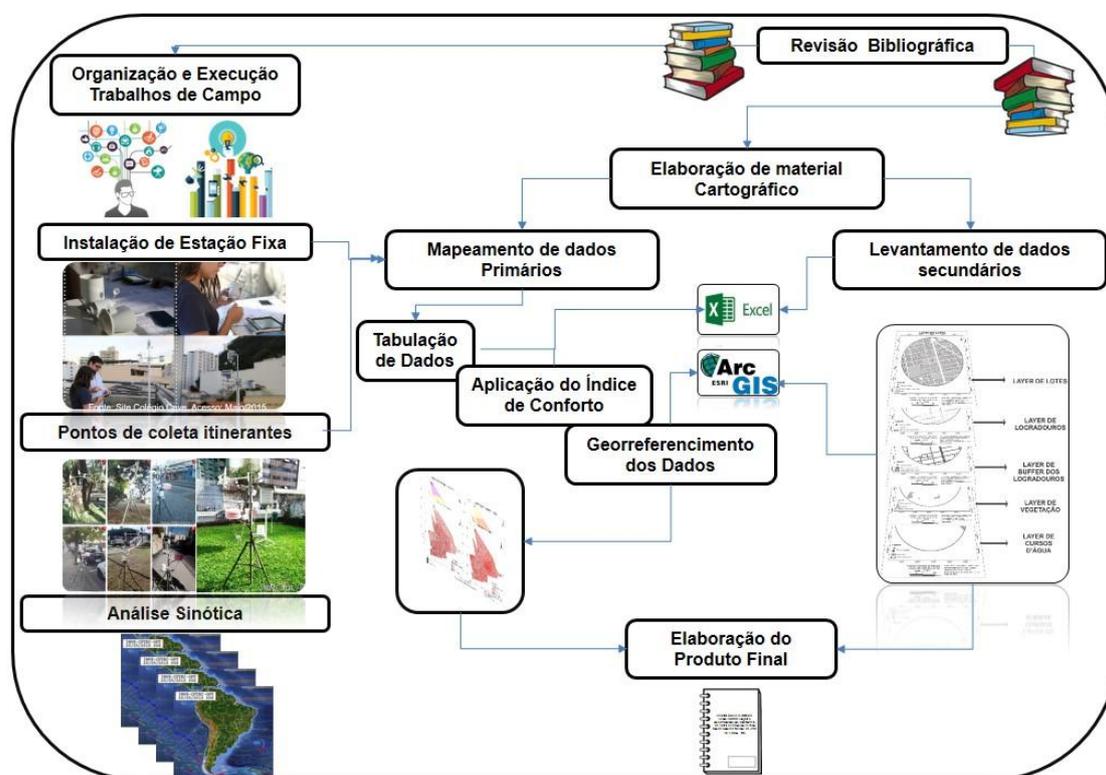


Fonte: Adaptado de Gartland (2010).

CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho pretende apresentar os impactos do crescimento urbano na região central da cidade de Juiz de Fora através da perspectiva do conforto térmico, com ênfase no canal de percepção termal, utilizando dados meteorológicos primários coletados diretamente em campo, dados estruturais secundários cedidos pela Prefeitura de Juiz de Fora (Departamento de cadastro imobiliário), além de levantamentos de bibliografia, confecção de gráficos climatológicos e mapas temáticos. Na figura 34, a seguir verifica-se um esquema geral do processo de construção da dissertação.

Figura 13 - Modelo esquemático da Dissertação.



Fonte: elaborado pela própria autora.

A execução do trabalho ocorreu em quatro momentos, sendo o primeiro caracterizado pelo início construção do referencial teórico, através de uma revisão bibliográfica que perpassou tanto obras clássicas, quanto trabalhos mais atuais que pudessem contribuir para a investigação. Em seguida, os trabalhos de campo foram organizados e executados, por meio de instalação de estações

meteorológicas em pontos de coleta de dados previamente escolhidos. A partir dos dados levantados em campo e coleta de informações secundárias, o material cartográfico foi elaborado através do Geoprocessamento. Por fim, todas as informações foram somadas e avaliadas, dando início ao processo de redação da dissertação. A seguir, serão detalhados os momentos elementares de cada procedimento.

3.1. TRABALHOS DE CAMPO

Inicialmente, estabeleceu-se uma parceria com o Colégio Cave, o qual adquiriu uma estação meteorológica da marca *Oregon Scientific*, modelo WMR200, que foi devidamente instalada na área externa de suas dependências. Para isso foi verificado o melhor local para instalação da mesma, livre de barreiras e afastada das superfícies de concreto. Deste modo, a escola disponibilizou os dados coletados pelo equipamento e assim estabeleceu-se o ponto de controle fixo na área de estudo. Entende-se como ponto de controle o local onde foi colocada a estação meteorológica para realização das medições em campo.

Em seguida, foram escolhidas as localidades onde os pontos de controle itinerantes seriam alocados. Para escolha destes pontos foram adotados critérios como a seleção das áreas que mais representassem a realidade de cada região urbana, assim o número de pontos de controle foi distribuído proporcionalmente à extensão das regiões urbanas em estudo. Assim pode-se verificar a distribuição destes pontos no quadro 11, a seguir:

Quadro 11 – Distribuição dos Pontos itinerantes na área de estudo.

DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS ITINERANTES		
RU	ÁREA (Km²)	Nº DE PONTOS
ALTOS DOS PASSOS	0,45	1
CENTRO	1,8	4
GRANBERY	0,45	1
JARDIM GLÓRIA	0,3	1
JARDIM PAINEIRAS	0,34	1
JARDIM SANTA HELENA	0,38	1
MANOEL HONÓRIO	0,49	1
MARIANO PROCÓPIO	0,86	2
MORRO DA GLÓRIA	0,2	1

NOSSA SENHORA APARECIDA	0,39	1
POÇO RICO	0,85	2
SÃO MATEUS	1,24	3
TOTAL	7,75	19

Para realização da etapa de campo, contou-se com apoio de um Geógrafo responsável técnico pela estação meteorológica do INMET alocada na UFJF, bolsistas de iniciação científica e equipamentos do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA) da UFJF.

Na realização da coleta nos pontos itinerantes, foram utilizadas duas estações meteorológicas portáteis modelo WNR928NX da marca Óregon. Antes de dar início as coletas de campo, todos os equipamentos foram testados e calibrados junto à estação meteorológica automática do INMET, localizada no campus da UFJF.

Desse modo, foram iniciadas as medições das variáveis de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento em 20 pontos distintos, sendo o ponto fixo localizado no Colégio Cave. Neste, os dados foram coletados todos os dias do campo, já os demais foram pontos foram itinerantes, ou seja, a cada dia eram feitas coletas de dados em dois pontos itinerantes distintos. No Quadro 12 e no Mapa 9, tem-se as informações de localização e data de coleta. Destaca-se que no dia 21 de Agosto, não houve coleta de dados em campo, pois verificou-se condições de maior instabilidade meteorológica, diferenciando das condições atmosféricas dos demais dias, como pode ser verificado na análise sinótica realizada.

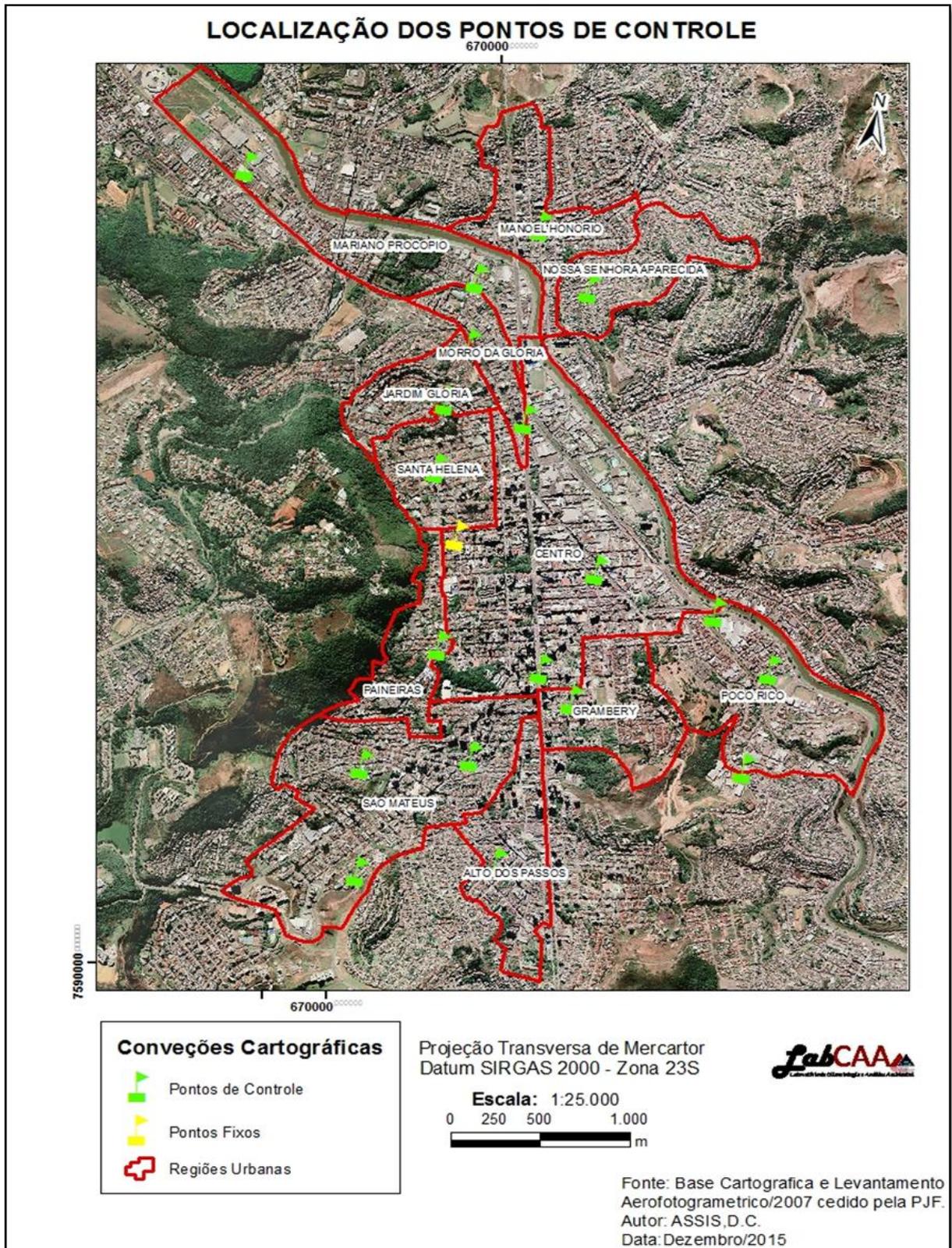
Quadro 12 – Dados dos pontos de controle.

Ponto	Localização	RU	Data
0	Rua Tiradentes - Colégio Cave	Centro	-
1	Rua Halfeld com Av. Getulio Vargas – Calçadão	Centro	11/08/15
2	Rua Espírito Santo – Em frente a Esdeva	Centro	11/08/15
3	Rua F. Bernardino c/ Av. Rio Branco – Mergulhão	Centro	12/08/15
4	Rua Silva Jardim c/ Rua Olegário Maciel	Jardim Santa Helena	12/08/15
5	Av. Itamar Franco c/ Av. Rio Branco	Centro	13/08/15
6	Av. Andradas – Em frente Igreja da Glória	Morro da Glória	13/08/15
7	Rua Dr. João Pinheiro, nº 264	Jardim Glória	14/08/15
8	Rua Dr. Antonio Carlos, nº 347	Granbery	14/08/15
9	Rua Henrique Burnier-Em frente a Coca-Cola	Mariano Procópio	17/08/15

O CONFORTO TÉRMICO ASSOCIADO ÀS VARIÁVEIS DE COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO CENTRAL DE JUIZ DE FORA – MG

10	Rua D. Pedro II – Atrás do Clube D. Pedro	Mariano Procópio	17/08/15
11	Rua Pernambuco c/ Rua Paraná	Poço Rico	18/08/15
12	Av. Francisco Valadares – em frente ao supermercado Bahamas	Poço Rico	18/08/15
13	Av. Américo Lobo, nº1107	Manoel Honório	19/08/15
14	Rua Luiz Creozol, nº 165	Nossa S. Aparecida	19/08/15
15	Rua Monsenhor Gustavo Freire, nº 401	São Mateus	20/08/15
16	Rua Guaçuí - Condomínio	São Mateus	20/08/15
17	Rua São Mateus - Posto Policial	São Mateus	22/08/15
18	Rua Machado Sobrinho c/ Severiano Sarmiento	Alto dos Passos	22/08/15
19	Rua Olegário Maciel – Em frente praça Cel. Aprígio Ribeiro	Jardim Paineiras	23/08/15

Mapa 1 – Localização dos Pontos de Controle.



As medições foram realizadas durante 10 horas, sendo iniciadas às 8 horas da manhã e encerradas às 18 horas de cada dia, o intervalo adotado entre as medições foi de 15 minutos, ou seja, de 15 em 15 minutos eram registrados os valores das variáveis.

Em seguida, iniciou-se a tabulação dos dados coletados em campo, para aplicação do índice de temperatura efetiva (TEv) através da equação 4 apresentada no item 1.2. Foi feito o cálculo da temperatura efetiva no *Excel*, para o período da manhã e da tarde. Para isto foram calculadas as médias para dois momentos do dia, o período da manhã inicia-se às 8 horas e encerra 13 horas e para a tarde, o intervalo era de 13 horas e 15 minutos as 18 horas. O cálculo do índice de temperatura efetiva foi realizado para cada dia de medição.

Buscou-se evidenciar os diferentes comportamentos, influenciados pelo sombreamento e/ou recepção direta da radiação solar. Além de destacar a situação sinótica da região nos dias de coleta de dados, para assegurar condições meteorológicas semelhantes.

Com os dados e índices tabulados, foram feitos gráficos comparativos dos pontos de controle, o que orientou a elaboração do material cartográfico. Finalizado esta etapa fez-se a aquisição e tratamento dos dados do meio físico e socioeconômico, mapeando os padrões mutáveis de uso e cobertura do solo, que consistem nas características que podem ser modificadas com decorrer do tempo, como vegetação, cursos d'água, albedo, emissividade, massa construída, Sombreamento. Além destes, também foram levantados os aspectos do relevo, como altitude e Orientação de Vertentes da área de estudo.

3.2. MATERIAL CARTOGRÁFICO

Para tanto, utilizou-se dados cedidos pela Prefeitura de Juiz de Fora, sendo estes dados: camada de lotes, logradouros, curvas de nível, hidrografia, delimitação das regiões urbanas, além das tabelas com as informações das características da unidade presente dentro de cada lote e a imagem do levantamento aerofotogramétrico de 2007, englobando a Região Central.

Com o uso de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), foram espacializadas e mapeadas cada uma das variáveis e, a partir dos dados coletados através das medições em campo, foram mapeadas as zonas termiais,

além das zonas delimitadas pelo Índice de temperatura efetiva. Logo, a partir dados dos coletados, foram elaborados o material cartográfico através das técnicas de Geoprocessamento utilizando o software *ArcGis 10.2*, sendo gerados os seguintes mapas:

- Localização do Município de Juiz de Fora- MG.
- Pontos de controle destacados na região central.
- Altimetria de Juiz de Fora.
- Distribuição da População na Região Central (1991- 2010)
- Uso das Unidades na região central
- Altimetria da Região Central.
- Orientação de vertentes da Região Central
- Vegetação e Hidrografia da Região Central.
- Albedo da Região Central.
- Emissividade da Região Central.
- Número de pavimentos na Região Central.
- Massa Construída da Região Central.
- Temperatura, Umidade, Velocidade dos Ventos e Índice de Temperatura Efetiva de cada dia de coleta para os períodos da Manhã e Tarde.

Para elaboração dos mapas de “Localização do Município de Juiz de Fora-MG” e de “Pontos de controle destacados na região central”, foram adicionados no ambiente Arcmap as camadas de limites territoriais do país Brasil, estado de Minas Gerais, município de Juiz de Fora e o shape dos pontos de controle criado no ambiente ArcCatalog. Posteriormente fez-se o georreferenciamento dos pontos de controle na área de estudo, utilizando a ferramenta de edição vetorial, estabelecendo como *Datum* padrão, o SIRGAS 2000, zona 23 S, assim como em todos os outros mapas, em seguida os *layouts* foram exportados.

Para os mapas de população utilizaram-se dados concedidos pelo IBGE, os quais foram adicionados na tabela de atributos da camada de regiões urbanas da área de estudo, posteriormente, a camada foi classificada com as informações de população.

O procedimento de construção do Mapa de “Altimetria de Juiz de Fora”, consistiu na adição da camada de curvas de nível, com equidistância de 5 metros

no ambiente Arcmap. Em seguida, utilizou-se a ferramenta “*TIN Create*”, do pacote de ferramentas “*3D Analyst*”, o que gerou o modelo de altimetria através de modelagem por rede de triângulos irregulares. Para o mapa “Altimetria da Região Central”, o modelo digital gerado para o município foi recortado através da camada limite da área de estudo, com da ferramenta *Extract by Mask* do *Spatial Analyst tools*.

O mapa de “Orientação das vertentes da Região Central” também foi gerado a partir das curvas de nível utilizadas anteriormente, mas para isso foi necessário converter a camada no formato “Shapefile” para “Raster”. Com a informação das curvas de nível no raster foi possível executar a ferramenta “*Aspect*” do conjunto “*Surface*”.

Para criação do mapa “Vegetação e Hidrografia da Região Central”, foram adicionadas ao ambiente *Arcmap* a camada com a delimitação das áreas verdes, feita por Araújo (2014), junto da de vegetação mapeada por Barros (2015). Os corpos hídricos foram adicionados ao mapa por meio da camada hidrografia do IBGE, além da vetorização manual da lamina d’água do Rio Paraíbuna com a ferramenta de edição vetorial. Em seguida, todas as camadas foram cortadas dentro da área de estudo, através da ferramenta *Clip*, no conjunto de *Analysis tools*.

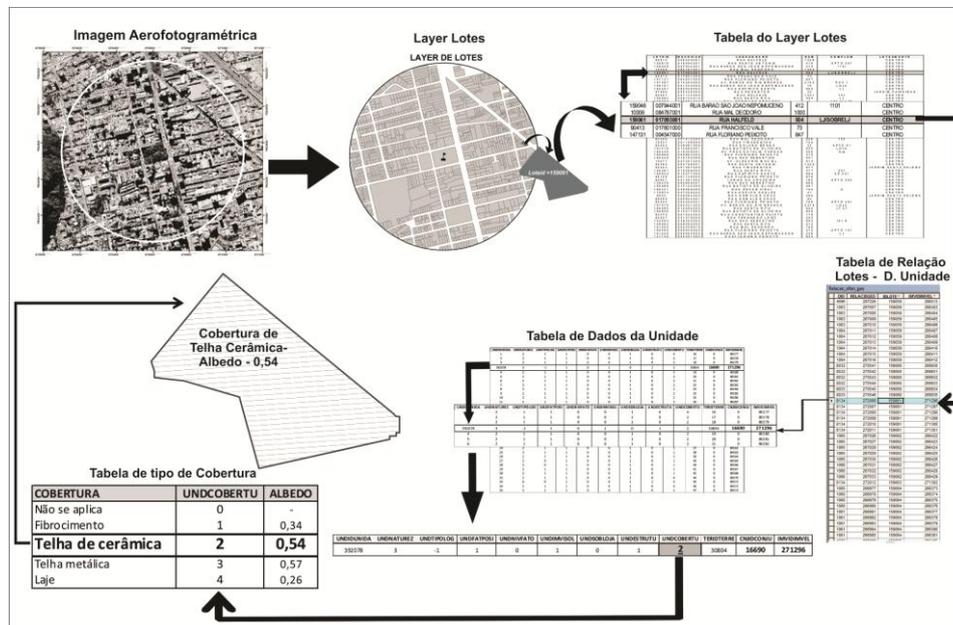
Os mapas Uso das unidades; Albedo e Emissividade utilizam a mesma forma de dados, caracterizadas pela camada de lotes e tabelas com informações da unidade. Para isto a camada de lotes é ligada as tabelas adicionadas no ambiente Arcmap, através da ferramenta “*joins and relates*”, assim liga-se a informação da unidade contida na tabela a cada feição de lote.

No mapa de uso da unidade destacou-se o campo da tabela que revela qual era o uso de cada unidade, sendo estas classificadas como: “Residencial”, “Religioso”, “Comercial”, “Serviço”, “Industrial”, “Institucional”, “Governamental” ou “Garagem”, sendo que os lotes não enquadrados nessas classes ou não verificados foram rotulados como “Não se aplica”.

Para os mapas de Albedo e Emissividade fez-se o mesmo procedimento, porém utilizou-se dos dados do campo da tabela relacionado à cobertura unidade, ou seja, que tipo material é constituído a cobertura do imóvel dentro de cada lote, ressaltando que se considera que o lote seja completamente coberto por aquele

material sendo que na realidade isto nem sempre ocorre, por isto a área visualizada como cobertura poderá ser superestimada em alguns casos. Os tipos de cobertura podem ser classificados como: “Fibrocimento”, “Telha Cerâmica”, “Telha metálica” e “Laje” e nos imóveis onde não se cadastrou esta informação ou o tipo de cobertura não se enquadra nessas classes foram rotulados como “Não se aplica”. A partir desta classificação foi feita uma correlação com os valores do Albedo e Emissividade de cada tipo de material de acordo com os valores relacionados no Quadro 7, contido no subitem 2.5. Esse procedimento pode ser ilustrado pela figura 14, a seguir:

Figura 14 – Procedimento para elaboração do mapa de albedo e Emissividade.



Fonte: Ferreira & Assis (2014).

Para elaboração dos mapas de Edificações e Massa Construída foi necessário verificar quantos pavimentos possuem o imóvel localizado em cada lote, desta forma utilizou-se a ferramenta “Street View” do “Google Earth”, assim através da mesma destacou-se o número de pavimentos das unidades e este dado foi adicionado a tabela de atributos da camada de lotes. Destaca-se que em alguns momentos havia mais de uma edificação em um lote, nestas situações adotou-se o número de pavimentos que tinham maior representatividade dentro da unidade. Outra ressalva é que não se considerou andares de estacionamento e terraços, já que estes se apresentam com configurações diferenciadas, pois na

maior parte das ocorrências não possuem paredes nas suas laterais, ou são subterrâneos.

O processo de elaboração do mapa de massa construída utilizou o campo da tabela que define o número de pavimentos de cada de lote adicionado a mesma anteriormente, além do perímetro e área de cada feição. Com esses dados a massa construída de todos os lotes foi calculada em planilhas do Excel, aplicando as equações 4 e 5, contidas no item 2.3. Em seguida inseriu-se a tabela com os cálculos no ambiente *Arcmap*, as feições foram conectadas a tabela pelo “*join and relates*” e destacou-se a informação do campo massa construída.

Finalmente, para elaboração dos mapas finais de Temperatura, Umidade, Velocidade dos Ventos e Índice de Temperatura Efetiva de cada dia de coleta para os períodos da Manhã e Tarde, foi adicionada a camada dos pontos de controle no ambiente *Arcmap*, posteriormente foram acrescentados quatro campos na tabela de atributos, denominados temperatura manhã (Temp_1), temperatura tarde (Temp_2), TEV manhã (TEv_1) e TEV tarde(TEv_2), logo foram acrescentados os valores das médias e dos índices anteriormente calculados, de cada período do dia.

Em seguida, foram realizadas as interpolações dos dados, de cada um destes novos campos gerados através da ferramenta “*Interpolation*”, dentro do “*Spatial Analyst*”, para cada dia de coleta, por meio do método inverso do quadrado da distância (IDW), este método de interpolação é uma ferramenta de análise espacial a qual considera que cada amostra de ponto tem uma influência local que diminui com a distância. Este admite que os pontos mais próximos para o processamento da célula, influem mais fortemente que aqueles mais afastados. O uso de interpolador IDW é recomendado quando a variável a ser mapeada diminui com a distância na localização amostrada Wei & Mcguinness (1973). Feita a interpolação foi criado um arquivo “*raster*” para cada campo interpolado, gerando os mapas separadamente.

Além dos mapas gerados também foi feito um modelo de sombreamento para cada ponto de controle. No ambiente *Arcmap* foram recortadas da camada de lotes, as unidades que ficavam no entorno dos pontos de controle, através da ferramenta *Clip*, em seguida foram destacadas as informações de altura das edificações de cada lote, além da altitude dos mesmos. Posteriormente, as

camadas recortadas foram exportadas para o formato “*dwg.*” e *importadas para o software* de modelagem tridimensional “*Google SketchUp Pro 2015*”, neste ambiente todas as linhas foram unidas. Logo, foram projetadas verticalmente de acordo com a altura aproximada de cada edificação para o cálculo do gabarito foram adotadas as seguintes: cada pavimento do edifício deu-se 3 metros de pé-direito e para cada loja com sobreloja, 5 metros de pé direito, desconsiderando espessura de lajes e outras medidas. Posteriormente foram inseridos os dados de latitude e longitude de Juiz de Fora, com a ferramenta de projeção de sombras foi possível simular um estudo solar para análise das sombras.

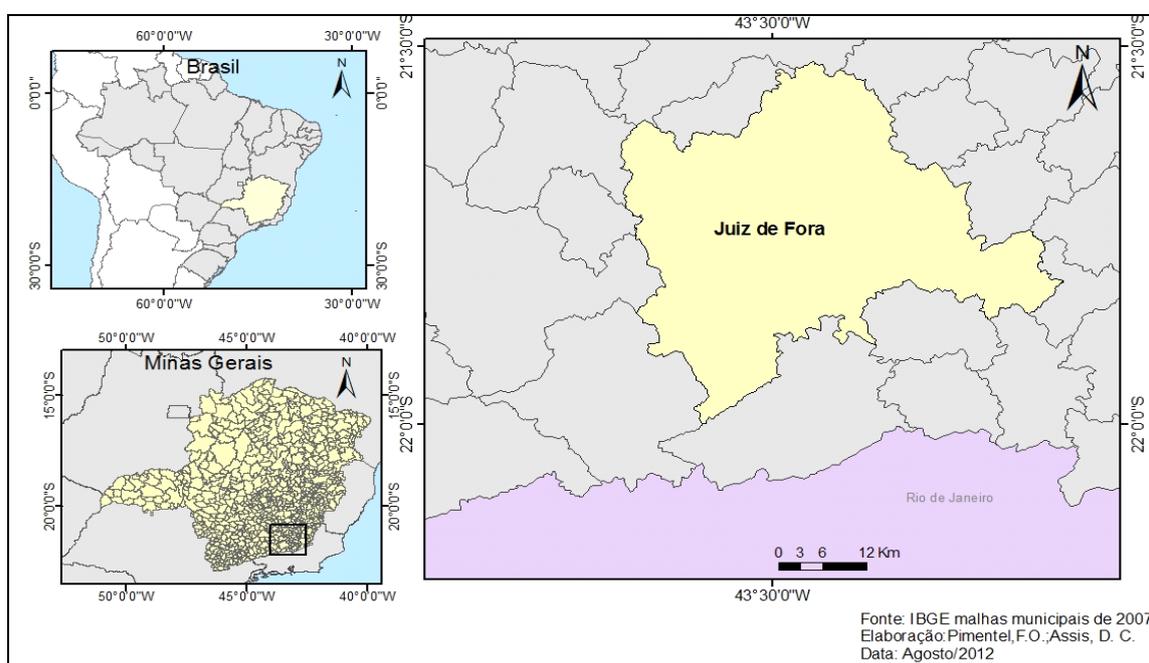
Findada a elaboração dos mapas e modelos foi possível analisar as zonas de conforto térmico evidenciando a influência no tipo de uso e ocupação do solo e a resposta climática e equacionar os ambientes favoráveis à ocupação humana, sejam eles muito úmidos e quentes, quentes e secos, frios e úmidos, enfim, relações entre a temperatura e umidade que resultam em um desconforto higrotérmico. E, finalmente, através de todo o material elaborado executar o detalhamento, mapeamento e conclusão das informações adquiridas.

CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1. CARACTERIZAÇÃO SÓCIO ESPACIAL DE JUIZ DE FORA

O município de Juiz de Fora está localizado na Zona da Mata, sudeste do estado de Minas Gerais, mais precisamente nas coordenadas geográficas 21° 45' 50" S e 43° 21' 00" W, o que pode ser observado no Mapa 1 - Localização do Município de Juiz de Fora- MG.

Mapa 1 - Localização do Município de Juiz de Fora- MG.



Fonte: elaborado pela autora.

O município possui uma área de 1.429,875 km² que se divide em quatro distritos, sendo estes: Juiz de Fora (sede), Torreões, Rosário de Minas e Sarandira, que compreendem uma extensão territorial de 725,975km², 374,5 km², 225,6 km² e 103,8 km², respectivamente.

A cidade possui uma população de 516.247 habitantes (IBGE, Censo Demográfico, 2010), sendo que 98,9% deste total é população urbana, restando apenas 1,1 % de rural. Neste sentido, pode-se observar no Mapa 2, a Evolução da mancha urbana dentro do município desde 1883, este mapa permite verificar as regiões de expansão da cidade, além de destacar a região central, onde teve início o processo de urbanização.

No mapa 2, verifica-se que Juiz de Fora ainda concentra boa parte de sua estrutura urbana em parte do município. Carvalho (2013) destaca o caráter diferenciado do processo de centralidade urbana de Juiz de Fora, visto que grande parte das cidades médias da região Sudeste tem sua expansão em direção às periferias, propiciando os processos de conurbação. No caso desta cidade, têm-se o processo inverso, ou seja, cada vez mais o centro se adensa e se diversifica e, por consequência, se torna mais importante perante o restante do município (CARVALHO, 2013).

Apesar do mapa não trazer registros da urbanização antes de 1883, sabe-se que Juiz de Fora, outrora conhecida como Vila de Santo Antônio do Paraibuna, já possuía relevância no contexto mineiro, sendo considerada a Princesa da província, com a maior arrecadação de impostos de entre as demais sedes, além da economia cafeeira de destaque.

Atualmente Juiz de Fora se destaca como pólo regional, atraindo pessoas de toda a região da Zona da Mata, intensificando, principalmente, o fluxo de veículos automotores na região Central da cidade, já que segundo o DENATRAN (2015) o município conta com um total de 242273 veículos emplacados. Com este quantitativo de frota, o município ocupa o 53º lugar no ranking de frotas do DENATRAN, assumindo uma proporção de cerca de um carro para cada dois habitantes.

Apesar da recente implantação de um shopping e um centro de convenções (Expominas JF) mais distante da região central, a atividade do Centro permanece intensa, com sua movimentação diária de lazer, negócios, trabalho e comércio, persistindo concentração de pessoas, veículos, imóveis, etc. Segundo Tasca (2010), em termos urbanísticos, nas décadas de 80 e 90 houve um processo de verticalização do Centro e de seu entorno, em contraposição a um crescimento horizontalizado na periferia mais distante.

Entretanto, somente em 1938 começou a se pensar na estruturação da ocupação da terra da cidade, com a criação dos Códigos Tributários e de Obras (Decreto Lei n. 23), o qual, segundo Tasca (2010), surgiu não só a partir da demanda de normatizações sobre a ocupação da terra na cidade, com intuito não só de regulamentar as edificações, de se estabelecerem regras mais precisas para a ocupação do solo na cidade, mas, sobretudo, para normatizar sobre as

edificações. Além disso, busca definir, mesmo que superficialmente, questões como desmembramento, arruamento, loteamento, mas não sendo considerado um referencial de planejamento urbano (TASCA, 2010).

Tasca (2010) afirma que Juiz de Fora só foi conhecer uma nova legislação sobre o uso e ocupação do solo urbano em 1986, com as leis 6908/86 que dispõe sobre o Parcelamento do Solo; a 6909/86 sobre o Código de Edificações e a 6910/86, sobre o Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo. Estas novas normatizações, ainda vigentes, objetivam conduzir a ocupação do solo, que ocorreu de maneira desordenada e concentrada nas regiões centrais. Nestas leis busca-se orientar o vetor de crescimento urbano para a região norte da cidade, na tentativa de atenuar os efeitos da urbanização e concentração desorganizada.

Passados alguns anos, Juiz de Fora viveu mais uma proposta de intervenção urbana dada pela proposição de plano diretor em 1996, que trazia um diagnóstico da cidade e uma perspectiva de organização da mesma para que possa usufruir da sua capacidade de desenvolvimento. Dentre as propostas desse plano estavam os projetos de normatização do ordenamento e parcelamento do solo, destacando as regiões que já sofriam com o adensamento urbano e as que ofereciam potencial de expansão e ocupação. Porém, com a mudança de governo, todo trabalho realizado não foi à frente e abdicou-se do plano diretor de 1996.

Somente nos anos 2000 concretizou-se a elaboração e aprovação de um plano diretor da cidade que, diferentemente do proposto em 1996, não trazia regulamentações a respeito do parcelamento do solo, fazendo com que o município se norteasse ainda sobre as leis 6909/86 e 6910/86.

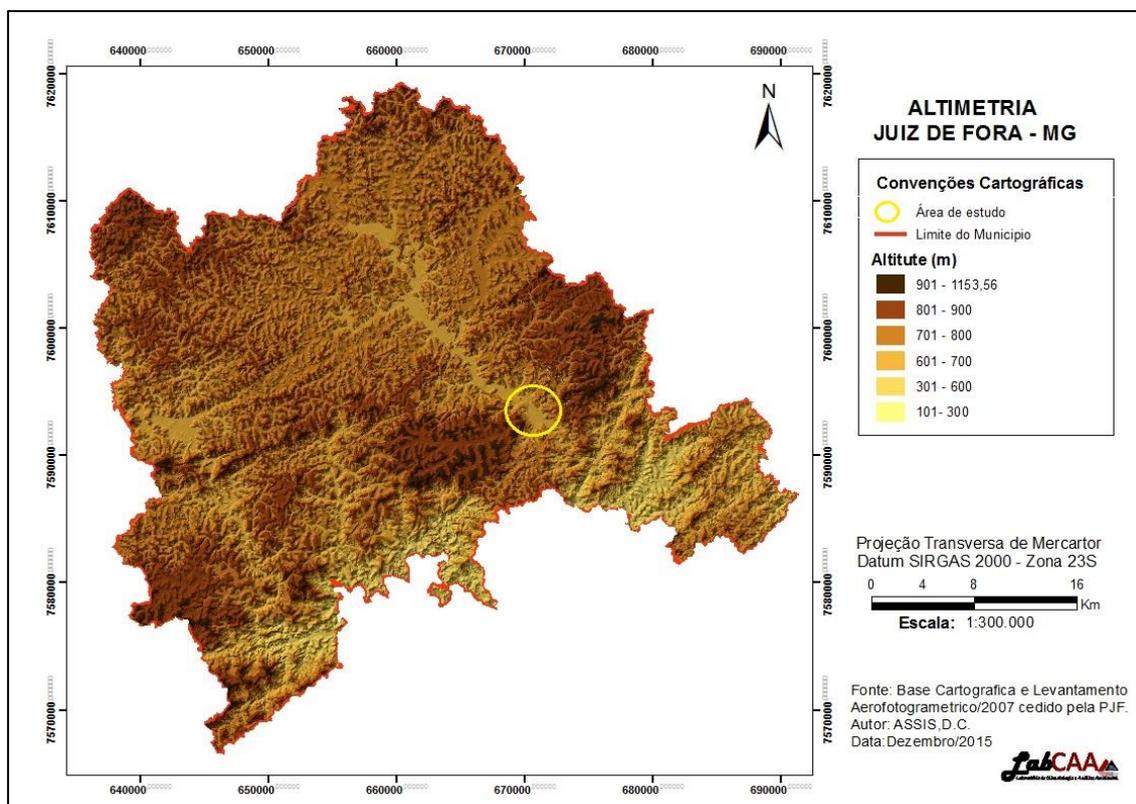
Hoje a cidade vive a primeira revisão do plano diretor de 2000, o chamado plano diretor participativo iniciado em 2013, com a portaria 08615/13, a qual instaurou o grupo de trabalho Executivo para elaboração da primeira revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora - PDDU/JF e a elaboração do Plano de Mobilidade Urbana de Juiz de Fora - PMU/JF.

4.2 – CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DE JUIZ DE FORA

4.2.1 – RELEVO

Juiz de Fora (Minas Gerais) se caracteriza por apresentar grandes variações de altitudes, formação de inúmeros anfiteatros e planícies intermontanas. Segundo ROCHA (2005), a área municipal está situada sobre rochas variadas, com destaque para o Complexo Mantiqueira (norte) e Complexo Juiz de Fora (sudeste). Essas formações são separadas por um extenso sistema de falhas de empurrão, abrangendo uma grande variedade de rochas metamórficas de idade pré-cambriana caracterizadas por alterações oriundas de significativas atividades tectônicas com relevo acidentado, com altitudes próximas a 1000 m nos pontos mais elevados, 670 a 750m no fundo do vale do rio Paraibuna e níveis médios em torno de 800 m. Podemos visualizar a altimetria do município no Mapa 4 a seguir:

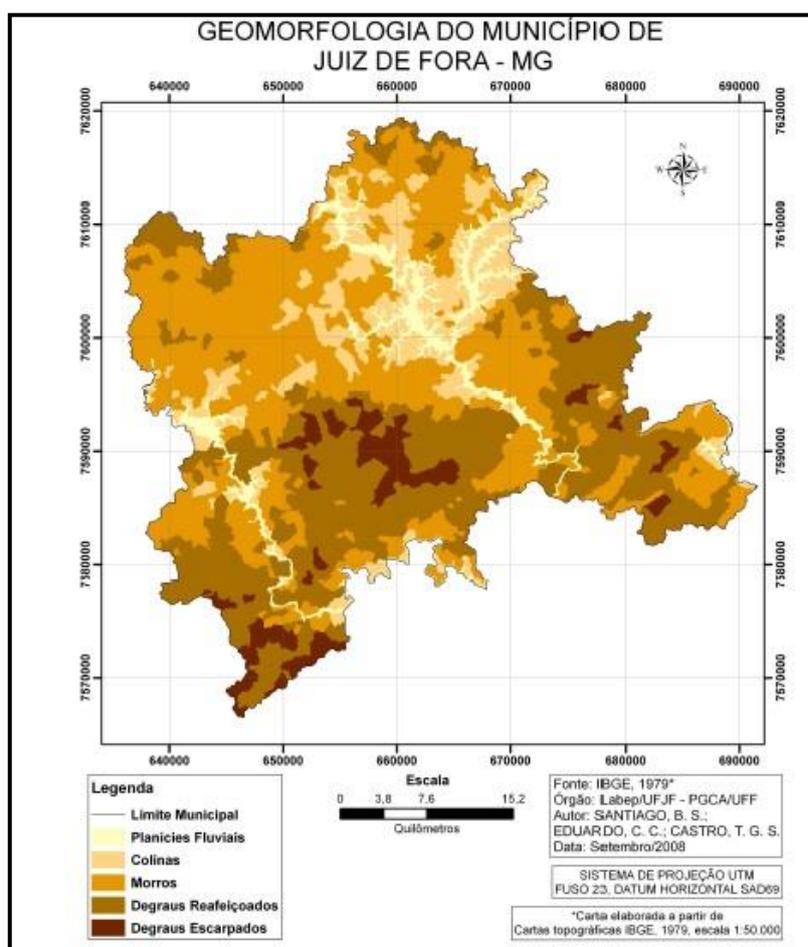
Mapa 4 – Altimetria do município de Juiz de Fora.



Fonte: elaborado pela autora.

Santiago (2008) fez um mapeamento das feições geomorfológicas de Juiz de Fora, segundo a autora, cerca de 40% da área do município constitui-se de morros, caracterizados por um desnivelamento que varia de 100 a 200 metros, nos quais encontram-se feições íngremes com topos convexos e, portanto, vales mais encaixados. Em seguida, tem-se com 34,7% da área com feições denominadas de degraus reafeiçoados, que consistem no desnivelamento de 200 a 400 metros, ao que se denomina zonas de transição de compartimentos com diferentes altitudes. Em menores proporções ainda tem-se as feições: Colinas com variação altimétrica de 20 a 100 metros (12,7% da área), Planície Fluvial de desniveis de 0 a 20 metros (6,2% da área) e Degraus Escarpados com encostas íngremes, com desniveis acima de 400 metros, ocupando 5,8% da área do município (SANTIAGO,2008). A distribuição destas feições podem ser verificadas no mapa 5 , a seguir:

Mapa 5 - Geomorfologia do Município de Juiz de Fora.



Fonte: (SANTIAGO, 2008)

No que diz respeito aos aspectos pedológicos, não há um mapeamento em escala adequada. No entanto, tem sido constatados LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS álicos e distróficos, CAMBISSOLOS e NEOSSOLOS LITÓLICOS distróficos, e também GLEISSOLOS e NEOSSOLOS FLÚVICOS. Fazem-se presentes também materiais de alteração, de composição areno-siltosa a argiloarenosa, os quais apresentam elevada propensão à erodibilidade (ROCHA, 2005).

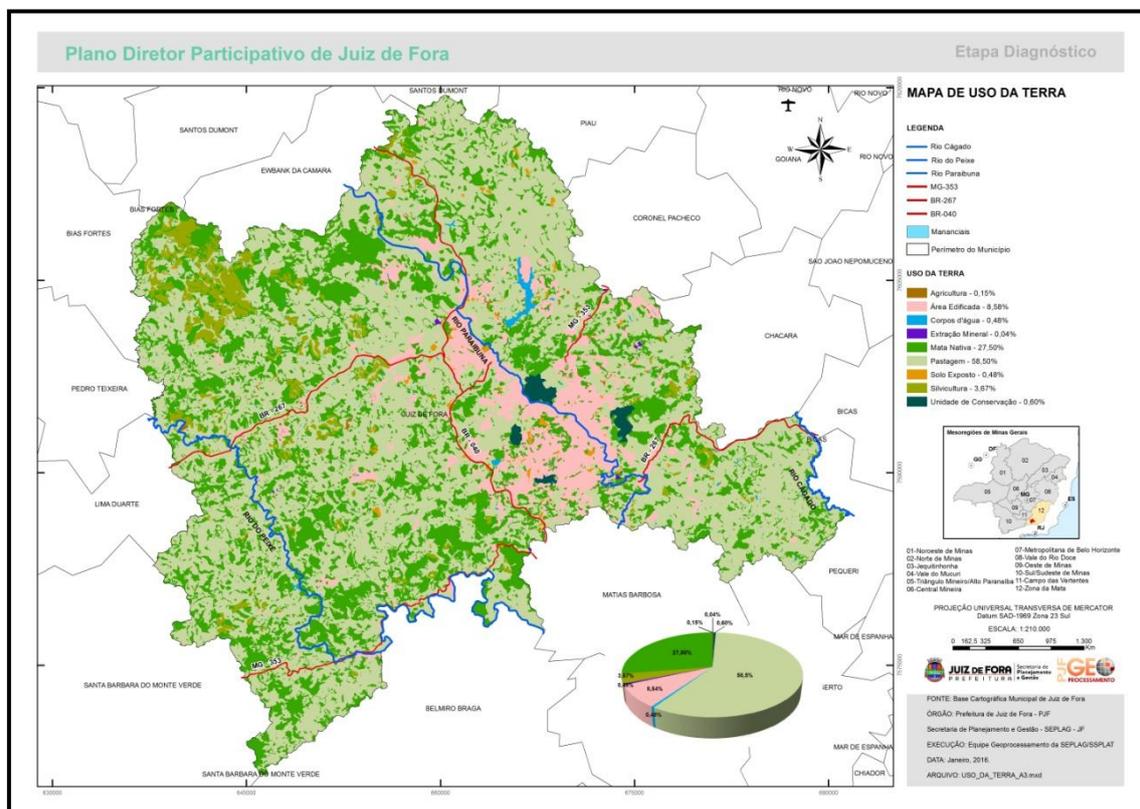
4.2.2 - VEGETAÇÃO

A vegetação original do município é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (VELOSO & GÓES, 1983) ou Floresta Tropical Sub-perenefólia (Golfari, 1975), devido à dupla estacionalidade climática, ou seja, um verão marcado por fortes chuvas e um inverno mais seco, gerando um déficit hídrico, levando parte da vegetação caducifólia a perderem parte suas folhas, sendo inserida no domínio de Mata Atlântica, a qual atualmente apresenta-se em apenas pequenos fragmentos de vegetação secundária desta vegetação original. De acordo com o Anuário Estatístico de Juiz de Fora 2008, essa microrregião teve a maioria de sua floresta nativa (Mata Atlântica) devastada pelas atividades de cafeicultura e criação de áreas de pastagens. Tais atividades resultaram na fragmentação desse bioma que hoje está distribuído em manchas urbanas na cidade. Grande parte desses fragmentos se encontra atualmente em regeneração dentro da malha urbana, e a existência de Unidades de Conservação (UC's) para a conservação dessas manchas remanescentes estão aquém de constituir uma proteção efetiva da cobertura florestal que restou, assim como promover condições necessárias para uma dinâmica ecológica que restabeleça as relações ecológicas outrora existentes nessa região.

O levantamento da etapa diagnóstico do Plano Diretor Participativo da portaria 08615/13, realizou um mapeamento de uso e cobertura da Terra, no qual a pastagem apresenta-se em proeminência, somando 58,5% da área total do município; em seguida tem-se a mata nativa que corresponde a 27,5% da extensão absoluta. Deve-se destacar a área edificada que ocupa 8,5% da área total, porém esse percentual não se distribui de forma homogênea por todo município, sendo concentrado em porções de Juiz de Fora, como é possível

observar no Mapa 6. Com menores expressividades apresentam-se outros tipos de uso como: Silvicultura (3,6%), Unidade de Conservação (0,6%), Corpos d'água (0,48 %), Solo exposto (0,48%), Agricultura (0,15%) e Extração Mineral (0,04%).

Mapa 6 – Uso e Cobertura de Juiz de Fora.



Fonte: Plano Diretor Participativo, 2016.

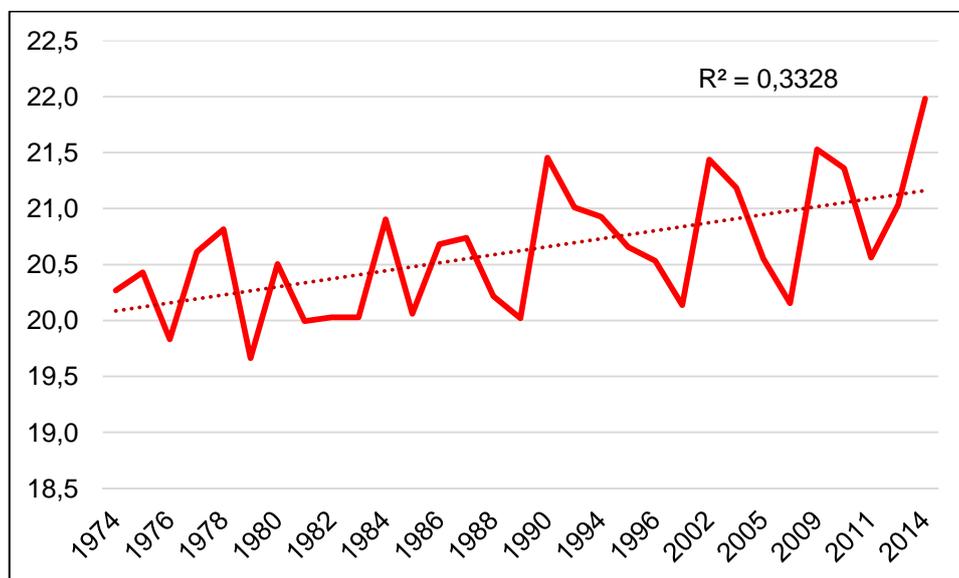
4.2.3 - CLIMA

Segundo TORRES (2006, p.162), “o clima de Juiz de Fora apresenta duas estações bem definidas: uma que vai de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de maio a setembro, mais fria e com menor presença de chuvas”. A época das chuvas concentra 83,9% das precipitações, enquanto a estação seca, 16,1%.

Conforme Brito (2013), as temperaturas mais elevadas são registradas sob a ação da Massa Tropical Atlântica (MTA) e, as mais baixas, sob a ação da Massa Polar Atlântica (MPA). Observando a série de dados de 1974 a 2014, verifica-se que a menor temperatura média no verão em 1974, com o valor de 19,6°C e a maior média registrada em 2014, com 22°C (LabCAA,2015). Já no inverno a menor média encontrada, foi 16,32°C no ano de 1989 , já a maior média

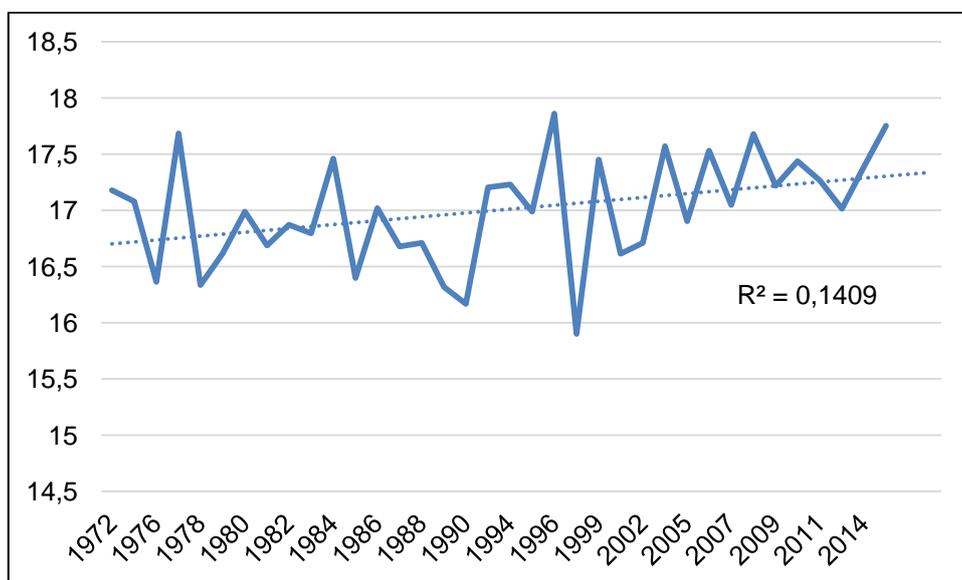
foi 17,86°C , 1995. Estes dados podem ser verificados nos gráficos 1 e 2 a seguir:

Gráfico 1 – Temperatura média nos meses de verão (1974 -2014).



Fonte: Laboratório de climatologia e Análise Ambiental – LabCAA – Estação meteorológica automática e INMET - Juiz de Fora/MG

Gráfico 2- Temperatura Média nos meses de inverno (1974-2014).

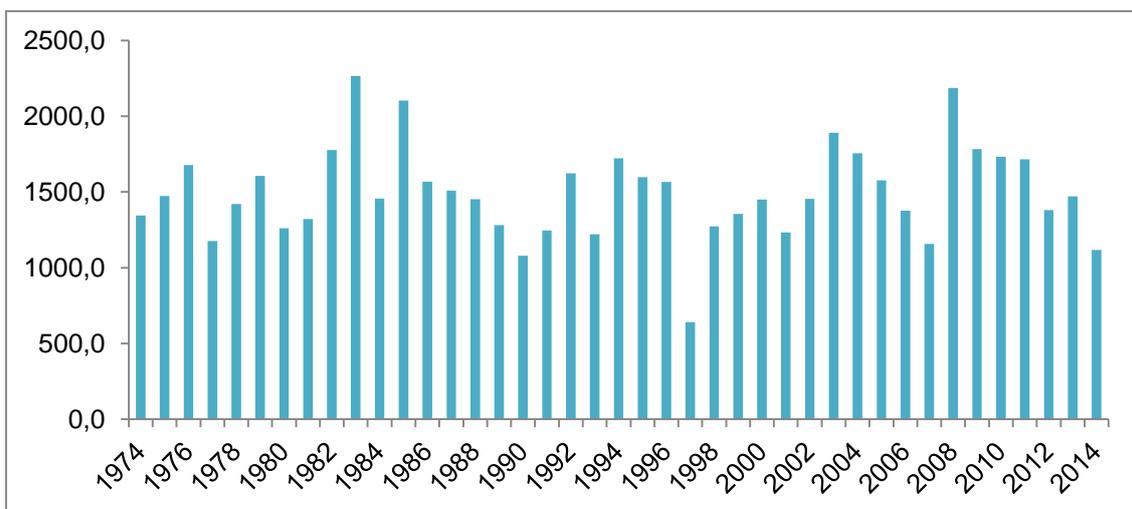


Fonte: Laboratório de climatologia e Análise Ambiental – LabCAA - Estação meteorológica automática e INMET - Juiz de Fora/MG

A MTA atua com ventos de norte a nordeste, implicando em tipos de tempo geralmente estáveis e o Anticiclone Polar Atlântico produz incursões de massas

frias, sempre precedidas por sistemas frontais geradores de precipitação e acompanhadas de ventos do quadrante sul. Com relação à precipitação, podemos verificar no gráfico 3 o total de precipitação anual da série de 1974 a 2014, dando evidência para o ano de 1997, o mais seco da série, com um total acumulado de 641,7 mm; já 1983 foi o ano mais chuvoso, com 2265,5 mm, já o total habitual varia entorno de entre 1342,2 a 1646,56 mm.

Gráfico 3 – Precipitação Total de anual (1974-2014)



Fonte: Laboratório de climatologia e Análise Ambiental – LabCAA - Estação meteorológica automática e INMET - Juiz de Fora/MG

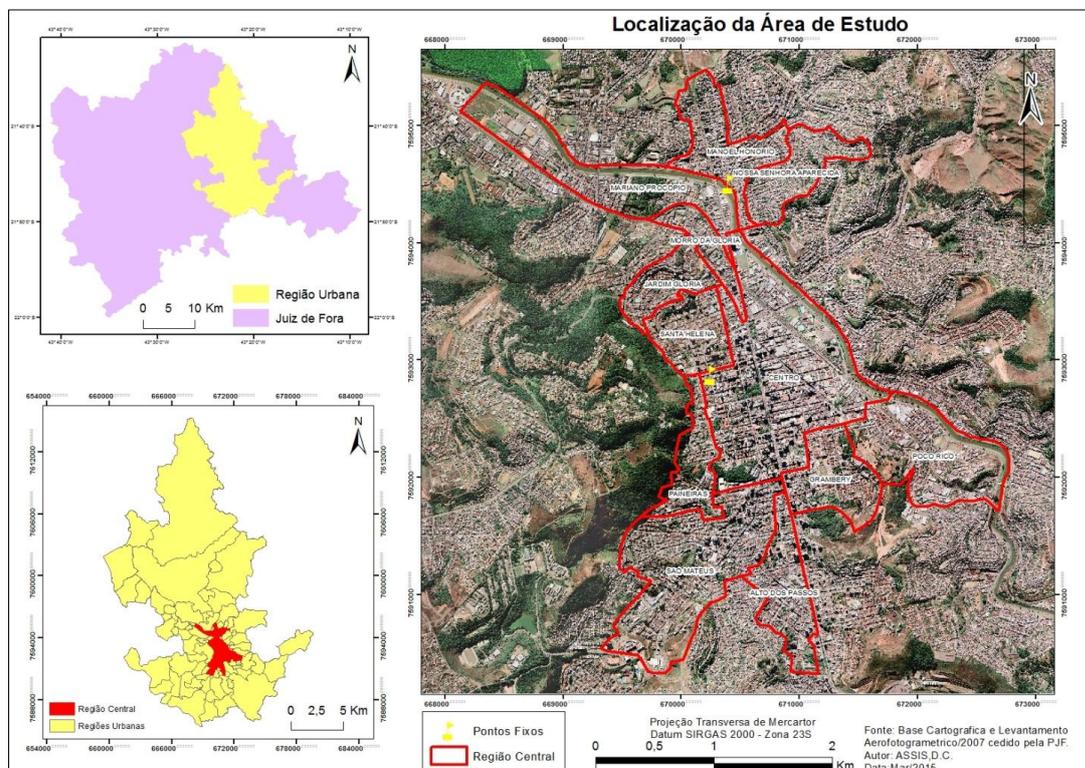
O tipo climático da região é também chamado Tropical de Altitude, que corresponde a uma variação do clima Tropical, motivada pelas características do relevo regional, de altitudes médias elevadas, que produzem um substancial arrefecimento das temperaturas. Segundo Brito (2013), a penetração dos ventos pelo litoral proporciona umidade nas vertentes a barlavento, como os presentes na Serra da Mantiqueira, contribuindo para a geração de “ilhas” úmidas nas vertentes de leste e sudeste. As ilhas úmidas, por sua vez, ao se associarem aos vales amplos e a turbulência do ar, contribuem para o surgimento de diversos topoclimas.

4.3 – CARACTERIZAÇÕES DAS REGIÕES URBANAS DA CIDADE DE JUIZ DE FORA

O termo região urbana foi concebido em 1989, através do Decreto do Executivo 04195/1989 no qual foram criadas 81 Regiões Urbanas (RU's) caracterizadas por unidades menores e mais coesas, quanto às suas características, do que as unidades territoriais (UT's). Estas regiões subdividem a porção mais contínua e densamente ocupada da cidade, não abrangendo, porém, toda a extensão do perímetro urbano.

Nesta pesquisa 12 regiões urbanas foram investigadas, sendo que foram escolhidas a partir de sua localização e perfil de urbanização. Como pode ser observado no mapa 7, todas as regiões de trabalho fazem limite com região urbana Centro, a qual também está incluída no estudo, e as demais regiões são: Alto dos Passos, Granbery, Jardim Glória, Jardim Paineiras, Jardim Santa Helena, Manoel Honório, Mariano Procópio, Morro da Glória, Nossa Senhora Aparecida, Poço Rio e São Mateus. Esse recorte é denominado no trabalho por região central.

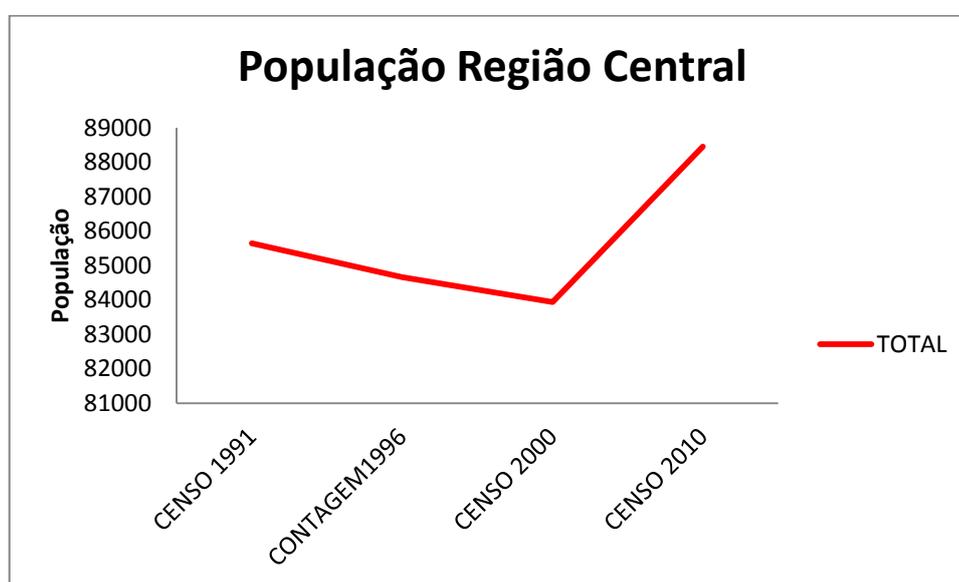
Mapa 7 – Localização das Regiões urbanas em estudo.



Fonte: elaborado pela autora.

Com relação à população residente na região central tem-se um quantitativo de 88449 habitantes (IBGE, 2010), mas, observando o gráfico 4 contata-se que houveram variações nesses números na última década. Nota-se um declínio da população nos dados do censo de 1991 até o censo de 2000, quando no primeiro censo somava 85640 hab., já no censo de 2000, esse total foi para 83938 hab. No censo realizado em 2010, essa população cresceu e chegou ao número de 88449 hab..

Gráfico 4 – População da Região Central.



Fonte: Censo IBGE (1991,1996 2000 e 2010). Organização: elaborado pela autora.

Além do quantitativo da população, tem-se também a questão da distribuição da mesma dentro das 12 regiões urbanas que constituem a região central. Neste sentido pode-se verificar no mapa 7 como estes dados se comportam. Percebe-se que a região urbana Centro mantém-se com a maior expressividade populacional diante das demais regiões e somente no censo 2000 a RU São Mateus entra na mesma classe, mesmo com a diminuição populacional esta região manteve o seu crescimento. Outras RU's que se destacaram com relação ao crescimento foram as regiões Granbery e Jardim Paineiras, sendo que a primeira somava uma população de 4334 hab., em 1991 e saltou para um total de 6469 hab., fato este que pode ser justificado pelo movimento de

Quadro 13 – População e área da Região Central

Localização RU	População				Área (Km ²)
	Censo 1991	Contagem 1996	Censo 2000	Censo 2010	
MARIANO PROCÓPIO	2692	2445	2169	2180	0,86
MORRO DA GLÓRIA	3114	2764	3328	3643	0,2
JARDIM GLÓRIA	3314	3218	3233	3471	0,3
JARDIM PAINEIRAS	3606	3235	3893	5351	0,34
POÇO RICO	3760	3595	3336	3261	0,85
GRAMBERY	4334	4443	4890	6469	0,45
ALTOS DOS PASSOS	4366	4505	4712	4855	0,45
JARDIM S. HELENA	5907	5766	5831	6012	0,38
NOSSA S. APARECIDA	6010	6520	6612	6390	0,39
MANOEL HONÓRIO	6777	6431	6374	6483	0,49
SÃO MATEUS	17443	17656	18134	19582	1,24
CENTRO	24317	24085	21426	20752	1,8
TOTAL	85640	84663	83938	88449	7,75

Fonte: IBGE (1991, 2000,2010) e PJJ (1996).

A Região central possui 10029 lotes, mas estes não se distribuem de maneira homogênea nas regiões urbanas em estudo. Com relação ao uso destas, na região destacam-se os usos residenciais, comércios e serviços, sendo o uso residencial responsável por 63,4% do total das unidades, seguido de 10,1% ligado ao comércio e 7,9 % a serviços.

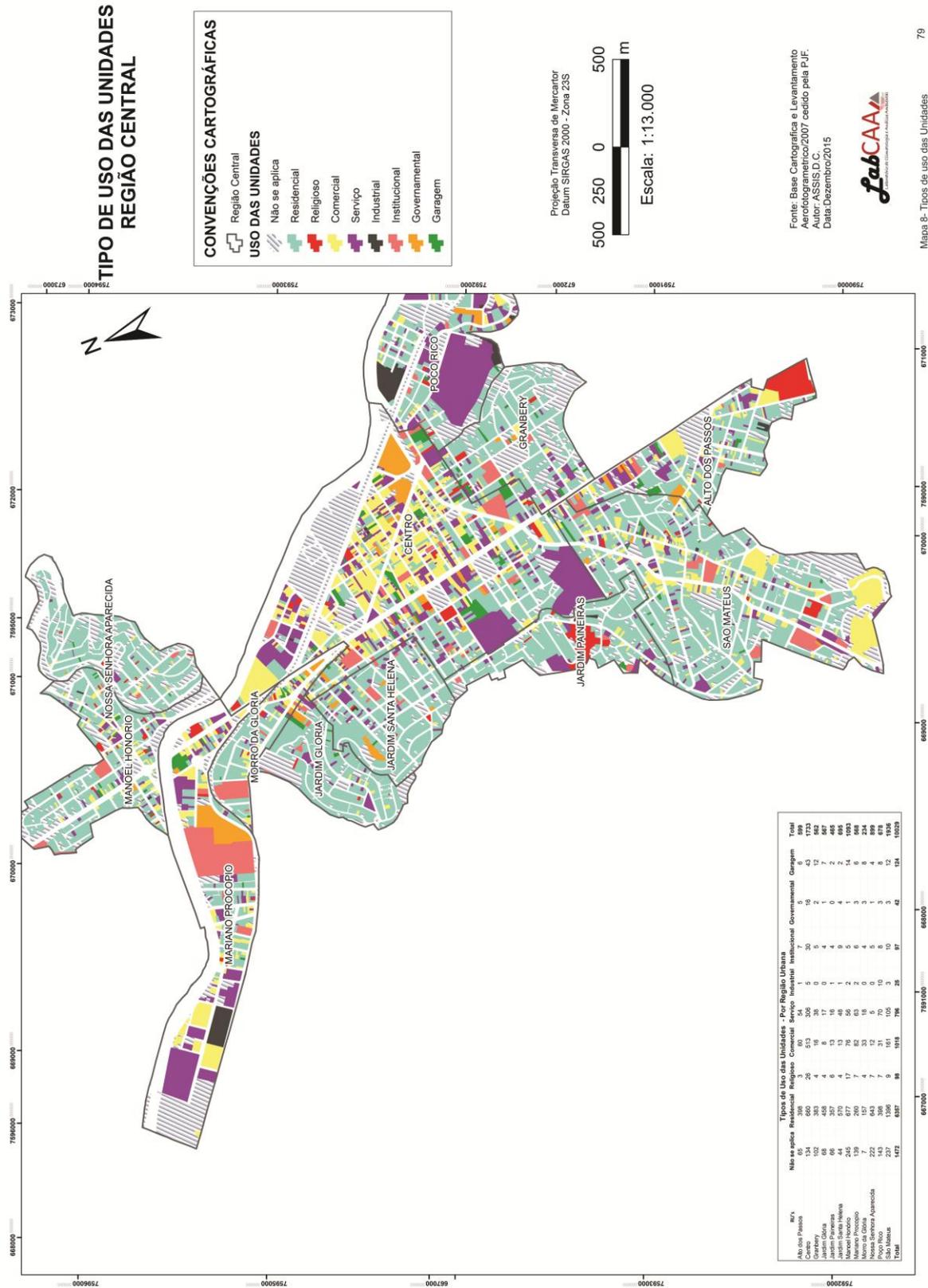
A distribuição dos tipos de uso em cada região podem ser verificadas no mapa 8 de uso de unidades e anexado a este mapa tem-se o quadro 8, com os números absolutos. A seguir, pode-se visualizar no quadro 13 os dados de distribuição das unidades por tipo de uso, em percentual. No campo denominado “Unidades por RU”, pode-se observar o percentual de lotes que ocorrem em cada região urbana com relação ao total encontrado na área de estudo como um todo.

Quadro 13 - Distribuição de tipos de uso das unidades em percentual.

RU's	Não se aplica	Residencial	Religioso	Comercial	Serviço	Industrial	Institucional	Governamental	Garagem	Unidades por RU
Alto dos Passos	4%	6%	3%	6%	7%	4%	7%	12%	5%	6%
Centro	9%	10%	27%	50%	38%	20%	31%	38%	35%	17%
Granbery	7%	6%	4%	2%	5%	0%	5%	5%	10%	6%
Jardim Glória	5%	7%	4%	1%	2%	0%	4%	2%	6%	6%
Jardim Paineiras	4%	6%	6%	1%	2%	4%	4%	0%	2%	5%
Jardim Santa Helena	3%	9%	4%	1%	6%	4%	9%	10%	2%	7%
Manoel Honório	17%	11%	17%	7%	7%	8%	5%	2%	11%	11%
Mariano Procópio	9%	4%	7%	8%	8%	8%	6%	7%	5%	6%
Morro da Glória	0%	2%	4%	3%	2%	0%	4%	7%	6%	2%
Nossa S. Aparecida	15%	10%	7%	1%	1%	0%	5%	2%	3%	9%
Poço Rico	10%	6%	7%	3%	9%	40%	8%	7%	6%	7%
São Mateus	16%	22%	9%	16%	13%	12%	10%	7%	10%	19%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: PJJ - Secretaria de Atividades Urbanas. Organização: própria autora.

Mapa 9 - Mapa De Uso das Unidades.



Tipo de Uso das Unidades - Por Região Urbana

Região Urbana	Não se aplica	Residencial	Religioso	Comercial	Serviço	Industrial	Institucional	Governamental	Garagem	Total
Alto dos Passos	60	308	3	60	0	1	7	5	6	899
Jardim Gloria	102	383	4	163	36	0	5	2	12	942
Jardim Santa Helena	68	458	4	17	0	0	4	0	7	967
Jardim Paineiras	44	270	4	13	46	1	9	4	2	696
Morro da Glória	139	277	7	85	2	0	0	3	14	693
Centro	7	157	4	33	16	0	4	3	8	234
Jardim Santa Helena	143	388	7	31	70	10	6	3	6	878
Jardim Paineiras	237	1066	9	161	105	3	10	3	12	1936
Jardim Gloria	473	1261	48	1918	194	25	37	43	124	3253

A região urbana São Mateus destaca-se, pois, apesar de não ser a maior em área, possui o maior número de unidades, somando 19% do total. Em seguida tem-se o centro com 17% e a RU Manoel Honório com 11%, as demais regiões com menos de 10%, com destaque para RU Morro da Glória, com apenas 0,2 Km² da área e com apenas 2% do total de lotes de toda área de estudo.

Outra região que se destaca das demais é a do Poço Rico, a qual apresenta 40% do total de suas unidades de uso industrial, fato que remete a um perfil diferenciado, que se caracterizam por lotes de maiores dimensões ocupados por galpões, dando um caráter mais horizontal a região. Assim, essas características repercutem no total populacional da mesma, como é possível observar no mapa 8, em que o Poço Rico se apresenta com menores totais de população em relação as demais regiões.

Verifica-se uma estreita relação entre as características populacionais e de tipos de uso das unidades com o próprio desenho da ocupação de cada região urbana. Neste sentido, faz-se necessário destacar que este desenho poderá acarretar diferentes respostas térmicas e, portanto, para melhor compreensão dos desdobramentos dos deferentes padrões de uso e ocupação da terra nas respostas de conforto térmico é indispensável realizar uma caracterização detalhada das proximidades imediatas dos locais onde as estações meteorológicas foram alocadas no campo.

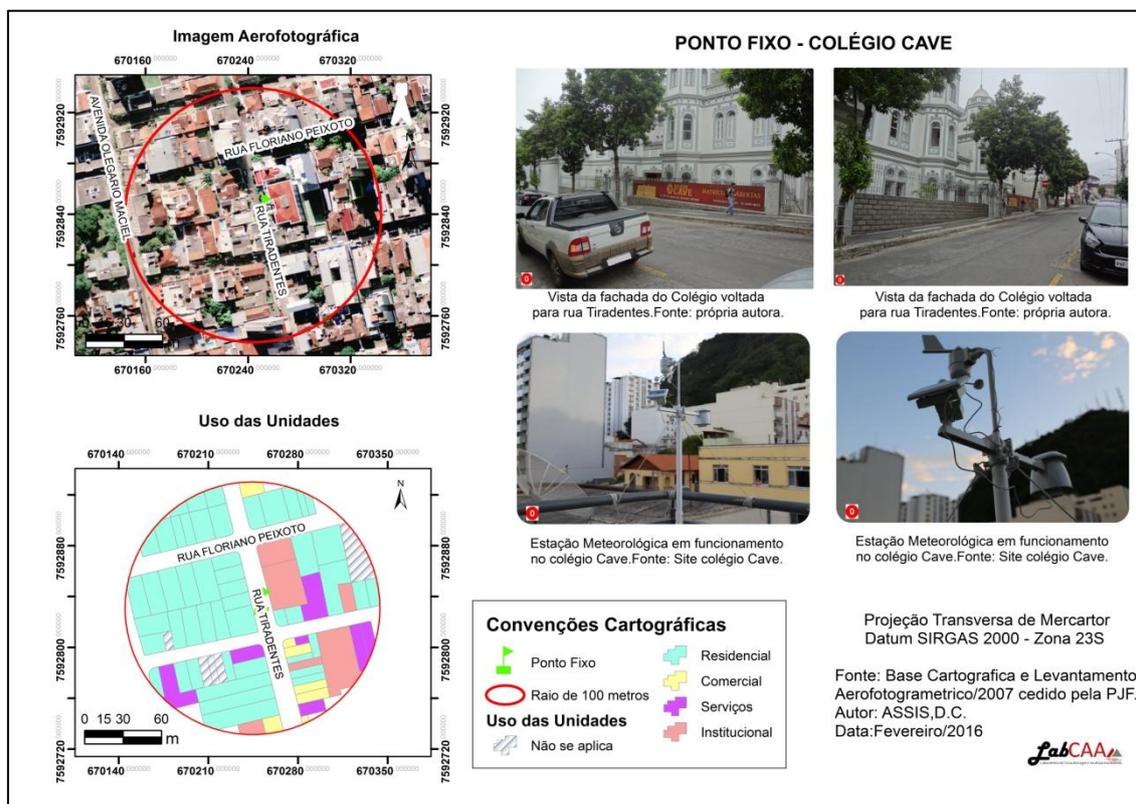
Deste modo, a seguir serão caracterizadas as unidades presentes dentro um raio de 100 metros a partir do local onde os dados meteorológicos foram coletados.

4.4. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE

Entende-se como ponto de controle, o local onde a estação meteorológica foi alocada para coleta de dados em campo. Estes se dividem entre ponto fixo e itinerantes, sendo um destes fixo mais 19 pontos itinerantes.

O ponto fixo foi identificado como ponto “0”, localiza-se na região urbana centro, mais precisamente na Rua Tiradentes, nº567, a 709 metros de altitude, com uma vegetação arbórea espaçada a margem das vias de circulação. O raio de 100 metros do ponto fixo caracteriza-se por um uso residencial, concentrando 66% de suas unidades neste tipo de uso, em categorias secundárias destaca-se o uso comercial, serviços e institucional, somando 9%, 9% e 8 % respectivamente, sendo que a faixa leste concentra estas categorias, provavelmente justificado pela maior proximidade com a região central. Essas informações estão ilustradas na figura 15, com algumas fotos e mapas do raio destacado.

Figura 15 – Caracterização do Ponto Fixo.



Fonte: elaborado pela própria autora.

O primeiro ponto itinerante, “Ponto 1”, foi instalado na antes conhecida Rua Califórnia, atualmente Rua Halfeld, que caracteriza-se por estar situada em

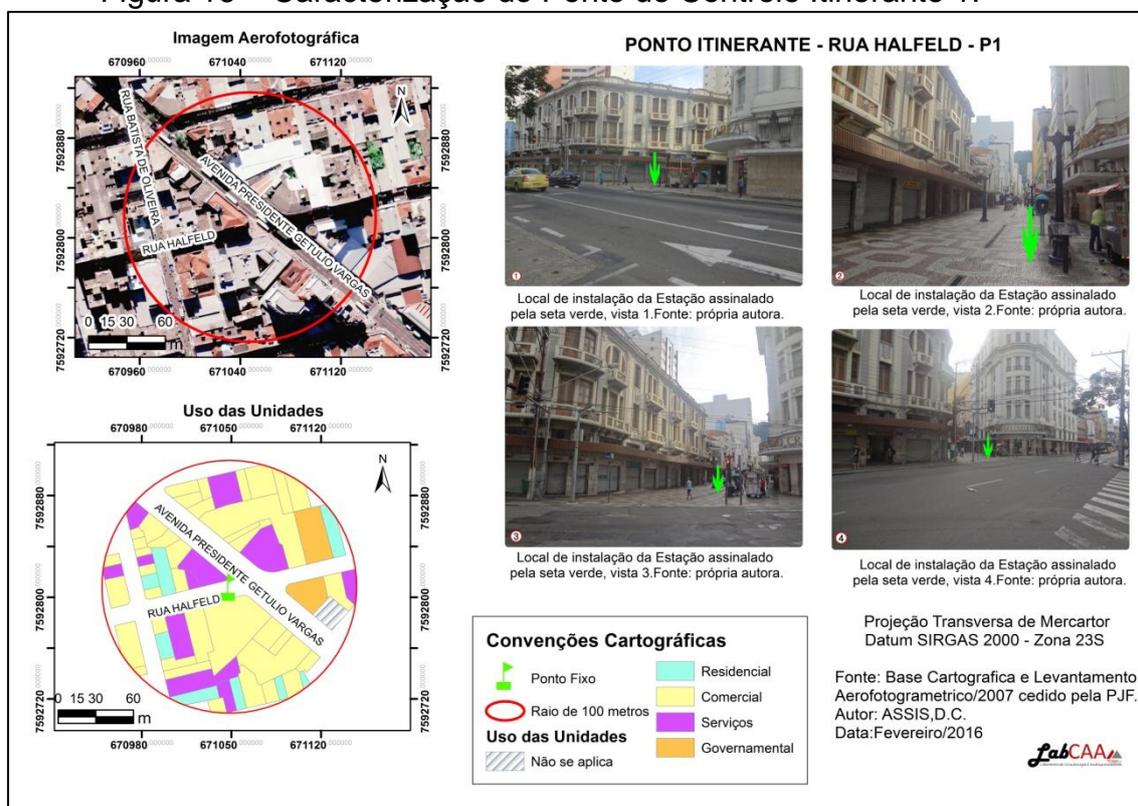
um local completamente impermeabilizado, edificado e com grande fluxo de pessoas e veículos automotores, sendo que o trecho entre a Av. Rio Branco e Av. Getúlio Vargas encontra-se o calçadão no qual não é permitido o tráfego de veículos, sendo transitada apenas por pedestres.

Este ponto de controle foi alocado mais precisamente no cruzamento entre o calçadão da Rua Halfeld e a Av. Getúlio Vargas, a 677 metros de altitude. Além de este cruzamento encontrar-se cercado por inúmeras edificações gerando diversas áreas de sombreamento em alguns momentos do dia, possui um fluxo intenso de veículos, pelo fato de tratar de uma das principais vias de circulação do centro da cidade.

Com relação ao uso das unidades nas proximidades do ponto, têm-se uma concentração de uso comercial, totalizando 63% das unidades num raio de 100 metros a partir do ponto de controle alocado, em seguida observa-se 18% de uso em serviços, 13% residencial, 3% Governamental e 2% não se aplica em nenhuma das categorias cadastradas.

A espacialização destes dados pode ser observada na Figura 16, a qual apresenta a caracterização da área de estudo através de mapas e algumas fotos.

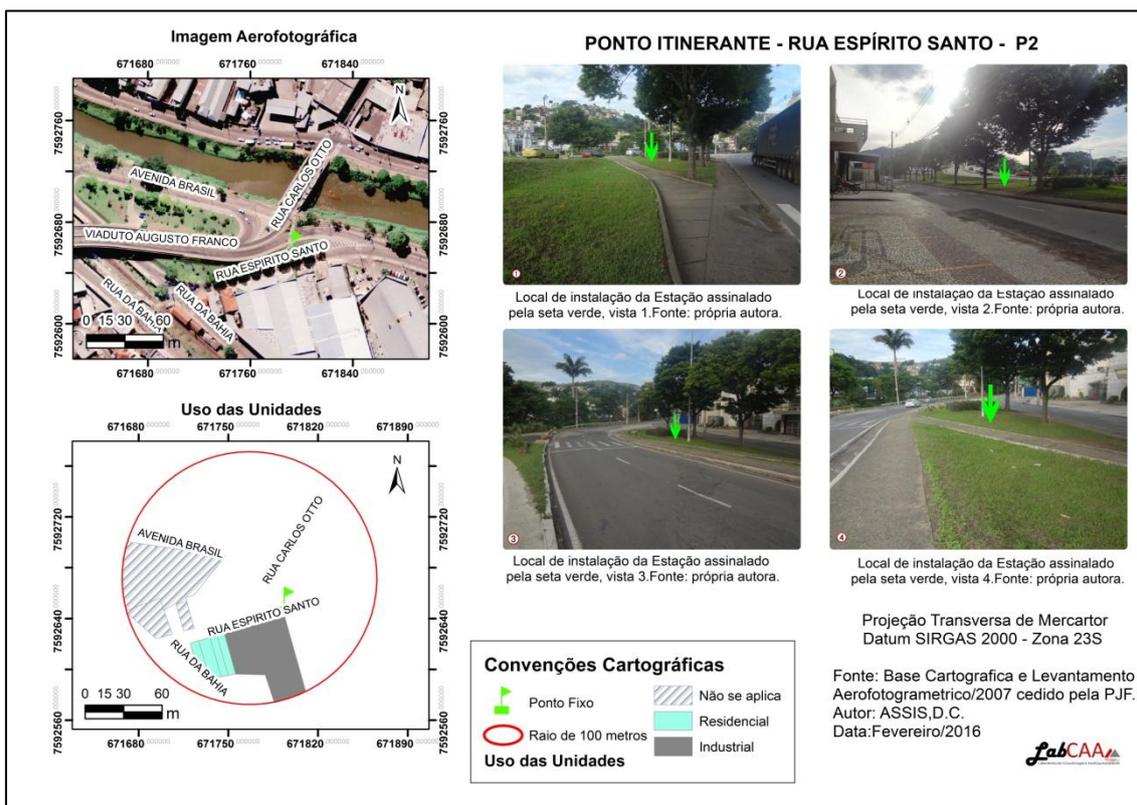
Figura 16 – Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 1.



Fonte: elaborado pela própria autora.

O ponto de controle itinerante 2, realizou coleta simultânea de dados com o ponto 1, no dia 11 de Agosto de 2015. Encontrava-se na faixa sudeste da área de estudo, também a 677 metros de altitude, entre a Av. Brasil e a Rua Espírito Santo a apenas alguns metros da calha do Rio Paraibuna a margem direita do rio, possuindo alguns exemplares de vegetação arbórea, existindo também uma grande circulação de veículos, inclusive veículos pesados. A área que circundava o ponto, considerando apenas a margem direita do rio, não possui muitas residências, nem mesmo unidades de natureza comercial ou serviços, além da indústria Gráfica Esdeva e a antiga sede do jornal Tribuna de Minas, totalizando apenas 8 unidades, sendo 4 destas de uso residencial. A caracterização da área pode ser visualizada na figura 17 a seguir:

Figura 17 – Caracterização do Ponto controle Itinerante 2.

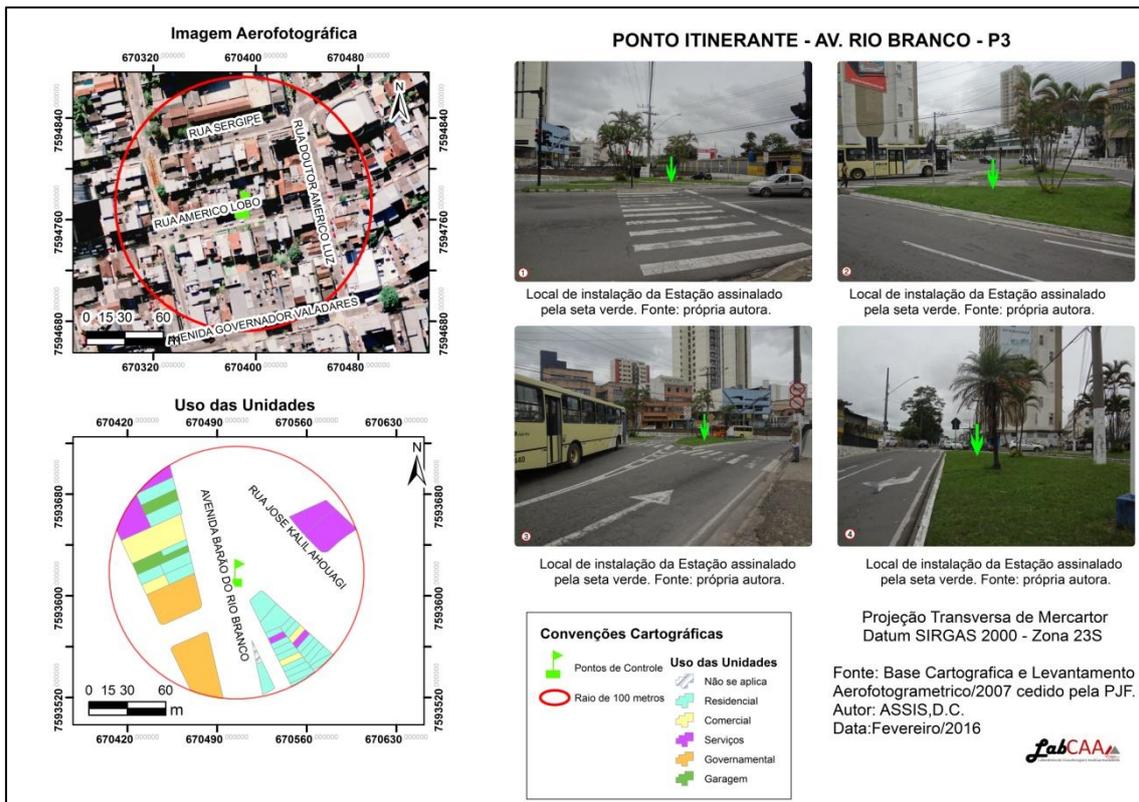


Fonte: elaborado pela própria autora.

O segundo dia de coleta de dados foi realizado no dia 12 de Agosto de 2015, neste foram coletados dados nos pontos de controle 3 e 4. O Ponto 3 está a 676 metros de altitude e localiza-se Av. Barão do Rio Branco, antigamente

conhecida como Rua Direita, sendo a principal via de circulação da região central, nas proximidades do “Mergulhão”. Este local caracteriza-se por um alto fluxo de veículos, tanto leves quanto pesados durante todo dia e está circundado, principalmente, por unidades de uso residencial, concentrando 60% das unidades no raio de 100 metros do ponto, além de 25% de comércio e serviços, como é possível visualizar na figura 18.

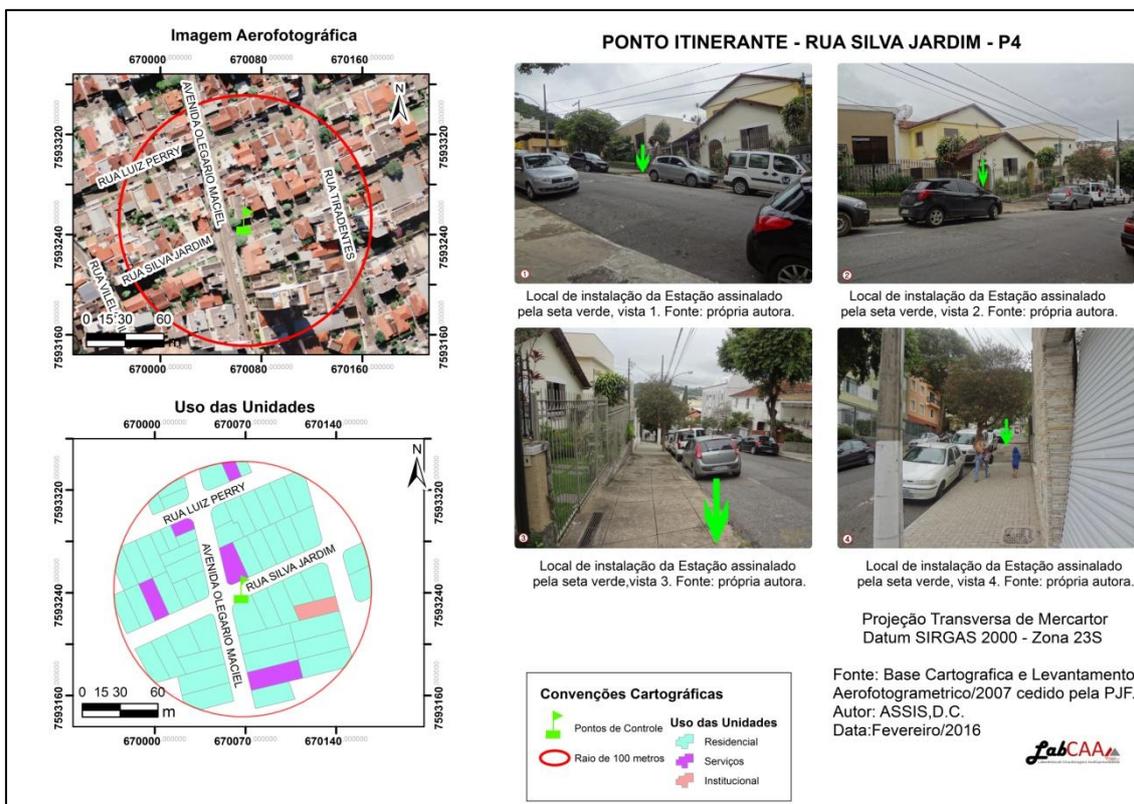
Figura 18 – Caracterização do Ponto de controle Itinerante 3.



Fonte: Elaborada pela própria autora.

O outro ponto de controle coletado na mesma data ilustrado na figura 19, o ponto 4, localiza-se na região urbana do Jardim de Santa Helena, exatamente na Rua Silva Jardim, quase esquina com a Rua Olegário Maciel, a 705 metros de altitude. A área caracteriza-se pela presença de edificações do tipo casa e algumas árvores nas calçadas, não possuindo grande fluxo tanto de veículos quanto de pessoas. A área concentra-se em cerca de 90% com unidades de uso residencial no raio de 100 metros do ponto, o que demonstra um perfil diferenciado dos demais pontos já apresentados, denotando uma diferenciação da região urbana do Jardim Santa Helena.

Figura 19– Caracterização do Ponto de controle Itinerante 4.

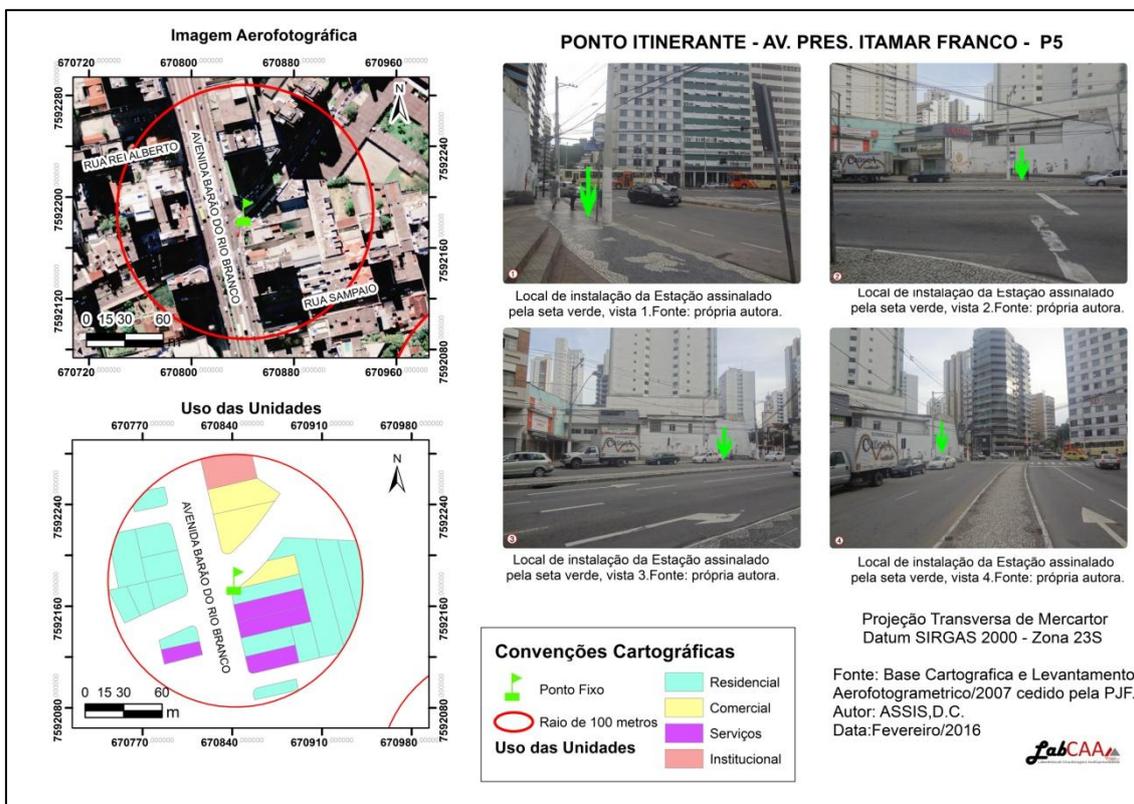


Fonte: elaborado pela própria autora.

Os dados dos pontos de controle 5 e 6, representados na figura 20 e 21, foram coletados no dia 13 de Agosto de 2015, sendo estes localizados em duas regiões urbanas distintas: o primeiro citado na RU Centro e o segundo no Morro da Glória.

O ponto 5 alocado 682 metros de altitude, configurava-se em um dos principais cruzamentos da região central, o encontro da Av. Barão do Rio Branco com a Av. Itamar Franco que concentra um altíssimo fluxo de veículos e pessoas. A área que contorna o ponto possui inúmeras edificações de alturas mais elevadas com um alto grau de impermeabilização, ou seja, sem a presença de arborização. Com relação ao uso das unidades no raio de 100 metros ponto de controle, a região apresenta 65% das unidades com uso residencial, seguida de 30% e uso comercial e de serviços e o que resta para fins de uso institucional.

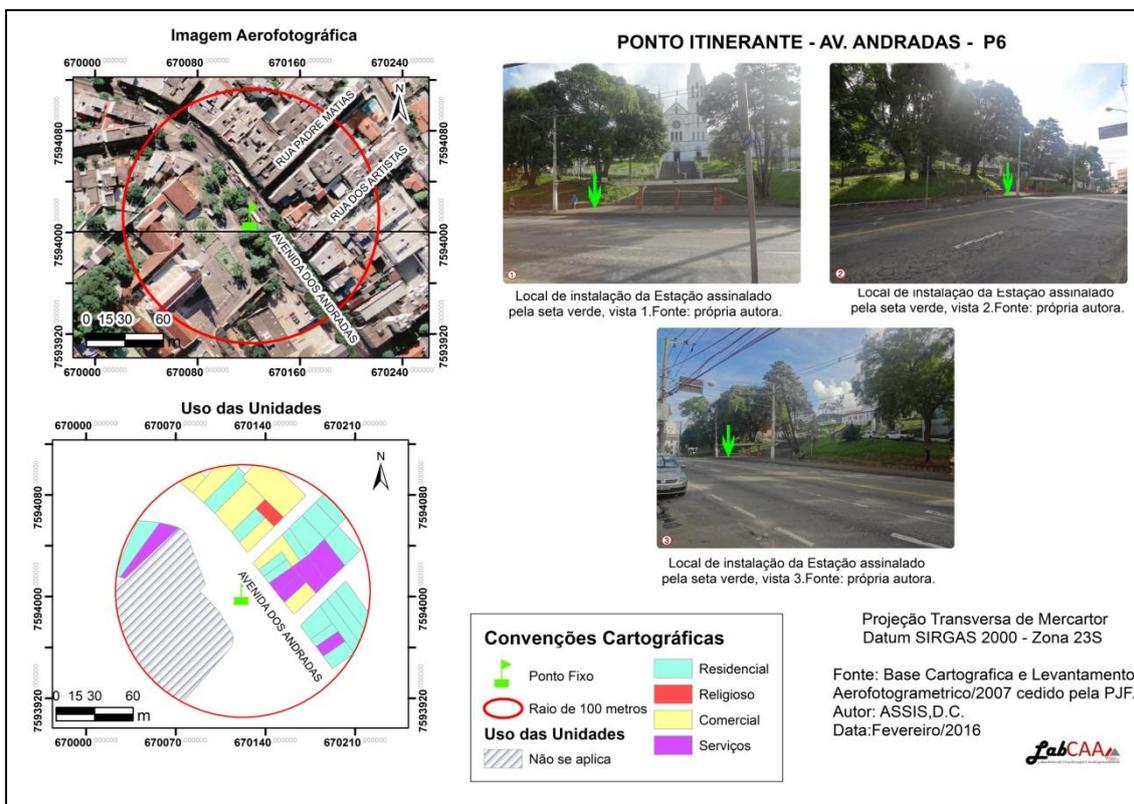
Figura 20– Caracterização do Ponto de controle Itinerante 5.



Fonte: elaborado pela própria autora.

O ponto 6 se diferencia do ponto anterior, primeiramente devido a altitude, já que este encontra-se a 705 metros de altitude. Outra questão é que apesar de também se localizar em uma importante via de circulação, neste ponto tem-se a presença de vegetação arbórea, além das edificações não serem tão expressivas em relação ao ponto 5. Com relação ao uso das unidades os setores comerciais e de serviços possuem maior expressividade com relação ao outro ponto, neste se apresentam com cerca de 40% do total de unidades dentro do raio de análise, mas ainda assim o uso residencial é mais atuante somando 52%.

Figura 21– Caracterização do Ponto de controle Itinerante 6.

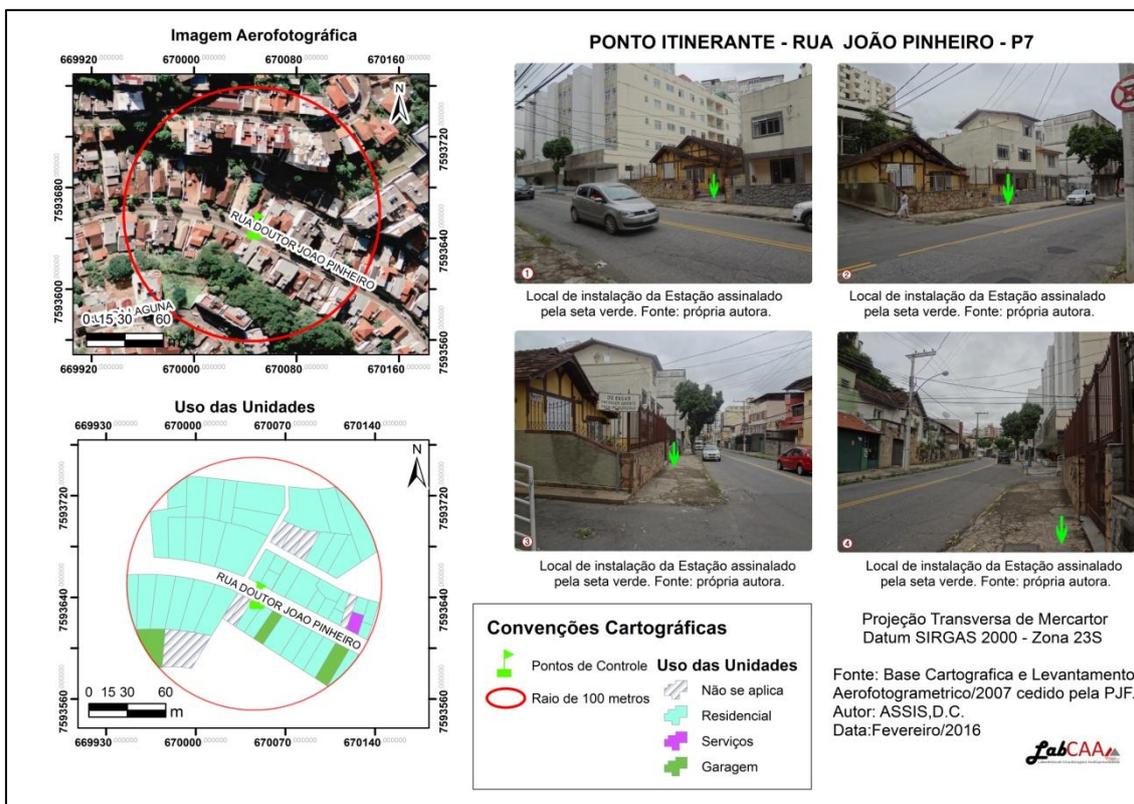


Fonte: elaborado pela própria autora.

No dia seguinte, 14 de agosto de 2015, o trabalho de campo foi realizado nas regiões Jardim Glória e Granbery e nestes locais foram coletados dados do ponto 7 e 8, apresentados nas figuras 20 e 21, respectivamente.

O ponto 7 foi instalado da Rua Dr. João Pinheiro, em frente ao número 264, a 690 metros de altitude, pode ser visualizado na figura 22. Este ponto possui uma característica diferenciada diante dos demais pontos apresentados anteriormente, pois possui um perfil mais residencial, o que o mapa de uso das unidades pode evidenciar. Neste sentido, pode-se observar que no raio destacado 80% das unidades são de uso residencial, sendo que 13% não se enquadram em nenhuma das categorias ou não foi cadastrado. Esta região possui edificações não muito elevadas, variando entre casas e pequenos prédios, demonstrando assim um caráter mais horizontalizado da região urbana do Jardim Glória. A rua onde o ponto foi instalado tem um fluxo de veículos médio, pois se trata de uma via que interliga a região central a bairros importantes da cidade.

Figura 22– Caracterização do Ponto de controle Itinerante 7.

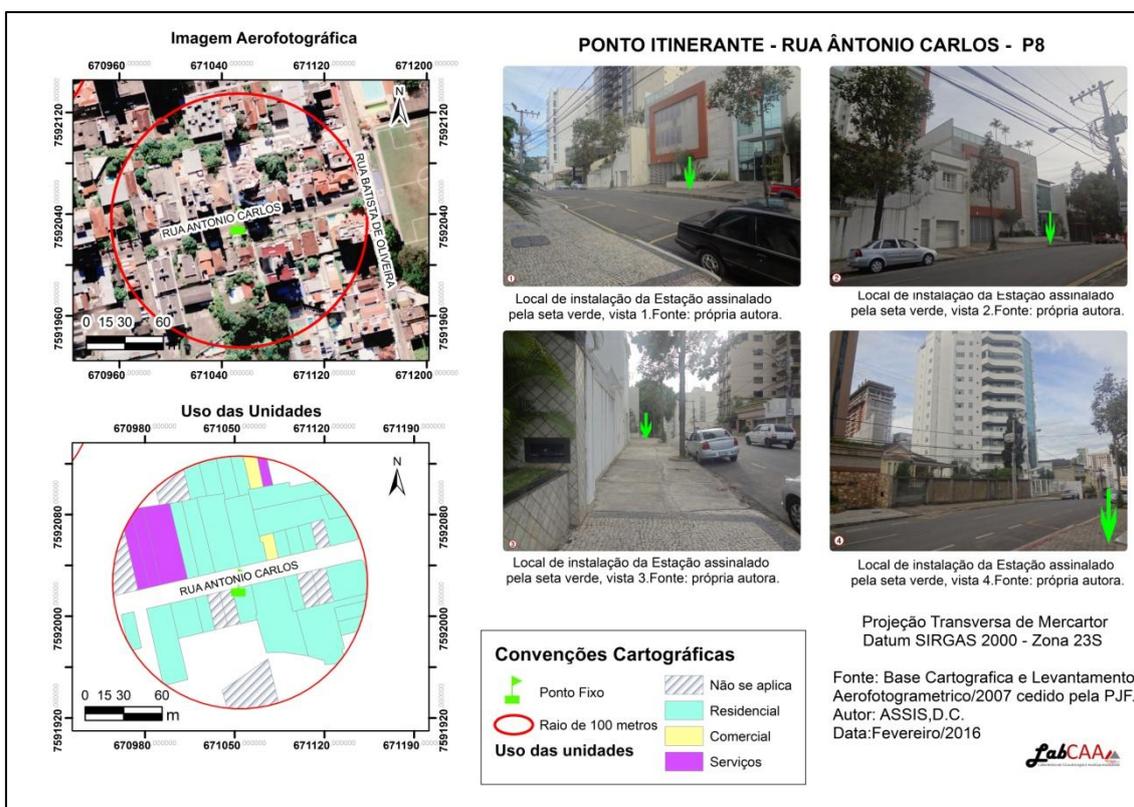


Fonte: elaborado pela própria autora.

O ponto de controle 8 foi alocado na Rua Antonio Carlos, em frente ao edifício de nº 347, a 708 metros de altitude. A área se caracteriza por uma presença representativa de novas edificações, mais elevadas e de alto padrão. A via possui alguns indivíduos arbóreos distribuídos de forma espaçada e, além disso, a mesma se apresenta como secundária diante de algumas ruas no entorno, mas possui um grande fluxo de veículos durante todo dia, com ocorrência até mesmo de congestionamento nos períodos de pico fluxo.

Com relação aos tipos de uso das unidades da área, a maior representatividade é de uso residencial, com 64% do total no raio de 100 metros, esse ponto pode ser observado na figura 23.

Figura 23 – Caracterização do Ponto de controle Itinerante 8.

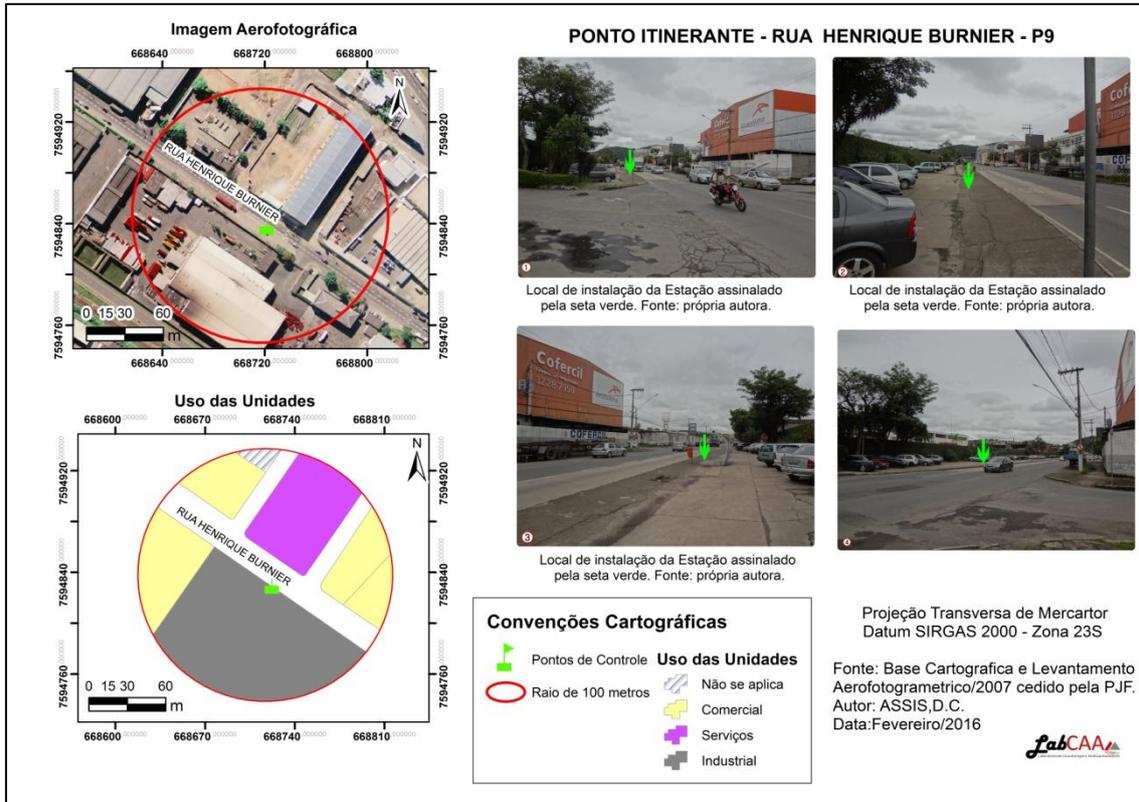


Fonte: elaborado pela própria autora.

No dia 17 de Agosto de 2015, a região contemplada com a instalação das estações foi a RU Mariano Procópio e o primeiro ponto alocado foi o de número 9, na Rua Henrique Burnier, em frente à fábrica da “Coca-Cola”. A área acomoda inúmeros galpões em uma via de alto fluxo de veículos leves e pesados. Já o uso das unidades conta com 71% de uso comercial e de serviços, 14 % de industrial e o restante não se aplica as demais categorias. Estes dados podem ser observados na figura 24.

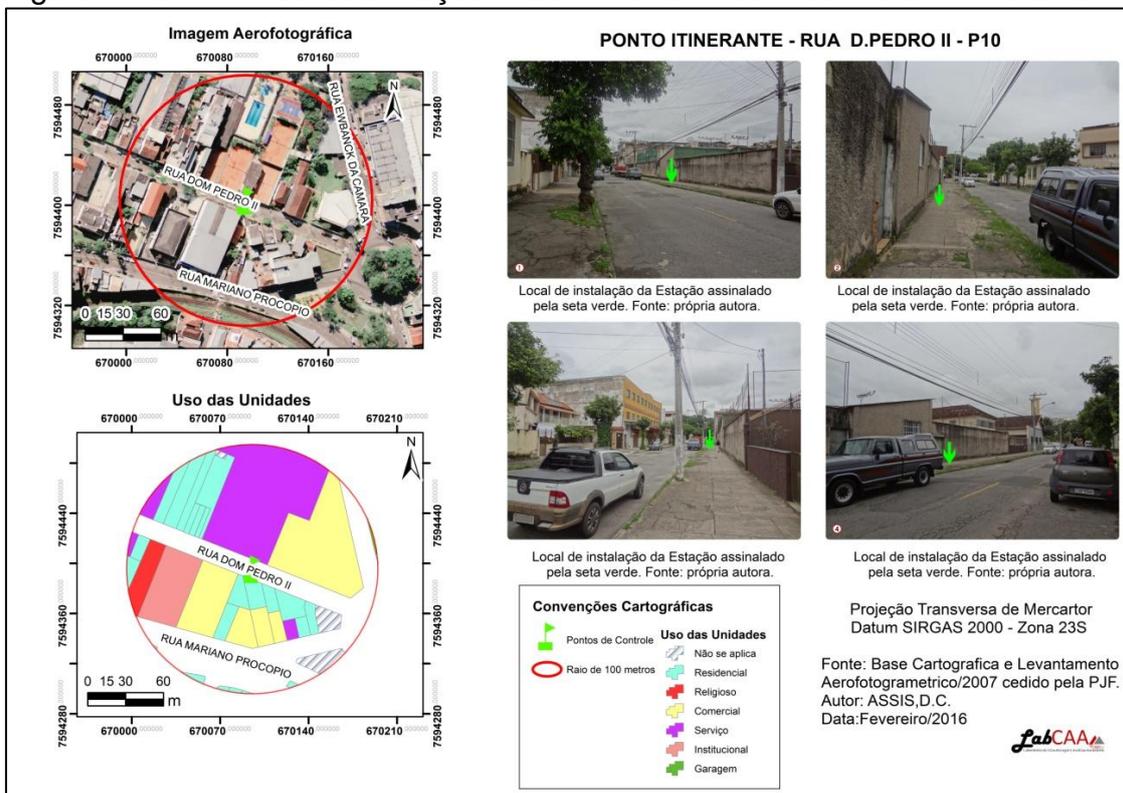
O segundo ponto alocado do dia foi o ponto 10, localizado na Rua D. Pedro II, atrás da sede do Clube de Tênis D. Pedro II. O ponto está a 677 metros de altitude, este encontra-se em uma via pouco movimentada e possui edificações do tipo casa ou pequenos prédios, como é possível visualizar na Figura 25. A área em torno do ponto se caracteriza por usos diversificados, apresentando 59% de uso residencial, 23% de uso comercial e de serviços, 5% institucional, 3 % de uso religioso e 8% de usos que não se aplicam ou unidades não cadastradas.

Figura 24 – Caracterização do Ponto de controle Itinerante 9.



Fonte: elaborado pela própria autora.

Figura 25 – Caracterização do Ponto de controle Itinerante 10.

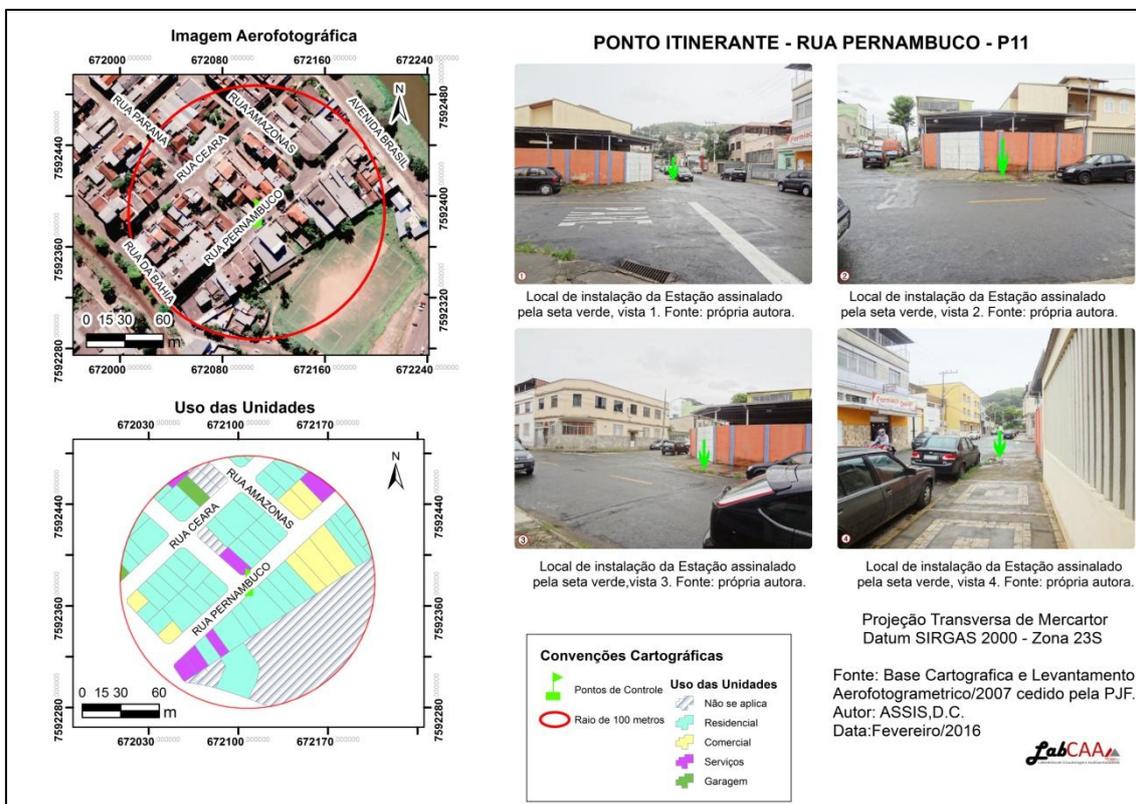


Fonte: elaborado pela própria autora.

No dia 18 de Agosto de 2015 foi feita nova coleta de dados, desta vez na região urbana do Poço Rico, a partir dos pontos 11 e 12 que podem ser verificados nas figuras 26 e 27.

O ponto 11 foi instalado na Rua Pernambuco, próximo à casa de nº 115, a 675 metros de altitude, em uma via de baixo fluxo de pessoas e veículos, sem presença de vegetação arbórea. As edificações variam de pequenas casas a edifícios com poucos pavimentos. O uso das unidades consiste em cerca de 70% de uso residencial com alguns exemplares de uso comercial e de serviços, somando 19% juntos.

Figura 26– Caracterização do Ponto de controle Itinerante 11.

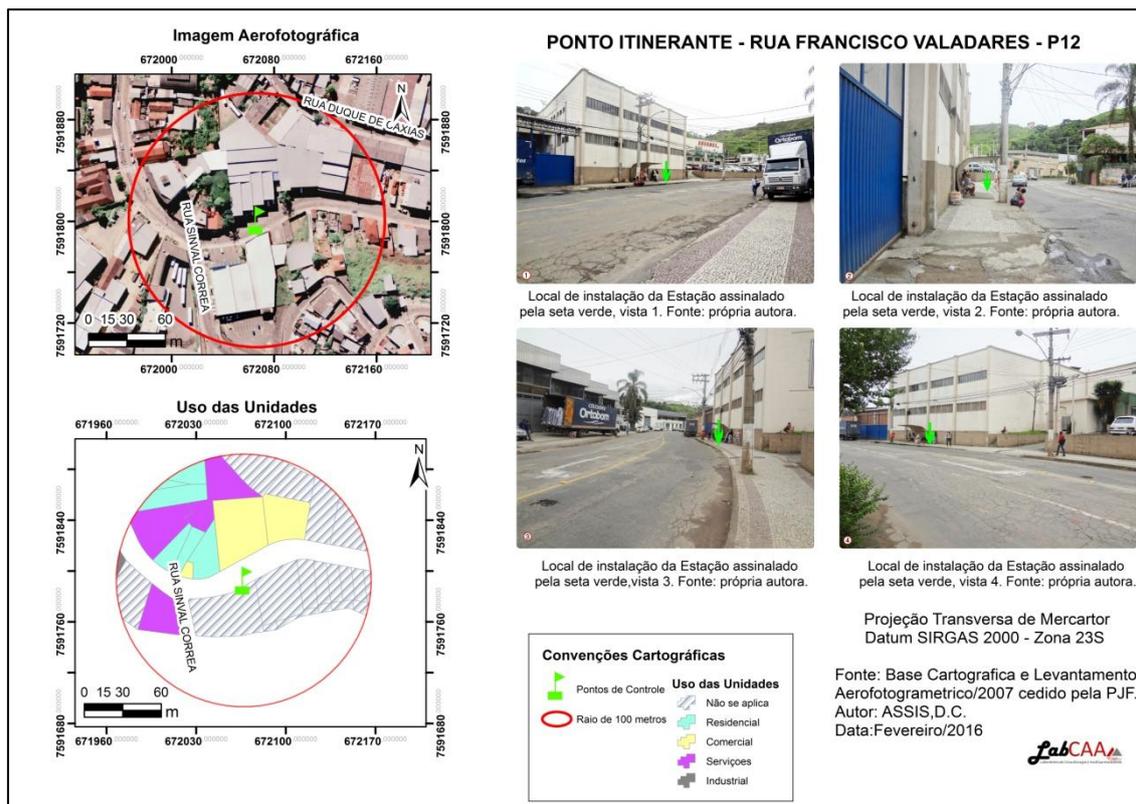


Fonte: elaborado pela própria autora.

Já o ponto 12 foi alocado na Rua Francisco Valadares, em frente ao Supermercado Bahamas, a 678 metros de altitude. Este ponto apresenta um maior fluxo de veículos, já que se trata de uma via que interliga várias regiões da cidade ao centro. A área possui muitas unidades não regularizadas na prefeitura o que prejudicou a indicação do uso predominante na mesma, destacando 64% das

unidades sem dados ou que não se enquadram nos tipos uso estabelecidos. Entretanto, através da visita em campo é notável que a região no entorno do ponto caracterizam-se por alguns galpões de distribuição e pequenas fábricas, dividindo espaço com uma pequena parcela de unidades com uso residencial. Não encontrou-se vegetação distribuída na via, apenas em lotes vagos e a na praça da RU.

Figura 27 – Caracterização do Ponto de controle Itinerante 12.

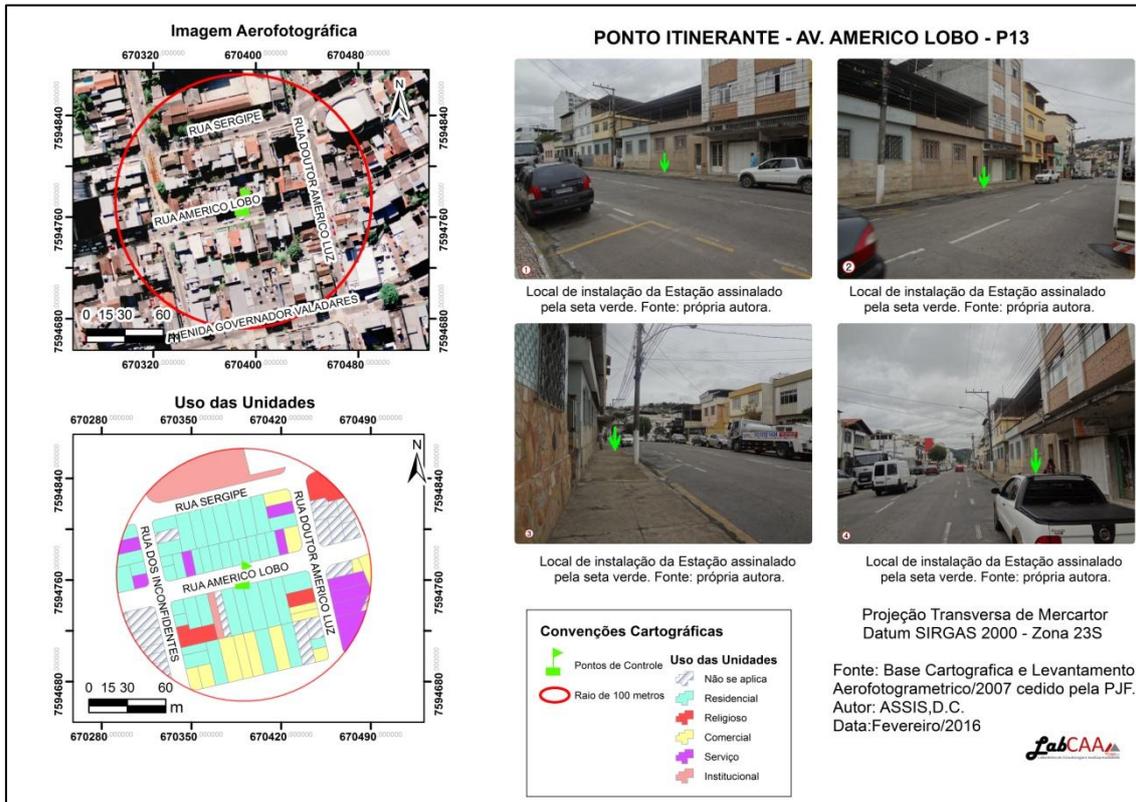


Fonte: elaborado pela própria autora.

O ponto 13 foi alocado a 682 metros de altitude, na região urbana do Manoel Honório, mais precisamente na Av. Américo Lobo em frente ao edifício de nº 1107. Este ponto localiza-se em uma importante região da zona nordeste devido à sua funcionalidade para as demais regiões no entorno, oferecendo possibilidades de comércio e serviços. Como é possível destacar na figura 28, o raio de 100 metros do ponto de controle possui 24% de suas unidades de uso comercial e de serviços, intercalada com 46 % de residências. Na avenida onde o ponto foi acomodado verifica-se um alto fluxo de veículos leves e pesados

durante todo o dia, apresentando pontos de congestionamentos em alguns momentos do dia.

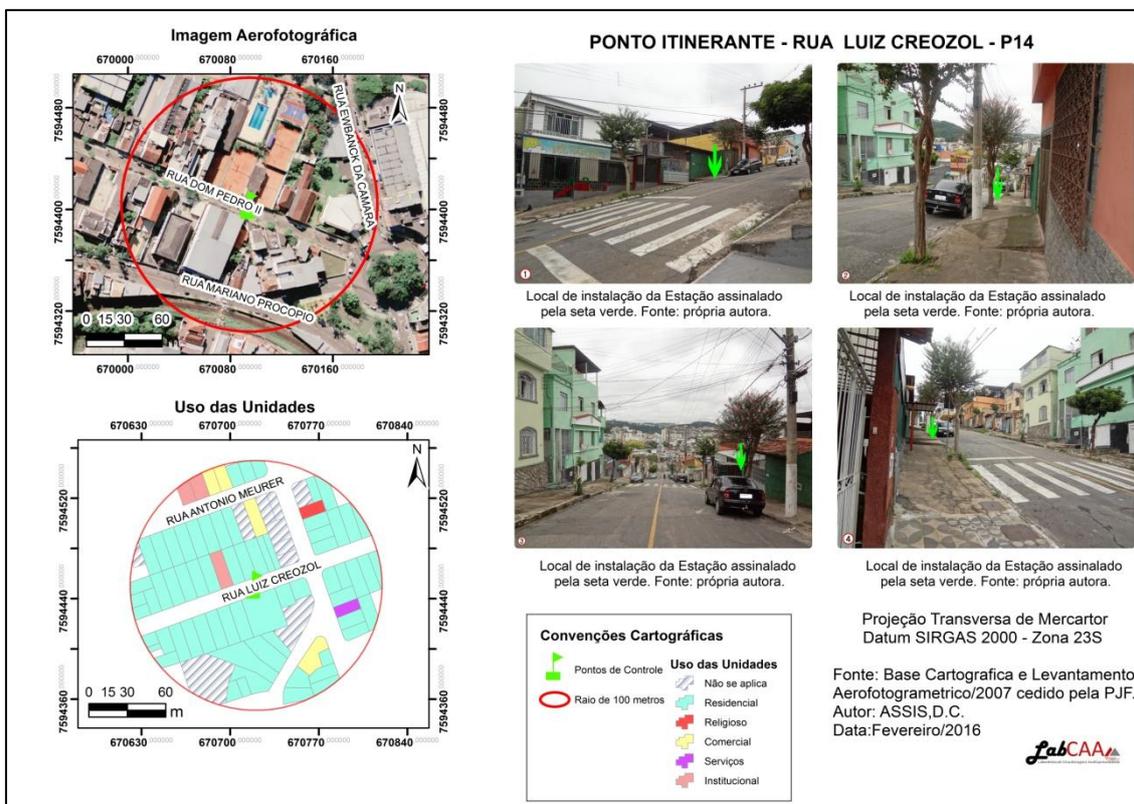
Figura 28– Caracterização do Ponto de controle Itinerante 13.



Fonte: elaborado pela própria autora.

A coleta do ponto seguinte, assim como a do ponto anterior, foi realizada no dia 19 de agosto, foi alojado a 724 metros de altitude, na região urbana de Nossa Senhora Aparecida representante mais próxima da zona leste da cidade. Este ponto pertence a uma região de exemplares de edificações mais simples e até mesmo mais precárias, com uma população com menor poder aquisitivo. Com um caráter essencialmente residencial, a área próxima ao ponto concentra 78% de unidades de uso residencial, como pode observado na figura 29. O ponto de controle localizou-se mais precisamente à frente do número 165 da Rua Luiz Creozol, uma via que não possui um fluxo considerável de veículos em relação às ruas de maior circulação já apresentadas, o que demonstra um perfil mais bairrista da RU.

Figura 29– Caracterização do Ponto de controle Itinerante 14.

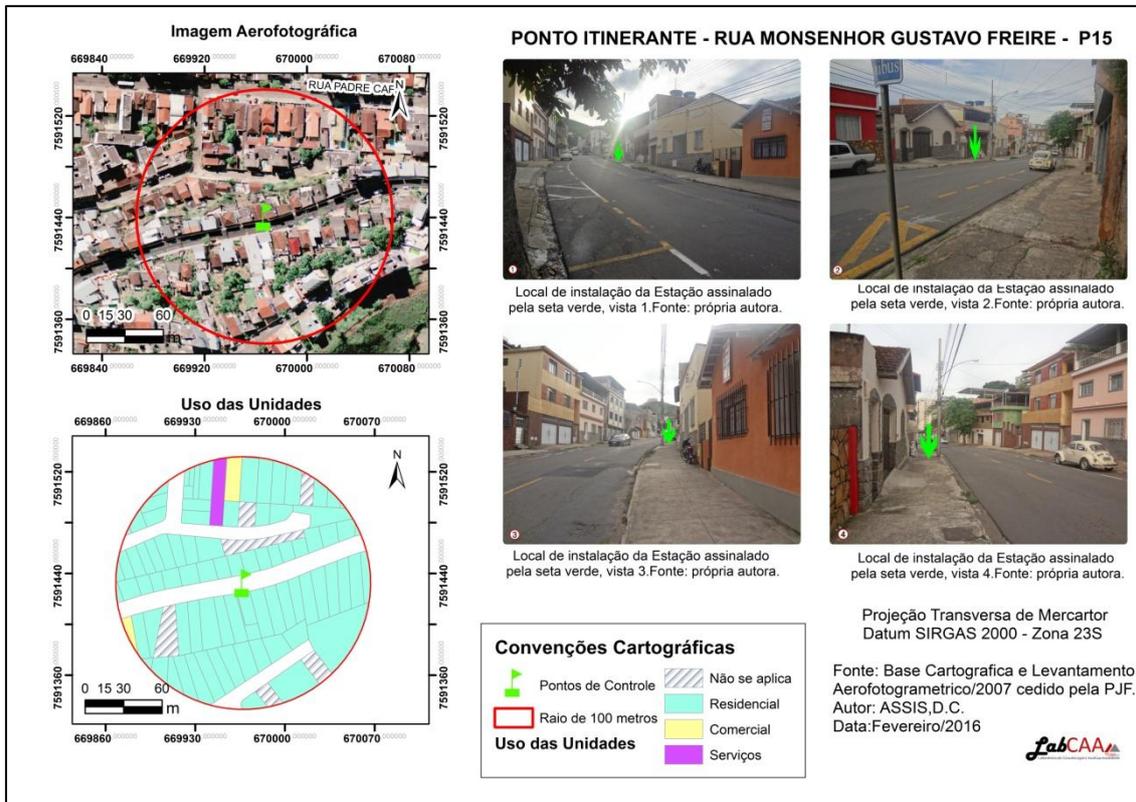


Fonte: elaborado pela própria autora.

No dia 20 de Agosto de 2015 os dados dos pontos 15 e 16 foram levantados na RU São Mateus. Pelo fato da mesma ser a segunda maior área e apresentar áreas com elementos distintos, buscou-se alocar os pontos que contemplassem estas diferenças. Os pontos citados podem ser ilustrados nas figuras 30 e 31.

O ponto 15 foi colocado, a 710 metros de altitude, na Rua Monsenhor Gustavo Freire, em frente ao número 401. Esta rua apresenta-se como um importante caminho de interligação entre diferentes bairros, principalmente a região que abriga o campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, o qual atrai um grande volume de pessoas. Desta forma, a via apresenta um fluxo de veículos intenso durante todo o período do dia. Em contrapartida, a área ao redor do ponto possui um caráter residencial com 90 % das unidades com este tipo de uso, demonstrando assim que nesta localidade não existe um potencial atrativo para a população já que conta com apenas duas unidades comerciais e uma de serviços.

Figura 30– Caracterização do Ponto de controle Itinerante 15.

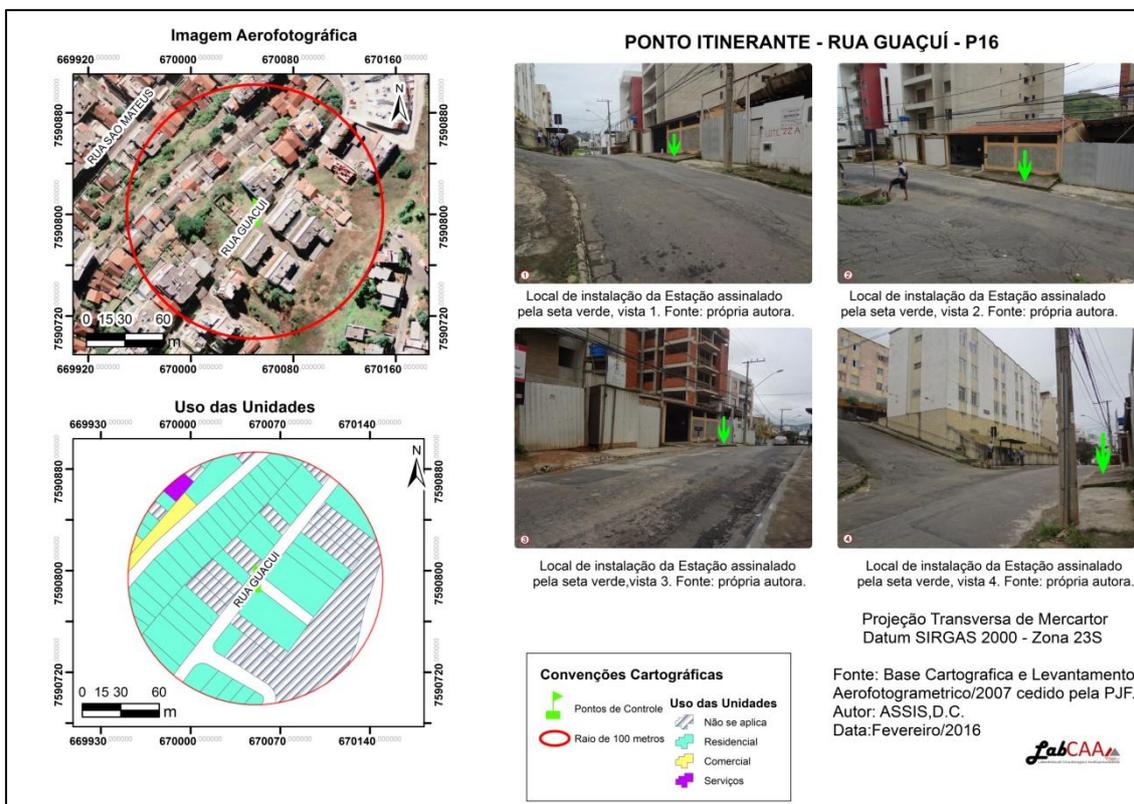


Fonte: elaborado pela própria autora.

Já o ponto 16, fixou-se na Rua Guaçuí, a 747 metros de altitude, em frente a casa de nº 466. Esta rua possui baixíssimo fluxo de pessoas e de automóveis. A área nas proximidades do ponto trata-se algumas edificações novas ou em processo de construção, lotes vagos, além de alguns exemplares mais antigos. O raio de 100 metros do ponto possui cerca de 70 % de unidades de uso residencial e quase 30 % de não cadastradas ou não se aplicam as classes estabelecidas.

Para finalizar a coleta na RU São Mateus, coletou-se os dados na rua mais importante da RU, a Rua São Mateus, a qual possui uma enorme diversidade edificações dos mais variados tipos de uso. Assim optou-se por instalar o ponto 17 nesta rua, no dia 22 de Agosto de 2015, mais precisamente em frente ao posto policial da região, a 685 metros de altitude. A Rua São Mateus possui um alto fluxo de veículos e pessoas durante todo o dia. Como é possível visualizar na figura 32, o uso das unidades na área em volta do ponto distribui-se essencial em 60 % de uso residencial mais 29% de uso comercial e de serviços somados.

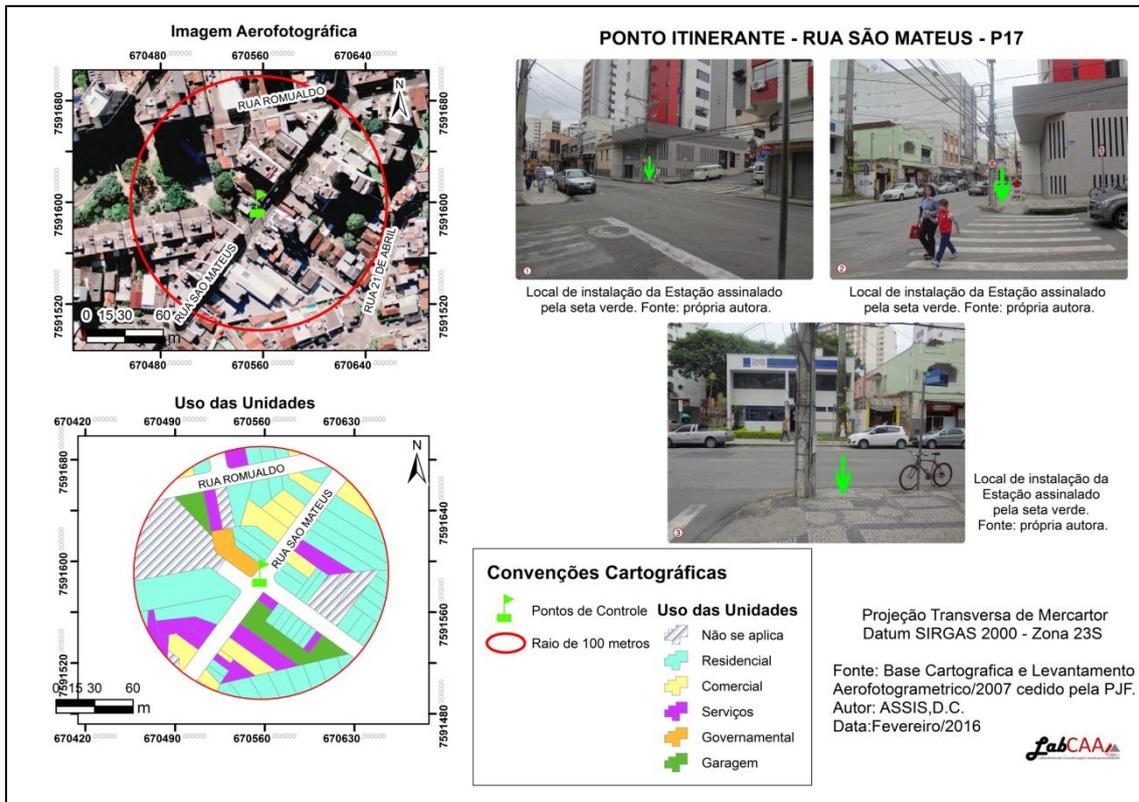
Figura 31– Caracterização do Ponto de controle Itinerante 16.



Fonte: elaborado pela própria autora.

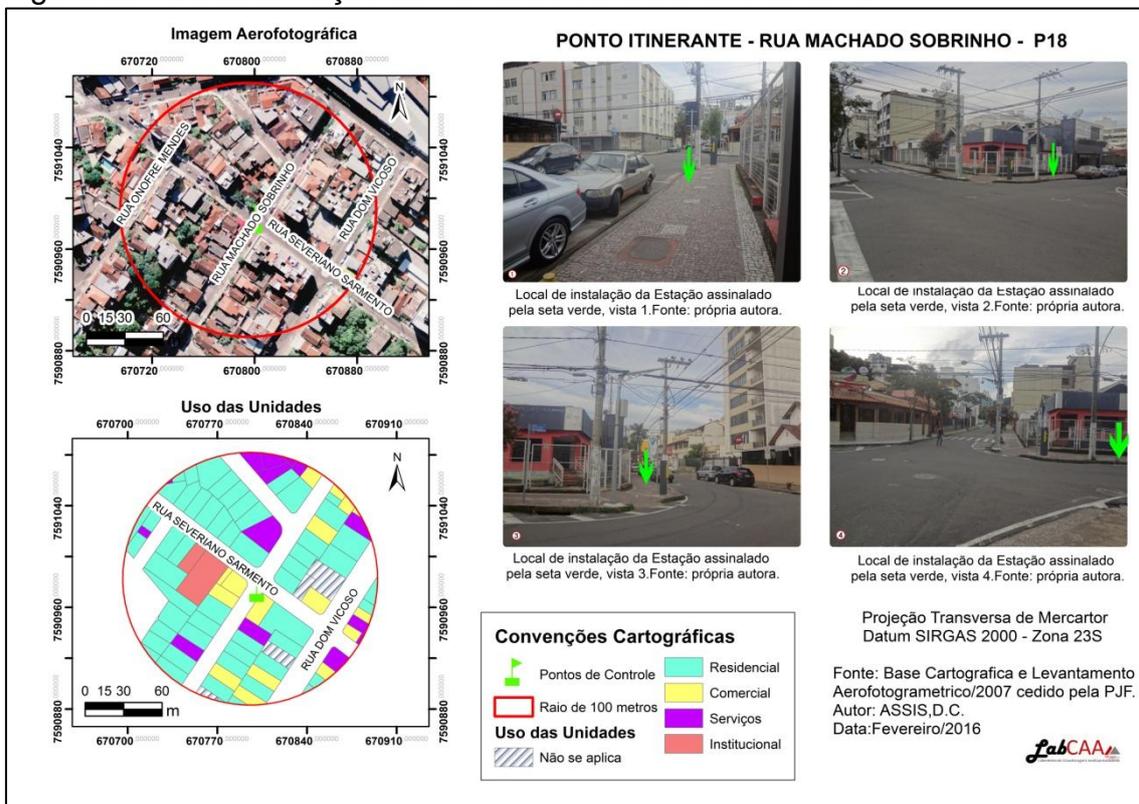
Na mesma data foram coletados dados na RU Alto dos Passos, sendo que o ponto 18 foi acomodado na esquina das ruas Machado Sobrinho e Severiano Sarmiento, em frente ao nº 100. O local está a 699 metros de altitude, assim como o São Mateus possui 60% das unidades com uso residencial, além de 33 % de uso comercial e de Serviços, como é possível observar na figura 33. A rua onde o ponto foi instalado possui fluxo de automóveis considerável durante todo o dia, justificado pelo fato da região possui uma grande funcionalidade para a população residente da própria RU e nas regiões das proximidades.

Figura 32– Caracterização do Ponto de controle Itinerante 17.



Fonte: elaborado pela própria autora.

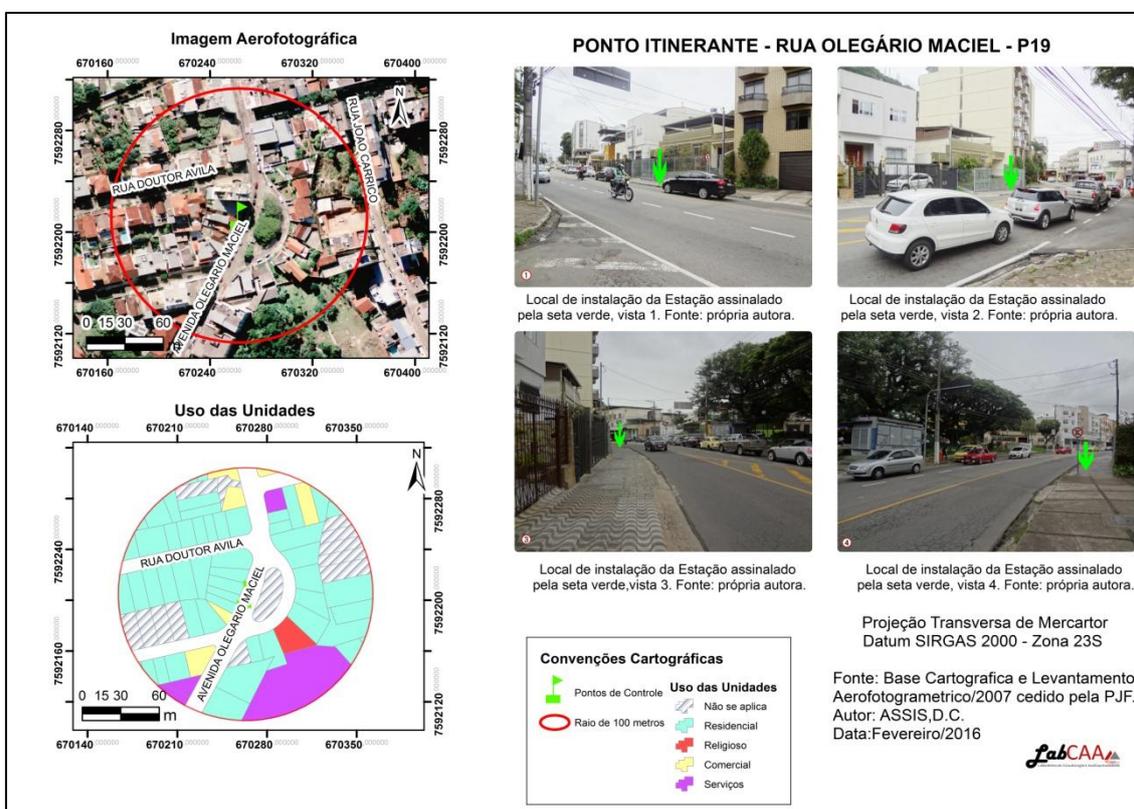
Figura 33– Caracterização do Ponto de controle Itinerante 18.



Fonte: elaborado pela própria autora.

Por fim, no último dia de campo, no dia 23 de Agosto de 2015, a região contemplada foi a do Jardim Paineiras, na Rua Olegário Maciel, em frente ao nº 1206. O ponto possui um dos maiores valores de altitude diante dos demais pontos, com 745 metros. Esta rua constitui-se em uma via de grande extensão e perpassa diversos bairros, além de funcionar como conexão entre os mesmos apresentando, portanto, grande quantidade de veículos circulantes por todo o dia. Assim como a Rua Monsenhor Gustavo Freire, também não tem um perfil que atrai a população devido a alguma oferta ou funcionalidade para a população cidadina, desta forma destaca-se com 70% de suas unidades de uso residencial, como é possível evidencia na figura 34.

Figura 34– Caracterização do Ponto de controle Itinerante 19.



Fonte: elaborado pela própria autora.

4.5. - ANÁLISE SINÓTICA DOS DIAS DE COLETA DE DADOS

As coletas de dados em campo ocorreram entre os dias 11 e 23 de Agosto de 2015. As análises foram realizadas a partir da leitura das cartas sinóticas e dos dados meteorológicos concedidos pela estação meteorológica do INMET de Juiz de Fora. Desta forma, o período de trabalho pode ser caracterizado pela ação predominante da Massa Tropical Atlântica, porém houve a ocorrência da ação de uma frente fria, seguida da atuação Massa Polar Atlântica.

Assim, nos dias entre 11 e 19 de Agosto verificou-se a atuação da Massa Tropical Atlântica, com pressão atmosférica variando de 918,67 hPa a 911,21 hPa e a temperatura máxima registrada em Juiz de Fora neste período foi de 25,6°C no dia 19 de Agosto e a mínima de 12,4°C do dia 14, com a umidade de relativa média que variando de 65% no dia 16 e 82% no dia 14.

O dia 20 foi marcado pela chegada de uma frente fria no início da noite, a qual ocasionou chuva com um total de 5,2 mm, portanto, visualizou-se uma queda na temperatura, levando a uma média de 16,4°C, sendo a máxima registrada no dia de 21,2°C e a mínima de 13,4°C, além de uma umidade relativa média de 76%, por fim a média da pressão atmosférica do dia foi de 911,96 hPa.

O dia seguinte caracterizou-se por uma instabilidade com a pressão atmosférica de 913,5 hPa, ainda devido a passagem da frente fria e atuação da massa polar atlântica as temperaturas variaram entre 13,1°C e 21,2°C, com uma média de 15,7°C e umidade de 81%. Portanto, o dia 21 de Agosto foi eliminado das coletas de campo, devido às suas condições atmosféricas.

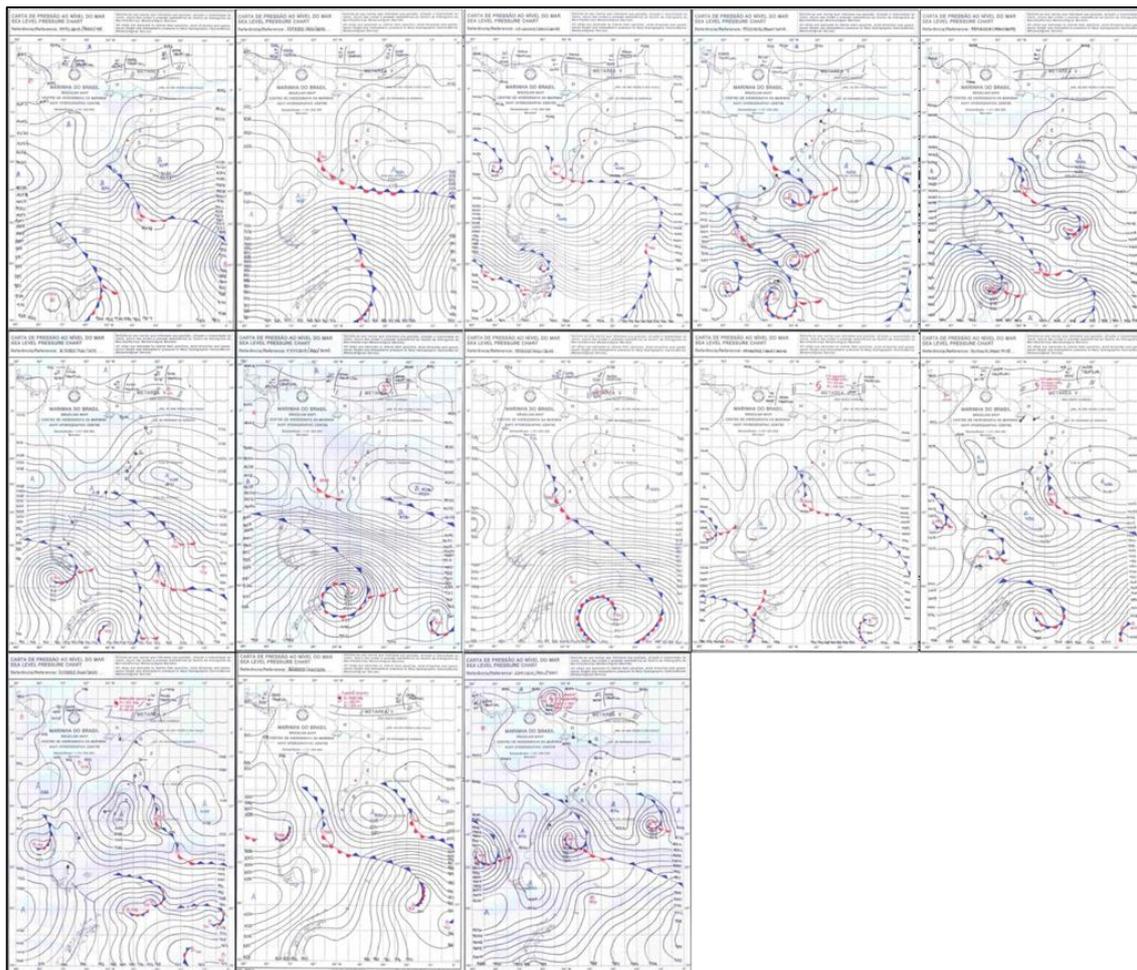
Já os dias 22 e 23 foram marcados pela atuação da massa tropical atlântica, com temperaturas variando de 13,8°C, mínima registrada no dia 22 e 24,7°C, máxima do dia 23. Do mesmo modo, no dia 22 a temperatura média foi de 15,6°C e a umidade 87% e no dia 23 a temperatura média foi 18,3°C e umidade relativa 76%, sendo que a pressão atmosférica do período teve uma variação de 912,5 hPa a 910,9 hPa. Estas informações podem ser confirmadas no quadro 15 com os dados da estação meteorológica e nas sequências das cartas sinóticas na figura 35 a seguir e detalhadas em Anexo:

Quadro 15 – Dados meteorológicos dos dias de coleta em campo.

Data	Temp. (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Precip.(mm)	Pressão (hPa)	Sistema Atmosférico
11/08/2015	15,14	20,5	12,6	79,5	0	918,67	MTA
12/08/2015	15,48	19,9	12,8	76,0	0	917,89	MTA
13/08/2015	16,53	22	12,7	74,1	0	917,84	MTA
14/08/2015	16,21	21,3	12,4	82,2	0	917,40	MTA
15/08/2015	17,11	22,7	13,2	76,3	0	916,92	MTA
16/08/2015	18,42	24,2	13,5	65,6	0	917,22	MTA
17/08/2015	17,43	23	13,8	77,0	0	917,28	MTA
18/08/2015	17,73	23,5	14	76,6	0	915,53	MTA
19/08/2015	19,43	25,6	14,7	73,4	0	911,21	MTA
20/08/2015	16,44	21,2	13,4	76,5	5,2	911,96	MTA/Frente Fria
21/08/2015	15,74	20,2	13,1	81,4	0	913,51	Frente Fria
22/08/2015	15,69	18,5	13,8	87,5	0	912,51	MPA
23/08/2015	18,35	24,7	14,4	78,6	0,2	910,97	MPA

Fonte: Laboratório de climatologia e Análise Ambiental – LabCAA - Estação meteorológica automática e INMET - Juiz de Fora/MG

Figura 35 – Cartas Sinóticas dos dias de coleta em campo.



Fonte: Serviço Meteorológico Marinho. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com objetivo de compreender as diferentes respostas de conforto térmico no ambiente urbano, buscou-se investigar a distribuição e espacialização dos principais elementos que atuam na modificação das condições térmicas do mesmo. Neste sentido, primeiramente serão apresentados os mapas das variáveis naturais que constituem a área de estudo. Deve-se destacar que a palavra natural denota apenas que são elementos não criados pelo homem, assim reconhece-se que estes podem ter sofrido modificações de ordem antropogênica.

O primeiro mapa apresentado é o de altimetria da área, já que este elemento tem influência direta na criação de diferentes campos térmicos, partindo-se do princípio de que à medida em que se aumenta a altitude têm-se a diminuição dos valores de temperatura do ar.

Neste sentido destaca-se que a área de estudo encontra-se quase que predominantemente encaixada no vale do Rio Paraibuna, como é possível visualizar no Mapa 11. Assim, tem-se uma variação altimétrica na área de 137 metros, sendo que o maior valor encontrado dentro da área foi de 812 metros no limite extremo oeste da região central, mais precisamente na RU Jardim Paineiras. Em contrapartida, nas proximidades da calha do Rio Paraibuna encontrou-se diferentes pontos a 675 metros de altitude, sendo este o menor valor encontrado na área.

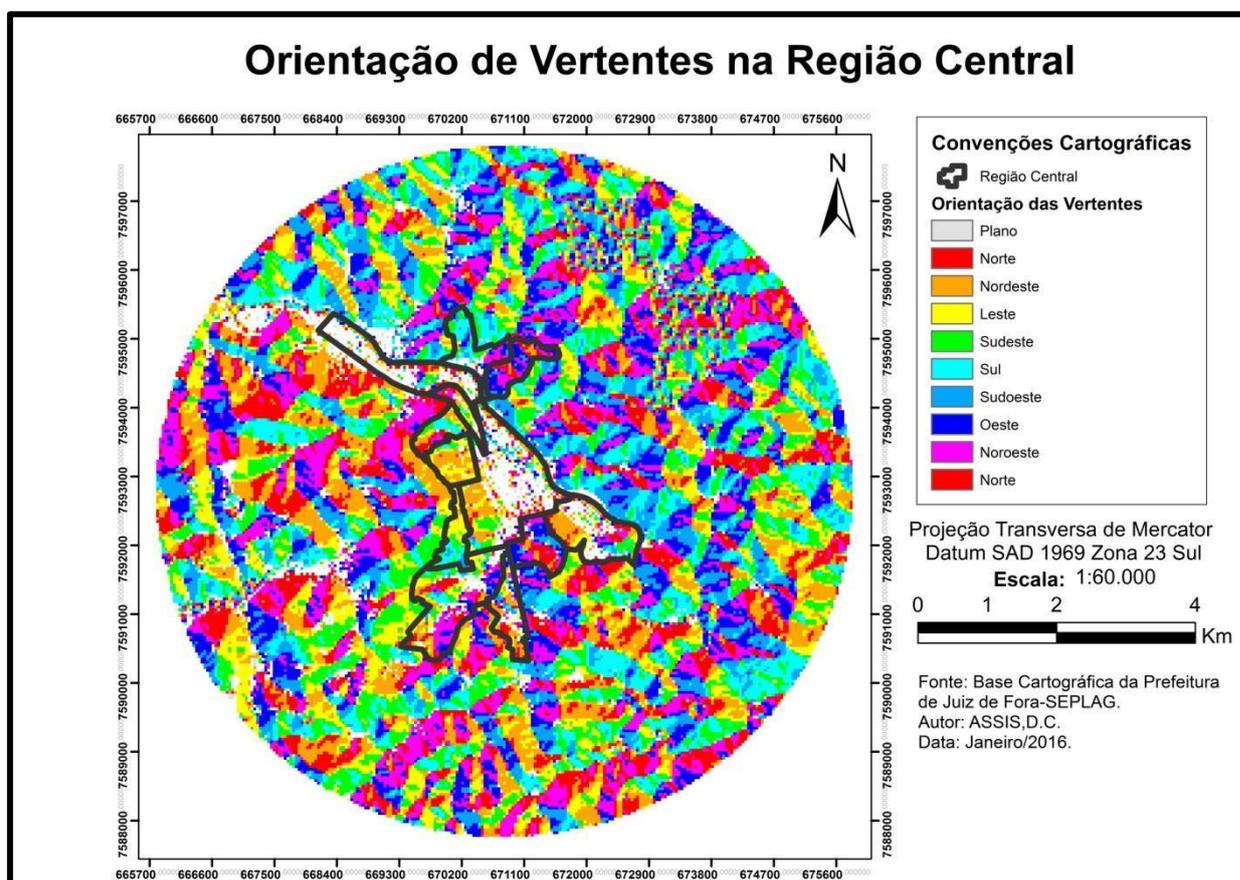
Contudo, ao observar apenas a altitude dos pontos de controle tem-se uma variação altimétrica menor, no valor de apenas 72 metros, sendo o ponto 16 localizado na RU com a maior altitude a 747 metros. O ponto de controle 11 na RU Poço Rico foi o de menor altitude encontrada, registrando 675 metros de altitude.

Neste sentido, pode-se dizer que o fator altimétrico, a princípio, fica em segundo plano no que toca a interferência na diferenciação térmica dos pontos de controle instalados dentro da área de estudo, pois sabe-se que a cada 100 metros de altitude tem-se uma perda de 1°C na temperatura em condições de adiabáticas seca. Deste modo, para o desnível altimétrico dentro da área de estudo a variação da temperatura do ar seria em torno de 0,72°C. Porém é importante destacar que o fator altitude exerce grande influência no contexto climático do

município como um todo, já que quando se considera este contexto tem-se uma amplitude altimétrica significativa da área.

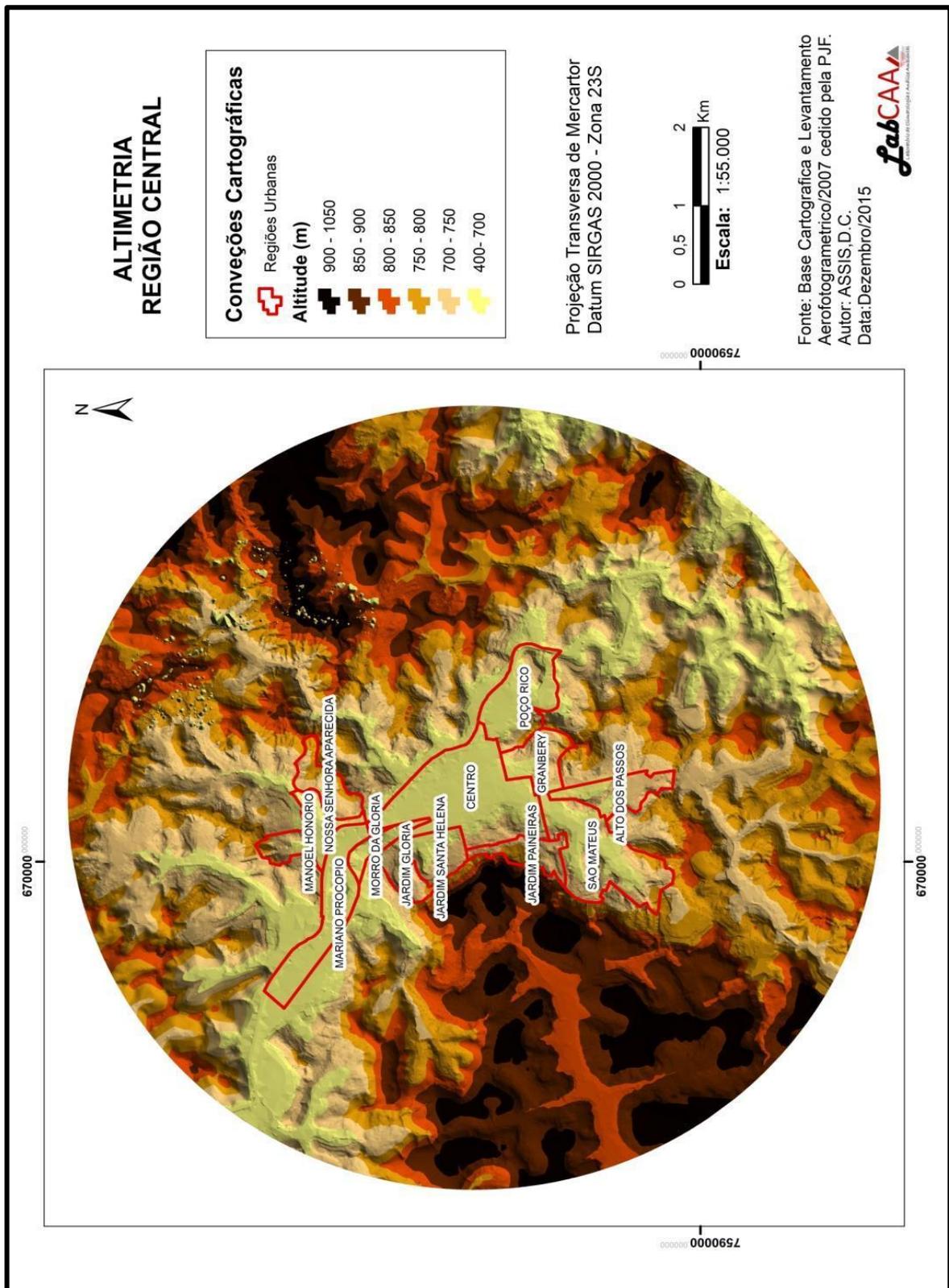
Em relação à orientação das vertentes destaca-se que grande parte da área de estudo está enquadrada na região considerada plana pelo modelo de orientação de vertentes, pois, como dito anteriormente, a Região Central encontra-se encaixada no vale do Rio Paraibuna. Porém quando se observa as vertentes que se encontram dentro da área de estudo visualiza-se uma orientação predominante no sentido Nordeste, como é possível verificar no Mapa 10.

Mapa 10 – Orientação de Vertentes na Região Central



Fonte: elaborada pela autora.

MAPA 11- Mapa altimetria da Região central.



Fonte: elaborado pela própria autora.

Visto que a vegetação exerce influência na resposta térmica, portanto, gerou-se o mapa com os fragmentos de vegetação somados às áreas verdes. Fez-se esta diferenciação, visto que as áreas verdes se apresentam na forma de praças dentro da área de estudo e estas possuem uma configuração diferente do fragmento, já que a maior parte destas possuem vegetação, mas também apresentam áreas impermeabilizadas o que pode interferir na realidade térmica do local.

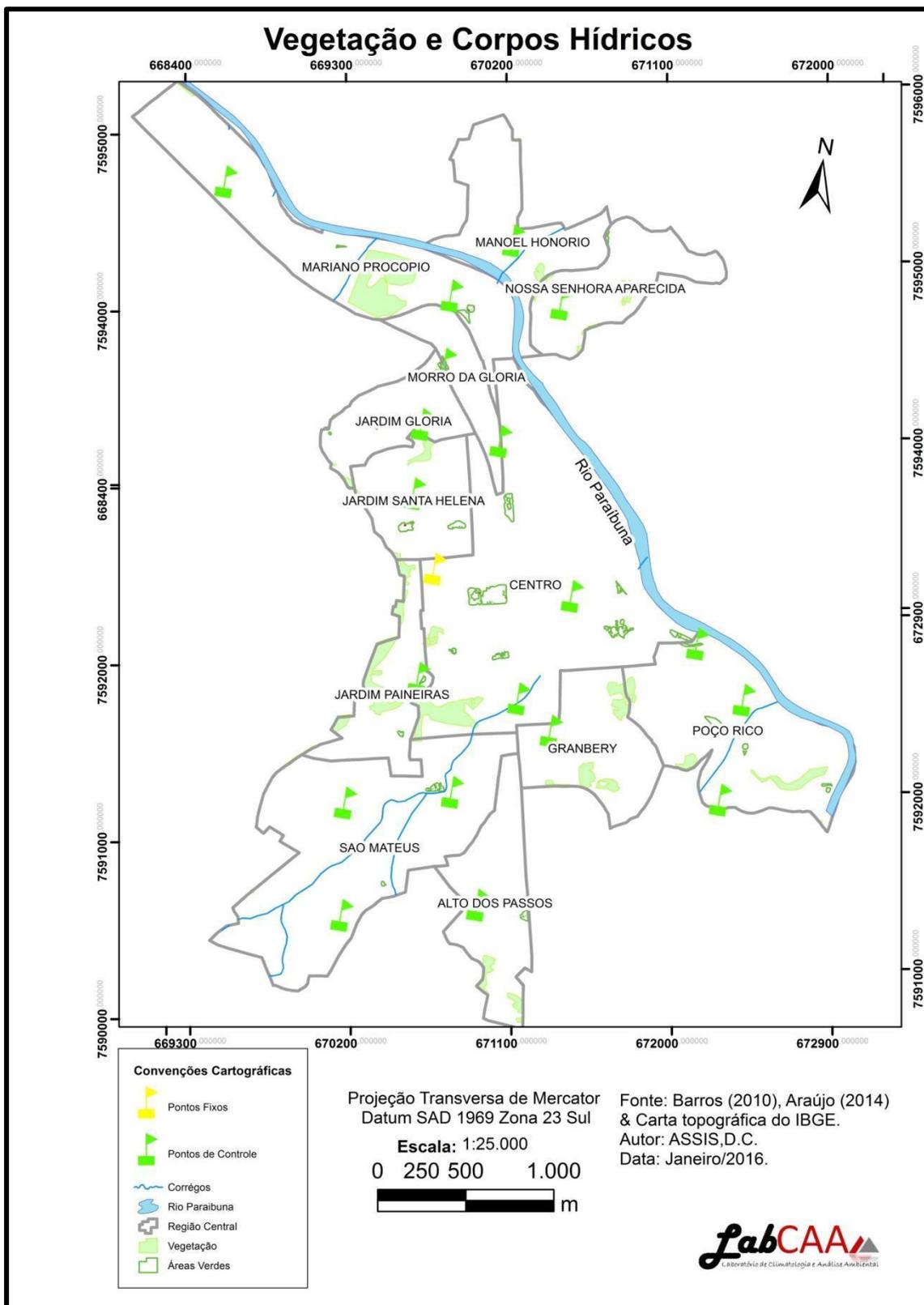
Com relação aos valores de albedo e emissividade dos corpos vegetados não se fez diferenciações entre fragmentos e áreas verdes, desta forma, adotou-se os valores de 0,20 de albedo e 0,97 de emissividade para os mesmos. Neste sentido, destaca-se que apesar da vegetação possuir um baixo valor de albedo, esta atua como elemento indispensável na atenuação das temperaturas e grande condicionante das condições de conforto, devido ao sombreamento gerado pelas copas de suas árvores, ao consumo de calor latente e consequente minimização das taxas de calor sensível, ao aumento da umidade relativa do ar, etc.

Barros (2015) cedeu a camada de fragmentos florestais na qual foram considerados apenas aqueles que apresentassem mais que meio hectare. Porém foram considerados apenas os fragmentos que se encontram na Região Central, sendo necessário, portanto, destacar que o mapa pode apresentar fragmentos menores que 0,5 hectare, pois a camada cedida pela fonte foi recortada para a área de estudo. A cobertura vegetal presente na área de estudo está representada no mapa 12. Neste sentido, com relação ao total de vegetação, a RU Mariano Procópio exibe maior cobertura vegetal pelo fato de abrigar a Fundação Museu Mariano Procópio, pois esta possui uma área representativa de vegetação de cerca de 90 mil metros quadrados de extensão, sendo o maior fragmento encontrado em toda a área de estudo. Deste modo a RU Mariano Procópio possui 94250,3 m² de vegetação, contabilizando áreas verdes e fragmentos.

Outra região que merece destaque é a RU Centro, pois expõe um total de 88078,7 metros quadrados, sendo que 58% desta área se apresentam na forma de fragmento florestal, totalizando 50862,9 m², os quais consistem em propriedades particulares. O fragmento florestal mais representativo na RU localiza-se nas proximidades da Av. Itamar Franco, nos limites do Colégio

Jesuítas. Os 42% restantes da vegetação encontrada na RU Centro são de áreas verdes, somando 37215,8 m² divididos em 6 praças.

MAPA 12- Vegetação e Corpos Hídricos



A área verde mais representativa da RU Centro trata-se do Parque Halfeld, o qual, segundo o acervo histórico da prefeitura municipal, é reconhecido como antigo Jardim Municipal, local escolhido para instalação das diversões itinerantes que passavam pela cidade, pois Juiz de Fora não possuía nenhuma forma regular de entretenimento.

O Parque Halfeld constitui-se, desde a sua criação, num dos mais importantes símbolos de Juiz de Fora. Situado entre as suas principais ruas - Halfeld, Santo Antônio e Av. Barão do Rio Branco, com 12 mil metros quadrados. Pode ser considerado, além de ponto de encontro e espaço de lazer e cultural dos juiz-foranos, como o “centro político e religioso” da cidade, sendo de extrema importância para a comunidade juiz-forana devido a sua representatividade enquanto área verde da Região Central possuindo diversas espécies arbóreas e arbustivas, além do seu contexto histórico e por sua localização.

Embora denominado como Parque, o mesmo não se enquadra neste conceito e é considerado uma praça, pois, segundo Pereira Lima (Org). (1994), parque urbano é uma área verde, com extensão maior do que as praças e jardins públicos, com função ecológica, estética e de lazer, enquanto as praças caracterizam-se como um espaço livre público cuja principal função é o lazer.

Em contrapartida a RU Morro da Glória se destaca pela completa ausência vegetação, não expondo áreas verdes ou fragmentos. Outra região que se destaca pela pouca presença de vegetação é a RU São Mateus, possuindo um total de 3352,0 metros quadrados e destes, 3285,0 m², ou seja, 98% são áreas verdes o restante é fragmento florestal. Esta RU é a segunda maior da área de estudo, apresentando uma alta densidade de ocupação e uma carência de áreas vegetadas.

Os dados detalhados de todas as RU's podem ser verificados no Quadro 16.

Quadro 16– Vegetação por Região Urbana.

Área de Vegetação (m ²)			
RU's	Fragmentos	Áreas Verdes	Total
Alto dos Passos	14346,2	1784,1	16130,3
Centro	50862,9	37215,8	88078,7
Granbery	37279,7	0,0	37279,7

Jardim Glória	0,0	7111,1	7111,1
Jardim Paineiras	65475,0	1292,2	66767,2
Jardim Santa Helena	10183,0	6318,0	16501,0
Manoel Honório	8730,9	0,0	8730,9
Mariano Procópio	90520,7	3729,7	94250,3
Morro da Glória	0,0	0,0	0,0
Nossa Senhora			
Aparecida	5130,1	850,5	5980,6
Poço Rico	22307,2	6193,9	28501,2
São Mateus	67,0	3285,0	3352,0
Total	304902,7	67780,4	372683,1

Fonte: Barros (2015) & Araújo (2014), organizado pela própria autora.

A partir do mapa 12, é possível visualizar a distribuição dos corpos hídricos na região central, neste sentido destaca-se que o Rio Paraibuna é o mais representativo, devido às suas dimensões, além do fato de que os córregos que ocorrem na região estão em sua grande maioria canalizados. Desta forma, estes córregos não exercem influência na temperatura e umidade do ar e consequentemente não atuam no conforto térmico.

Já o Rio Paraibuna possui uma função determinante nas respostas termohigrométricas nas quatro RU's nas quais o rio percorre, além do potencial de ventilação existente no vale do Paraibuna. Este rio totaliza em área 0,27 km² de lâmina d'água mapeada através da imagem aerofotográfica de 2007. Assim como todos outros materiais que constituem o urbano, a água também possui seus valores de albedo e emissividade que são de 0,29 e 0,96, respectivamente.

Findados os apontamentos a respeito das variáveis naturais, segue-se agora a apresentação das variáveis urbanas que exercem influência no contexto climático urbano, as quais consistem em albedo, emissividade, número de pavimentos e massa construída. Entretanto, reconhece-se que não são apenas estas variáveis que determinam o clima urbano da área estudada.

Os tipos de materiais que constituem as coberturas das edificações possuem um valor de albedo, devido às cores dos mesmos. Além da emissividade que está associada as propriedades térmicas dos materiais que constituem cada tipo de cobertura, sendo que quanto menor o valor desta, maior

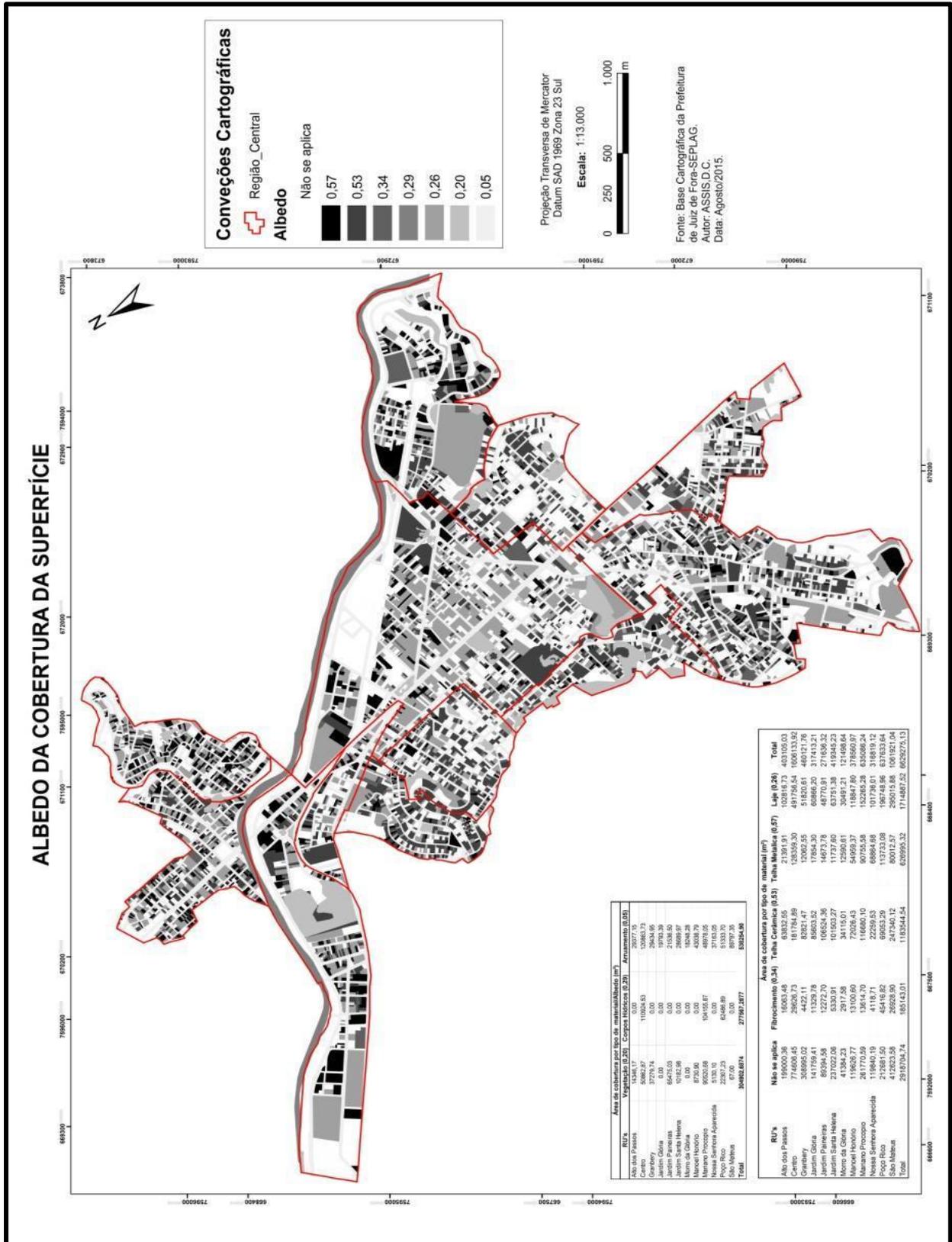
é a capacidade emissiva do material. Os dados utilizados são do cadastro imobiliário realizado pela secretaria de atividades urbanas, porém muitas unidades não foram cadastradas ou o tipo de cobertura encontrada na localidade não se enquadrava nas classes previamente estabelecidas.

Deste modo, após o levantamento realizado constatou-se que apenas 66% das unidades possuem registro de tipos de cobertura. A espacialização destes dados pode ser observada nos mapas 13 e 14.

Neste sentido, o total em área das unidades dentro da região central é de 6,629 quilômetros quadrados, estes se dividem em 2,91 km² em unidades não cadastradas. Dos que foram cadastrados 0,627 km² possuíam cobertura em telha metálica, totalizando 9% da área da região central com albedo de 0,57. A partir do valor de albedo este material possui o menor potencial de aquecimento diante dos demais tipos que foram analisados.

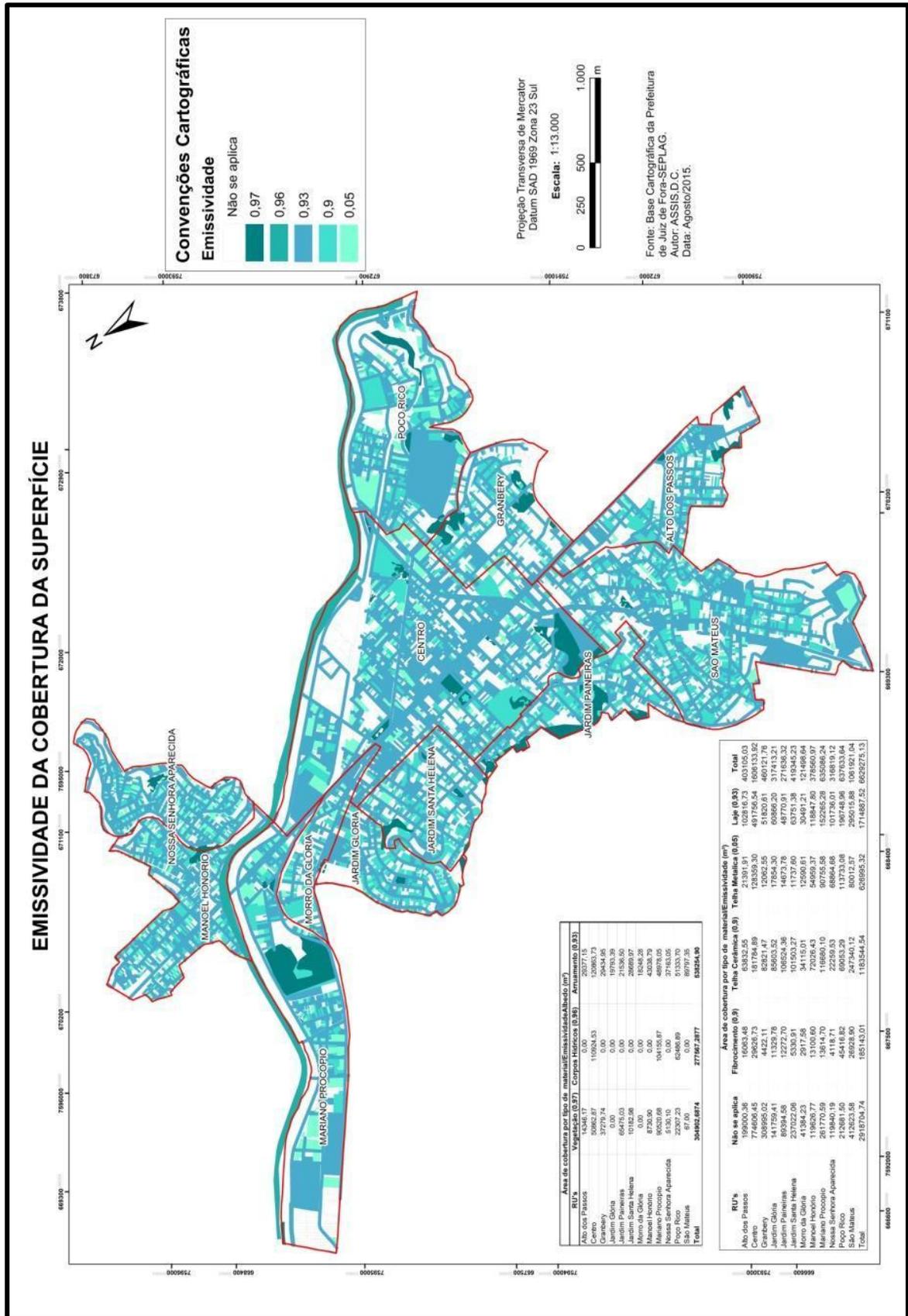
Porém a telha metálica possui uma emissividade de 0,05, com uma altíssima potencialidade de emissão de radiação, assim destaca-se a RU Nossa Senhora Aparecida, a qual possui muitas unidades de autoconstrução de baixa renda com este tipo cobertura. Apesar da RU ter um caráter residencial, exibe um grande potencial de aquecimento e, pelo fato da população da RU ser em sua maioria com baixo poder aquisitivo, estas possuem menores condições de investir no arrefecimento das condições climáticas.

Mapa 13- Albedo da cobertura da superfície.



Fonte: elaborado pela própria autora.

Mapa 14 – Emissividade da cobertura da superfície.



Fonte: elaborado pela própria autora.

Segundo Gartland (2010), telhas metálicas podem chegar a uma temperatura de até 57,9° C sob o sol, com um albedo de 0,57 e estas, mesmo apresentando um albedo mais alto, alcançam uma temperatura elevada em função da baixa emissividade.

Já a cobertura de telha cerâmica com albedo de 0,53 está presente em 18% da área das coberturas e, diferentemente da cobertura anteriormente apresentada, este material possui uma alta emissividade, com valor de 0,9. Assim sendo, trata-se da cobertura mais fresca das cadastradas, sendo que as unidades da RU Jardim Paineiras possuem 39% da área das suas coberturas deste material. Observa-se que este tipo de cobertura também possui representatividade em outras RU's, como Morro da Glória (28%), Jardim Glória (27%), Jardim Santa Helena (24%) e São Mateus (23%).

A cobertura de fibrocimento, com 0,34 de albedo possui pouquíssima representatividade dentro da Região Central, com apenas 3% da área de cobertura de toda área de estudo. Com relação à emissividade tem o mesmo valor da telha cerâmica, mas devido ao albedo o fibrocimento se aquece mais que o citado anteriormente.

Por fim o tipo de cobertura mais representativo na área de estudo é o de laje, com 0,26 de albedo, ou seja, possui maior capacidade de absorção de calor do que os outros materiais que cobrem as edificações. No entanto, este material possui menor capacidade emissiva, com o valor de 0,93 assemelhando-se com asfalto quando se relaciona apenas a emissividade.

Neste sentido, tem-se na Região Central um total de 26% da área das unidades coberta por laje, somando 1,71 Km², a RU com o maior percentual de cobertura com este tipo de material é a RU Nossa Senhora Aparecida com 31% da área dos lotes coberta pela mesma. Já as RU's Alto dos Passos (26%), Granbery (11%), Jardim Glória (19%), Jardim Paineiras (18%), Jardim Santa Helena (15%), Morro da Glória (25%), Mariano Procópio (24%) e São Mateus (28%), apresentam menos de 30% de suas áreas cobertas deste material.

Dentre todos os materiais já mencionados resta agora o asfaltamento, o qual possui grande capacidade de aquecimento devido ao seu baixo valor de albedo, de 0,05, ou seja, o maior dos absorvedores de calor dentro da cidade. A partir do levantamento realizado, constatou-se que 0,5 km² da área é coberta por

asfaltamento, o que representa 7% da área total estudada. Toda essa área apresenta 0,93 de emissividade, ou seja, pelo menos a partir dessa propriedade o arruamento não possui grande potencial de aquecimento, pois atua como um baixo emissor de radiação.

Além dos materiais que cobrem as edificações deve-se considerar a própria edificação a qual possui alto potencial de armazenamento de calor. Assim, para aferir os efeitos das mesmas no contexto climático urbano fez-se o cálculo da massa construída de cada edificação dentro da Região Central, além de espacializar cada um destes dados.

Como a área de estudo trata-se da região central, que apresenta um grande adensamento urbano, onde os lotes expõem quase que 100% de suas áreas construídas, mesmo existindo uma legislação reguladora que aponte para a ilegalidade desta prática, no mapa 13 é possível verificar qual é a massa construída de cada uma das unidades. É importante destacar, portanto, que pode haver casos onde a massa está superestimada já que para realização deste cálculo tinha-se apenas as medidas do lote e não da edificação propriamente dita. Os dados desse levantamento podem ser observados no quadro 17, onde se observa a distribuição da massa construída por região urbana.

Quadro 17 – Massa Construída por Região Urbana

MASSA CONSTRUIDA				
RU's	Kg	% de Massa	Área (km²)	% de Área
Alto dos Passos	120787456,3	7%	0,45	6%
Centro	467996305,4	26%	1,8	23%
Granbery	137839069,0	8%	0,45	6%
Jardim Glória	67351937,1	4%	0,3	4%
Jardim Paineiras	66212406,1	4%	0,34	4%
Jardim Santa Helena	130548647,3	7%	0,38	5%
Manoel Honório	130144252,6	7%	0,49	6%
Mariano Procópio	62807402,0	4%	0,86	11%
Morro da Glória	49976330,1	3%	0,2	3%
Nossa Senhora Aparecida	91173759,0	5%	0,39	5%
Poço Rico	81474940,6	5%	0,85	11%
São Mateus	361994008,6	20%	1,24	16%
Total	1768306514,0	100%	7,75	100%

Fonte: elaborado pela própria autora.

Neste sentido ressalta-se que em muitas regiões esta massa obedece a proporcionalidade da área, em contrapartida existem RU's em que o percentual de massa construída em relação à massa total da área é maior que o percentual de área com relação à área total.

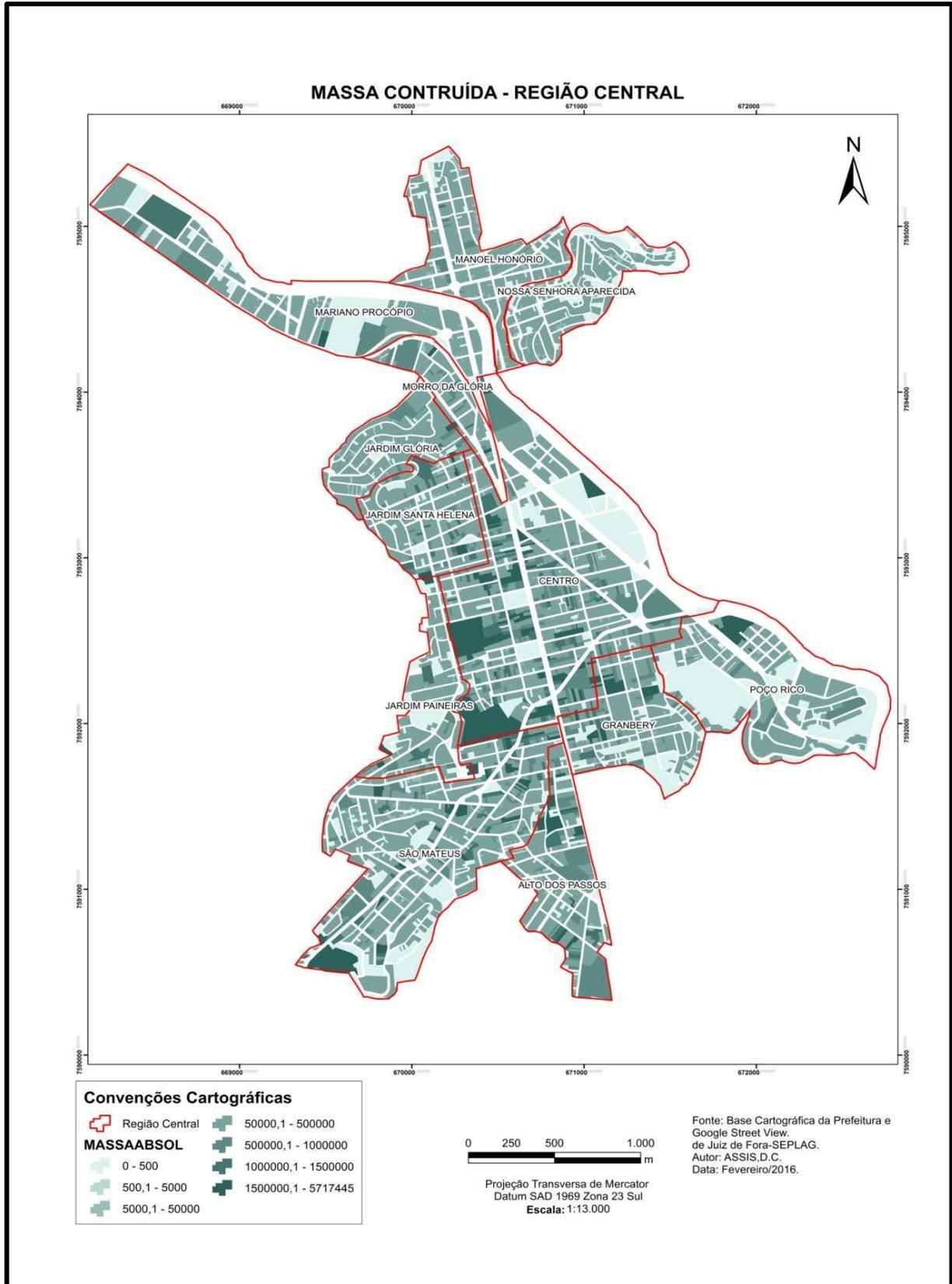
Assim, nota-se o movimento de adensamento de algumas RU's, como é caso do Centro, São Mateus, Alto dos Passos, Manoel Honório, Jardim Santa Helena e Granbery. Em contrapartida, tem regiões que se projetam no sentido oposto, ou seja, apresentam maior percentual de área do que de massa de alvenaria, como é o caso do Poço Rico com mais do que o dobro do percentual de área em relação a massa construída. Esta situação se repete no Mariano Procópio, além das situações que as RU's possuem uma proporcionalidade.

Entretanto, é importante destacar que além desta proporcionalidade, a massa de alvenaria não se distribui de maneira uniforme nem mesmo dentro de todas as RU's, portanto, faz-se necessário visualizar no mapa 15 como ocorre esta espacialização. A concentração desta massa construída pode gerar o aquecimento de determinadas áreas em relação à outra com menor quantidade de massa construída, pois, como Tso et al (1990) já constatou, existe uma relação entre o aumento de massa construída e a redução nas perdas térmicas convectivas e o aumento de temperatura no meio urbano.

Outra questão que é possível extrair mesmo que indiretamente da camada de massa construída é a presença da verticalização, pois quando se observa o percentual de massa construída maior que o percentual de área estima-se que a RU pode estar relacionada a presença de edificações com maior número de pavimentos. Além dos dados numéricos, no mapa 15 é possível verificar este processo como, por exemplo, a porção oeste da RU centro, com unidades com coloração mais forte, denotando edifícios de maior massa e, portanto, mais elevados.

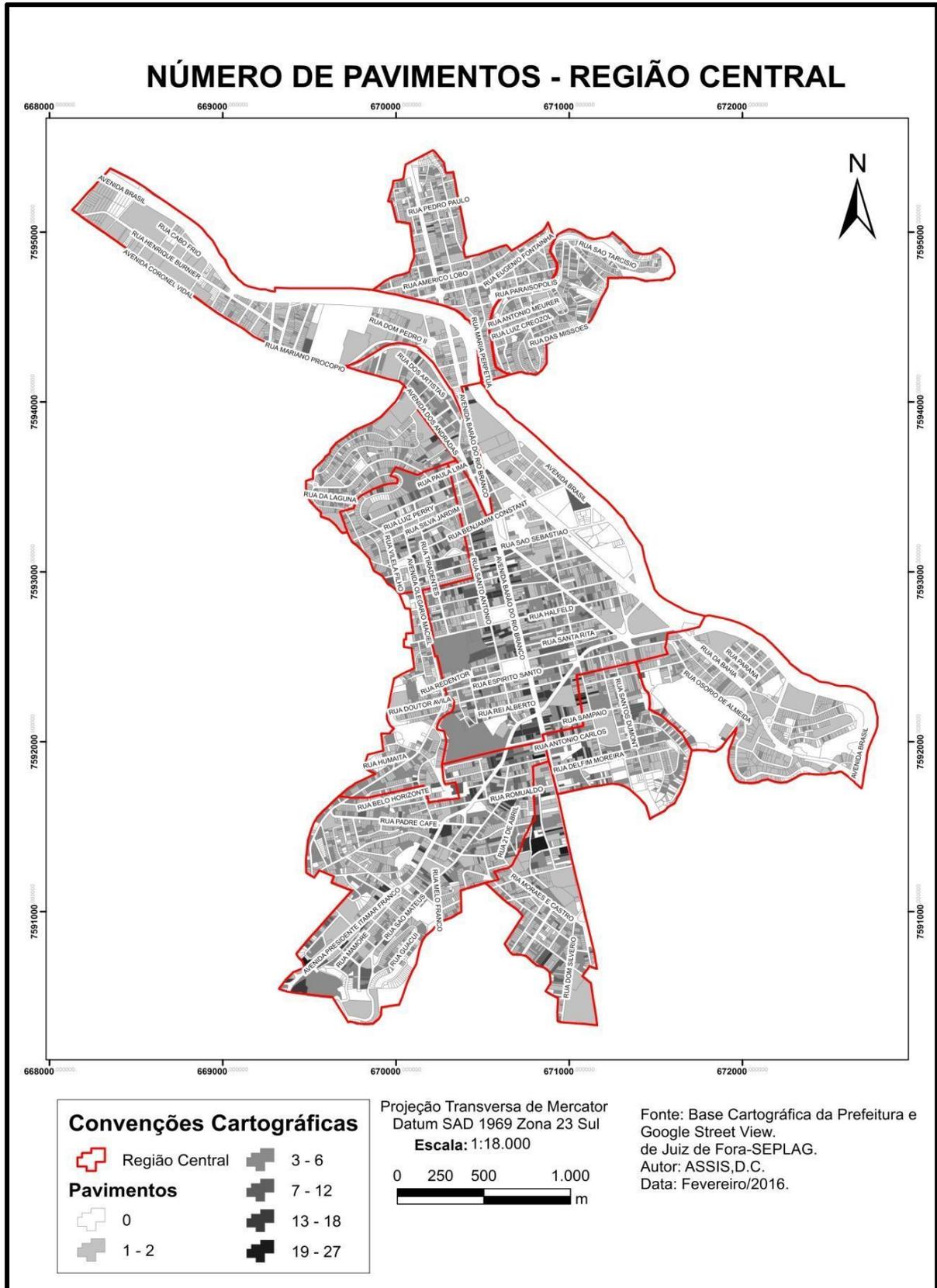
Para evidenciar esta informação foi elaborado o mapa 16, que traz o número de pavimentos de cada unidade, dentro de toda a área de estudo. Através deste, entende-se melhor como a questão da elevação dos edifícios interfere nos valores de massa encontrada.

MAPA 15 - Massa construída absoluta.



Fonte: elaborado pela própria autora.

Mapa 16 - Número de Pavimentos.



Fonte: elaborado pela própria autora.

Observando o mapa 16, visualiza-se o destaque da RU centro com edificações com maior número de pavimentos, indicando a verticalidade da região. Além desta, outras RU's também se destacam, como é caso do Granbery, Alto dos Passos e a porção nordeste do São Mateus.

Nesta perspectiva, através deste mapa é possível inferir que além do fator de massa construída apresentar mais elevado nessas áreas, destaca-se a formação de *canyons* urbanos, os quais podem ser responsáveis pela criação de corredores de ventos em algumas localidades e em outras gerarem zonas de aprisionamento de calor, gerando zonas mais aquecidas.

O número de pavimentos também interfere no FVC, o qual tem seu valor diminuído em localidades com unidades com maior número de pavimentos, pois à medida que as edificações se tornam mais elevadas, maior será a obstrução do céu visível. Outra informação atrelada ao número de pavimentos dos edifícios é o sombreamento gerado pelos mesmos.

Neste sentido, observam-se no mapa 16 as áreas com prováveis ocorrências de áreas sombreadas, verificando-se áreas que possivelmente atuam como zonas de frescor em determinadas épocas do ano.

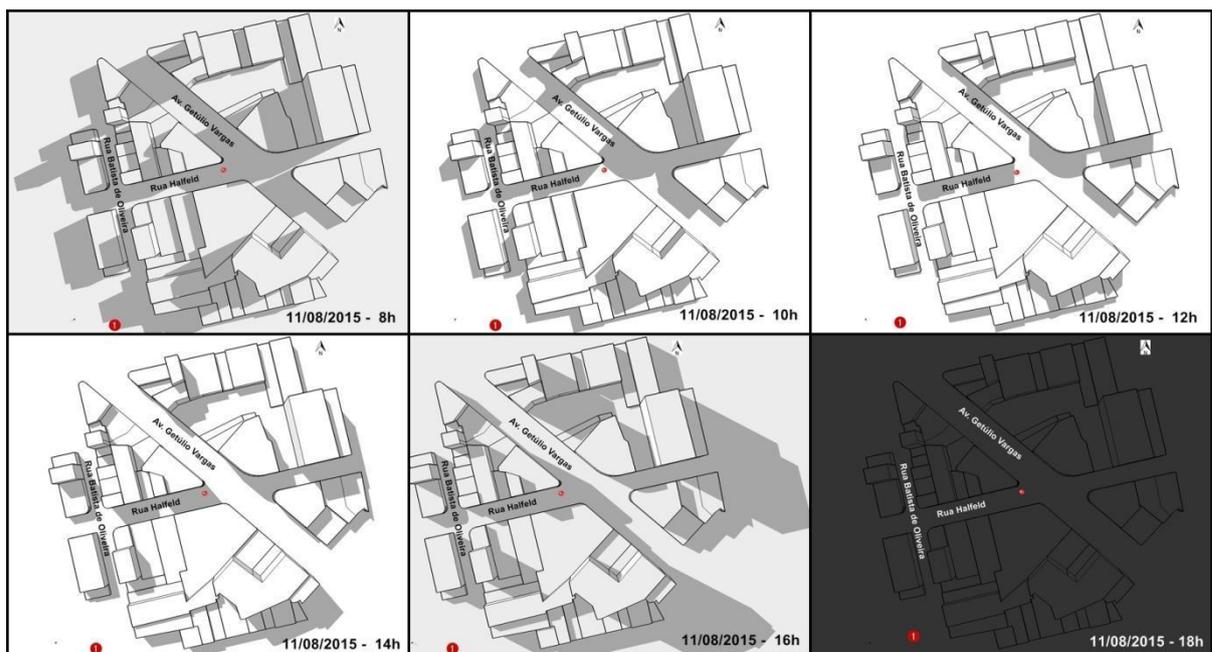
A partir da importância do sombreamento, viu-se a necessidade de visualizar a ação desta durante o dia sobre os pontos de coleta, pois este fator pode ser determinante nas respostas térmicas encontradas. Este fator pode anular de certa forma a atuação de outros fatores apresentados anteriormente, como é o caso do albedo, emissividade e massa construída, pois mesmo se estes elementos se apresentarem em alguma localidade com alto potencial de aquecimento, o fato de esta área ser sombreada minimiza os efeitos sobre a temperatura do ar dos mesmos, visto que se não há recepção de radiação solar direta os materiais que constituem aquela área não se aquecem na mesma proporção, se estivessem expostos a radiação solar direta.

Para tornar mais clara a ação das sombras nos pontos de controle, alguns modelos gráficos foram criados para que simulassem o processo de sombreamento durante o dia em cada um dos pontos, onde os dados meteorológicos foram coletados. Assim nas figuras de número 36 a 55, os modelos que trazem a movimentação das sombras podem visualizados.

Na figura 36 é possível observar o primeiro ponto de controle realizado, este se encontra em um importante cruzamento da cidade, entre a Rua Halfeld e Av. Getúlio Vargas, o local é cercado por inúmeras edificações que sombrearam o equipamento instalado praticamente durante todo o dia. Apenas no segundo e no terceiro momento ilustrado verifica-se que o ponto recebe radiação solar direta, assim pode-se dizer que esta localidade possivelmente tem sua temperatura do ar atenuada pelo fator sombra, já que esta possui os demais elementos analisados, como contribuintes para o seu aquecimento, porém o sombreamento gerado pelas edificações podem suavizar as respostas térmicas encontradas.

Outra questão explícita nesta simulação é a obstrução do céu visível pelo observador, que foi verificado no local em que o equipamento foi instalado, mostrando que o Fator de visão do céu neste ponto é reduzido.

Figura 36 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 1.

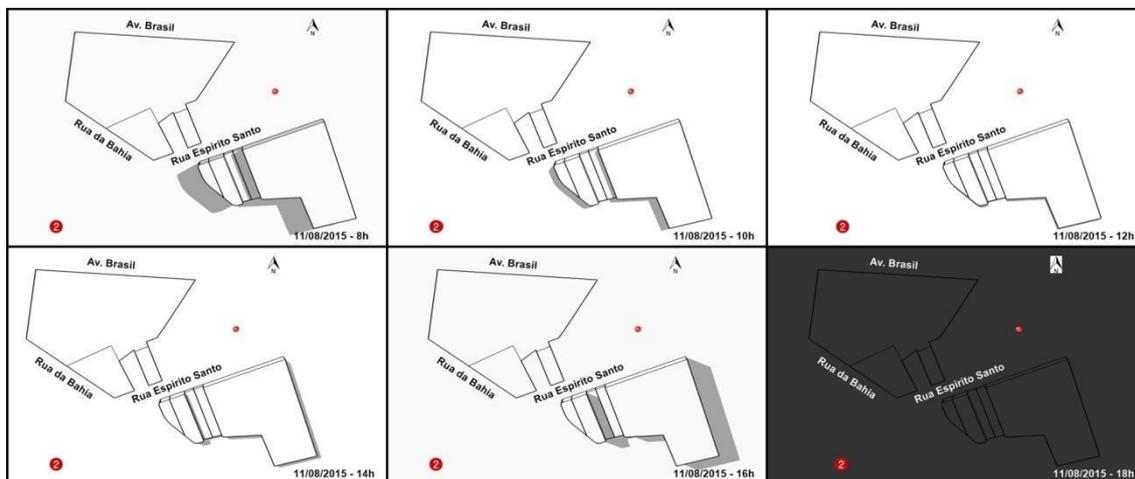


Fonte: elaborado pela própria autora.

O modelo do ponto de controle 2 pode ser observado na figura 37. Nesta verifica-se que não há ocorrência de sombras geradas por edificações sobre o local onde a estação foi alocada, porém destaca-se que neste ponto existem alguns indivíduos arbóreos, desta forma em algum momento a estação pode ter sido sombreada, contudo essa simulação não prevê sombras geradas por vegetação. O FVC no ponto onde o equipamento foi alocado tende a ser elevado

já que as edificações estão mais distantes do ponto e assim este se encontra livres de barreiras.

Figura 37 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 2.

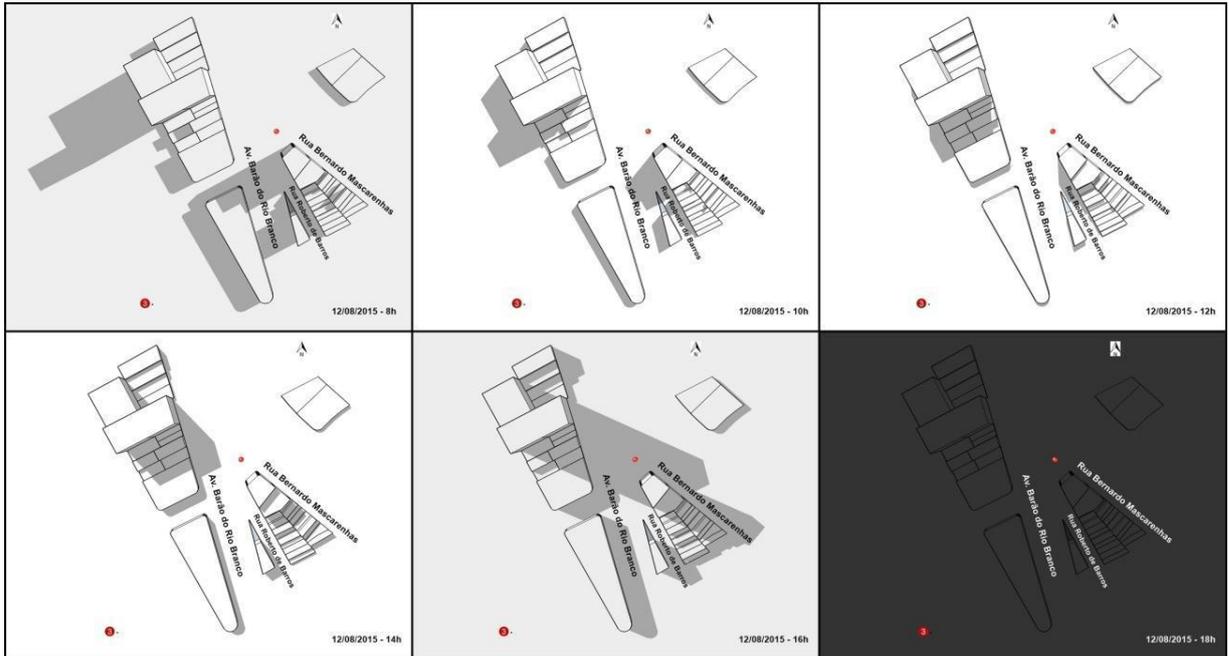


Fonte: elaborado pela própria autora.

Observando a figura 38 vê-se que o ponto de controle 3 recebe radiação solar direta quase por todo o dia, somente final da tarde e início da noite o ponto começa a ser sombreado, como é possível ver no quadro que simula a sombra projetada das 16 horas. Com relação à obstrução do céu visível, aponta-se que o ponto de controle tem seu FVC parcialmente bloqueado, devido aos edifícios localizados a sudeste do ponto, porém na fachada norte, noroeste e nordeste não existem barreiras ou os prédios se encontram mais distantes do ponto.

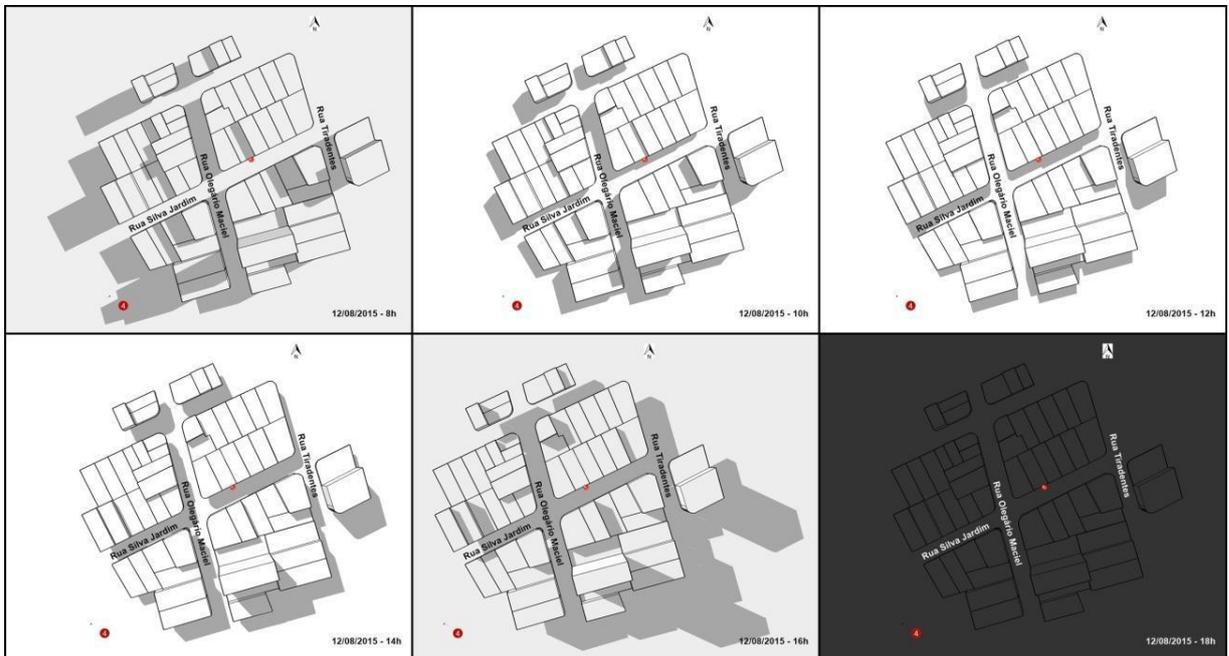
Na figura 39 verifica-se o modelo do ponto 4, a rua onde o equipamento foi instalado não possui edificações muito elevadas, mas se trata de uma via estreita, assim as casas no entorno acabaram por sombrear o equipamento durante grande parte do dia. Como é possível visualizar na figura apenas no primeiro quadro o ponto não está sombreado, neste sentido destaca-se o FVC, que pode sofrer interferência devido a largura da rua, porém não possui muitas barreiras formadas por altos edifícios.

Figura 38 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 3.



Fonte: elaborado pela própria autora.

Figura 39 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 4.



Fonte: elaborado pela própria autora.

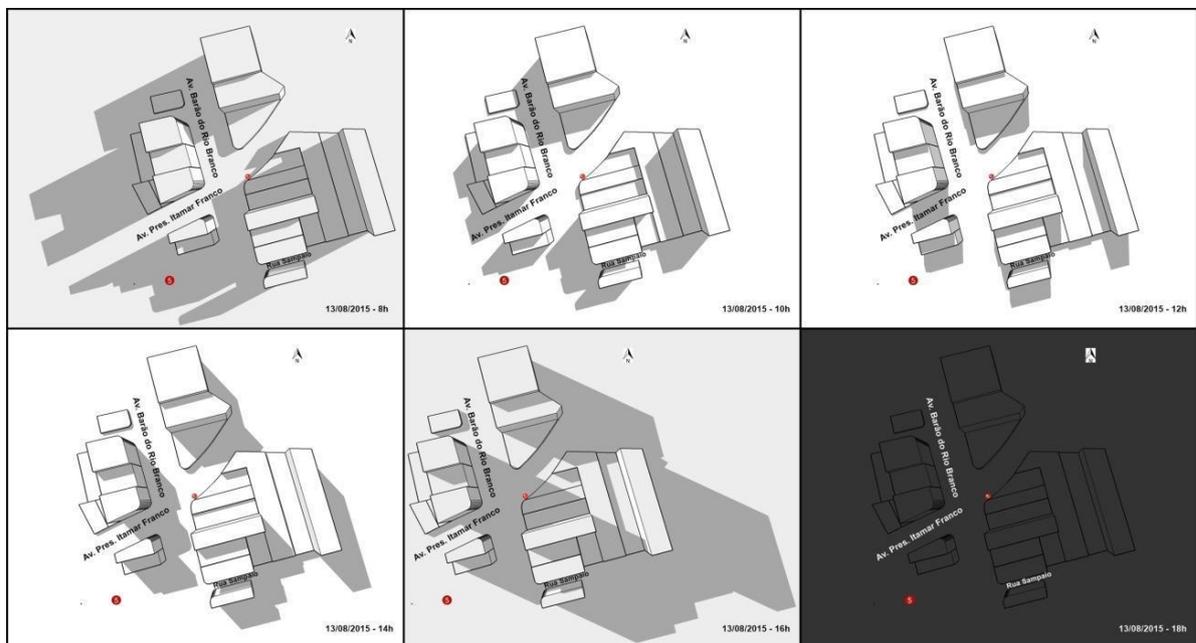
O ponto de controle 5 está ilustrado na figura 40 e este localiza-se em um dos lugares mais movimentados da cidade, neste sentido trata-se de vias de circulação largas com altos fluxos de veículos automotores. No entorno destas

encontram-se inúmeras edificações com muitos pavimentos, porém através da simulação gerada verifica-se que no período da manhã e início da tarde, o local onde a estação foi instalada recebe radiação solar diretamente. Assim, esta área confere uma grande potencialidade de aquecimento principalmente no período em que a mesma não está sombreada.

Com relação ao FVC observa-se que ocorre uma obstrução do céu visível principalmente no setor sudeste da figura, já que o ponto foi alocado muito próximo às edificações deste setor, além do fator destas serem consideravelmente elevadas.

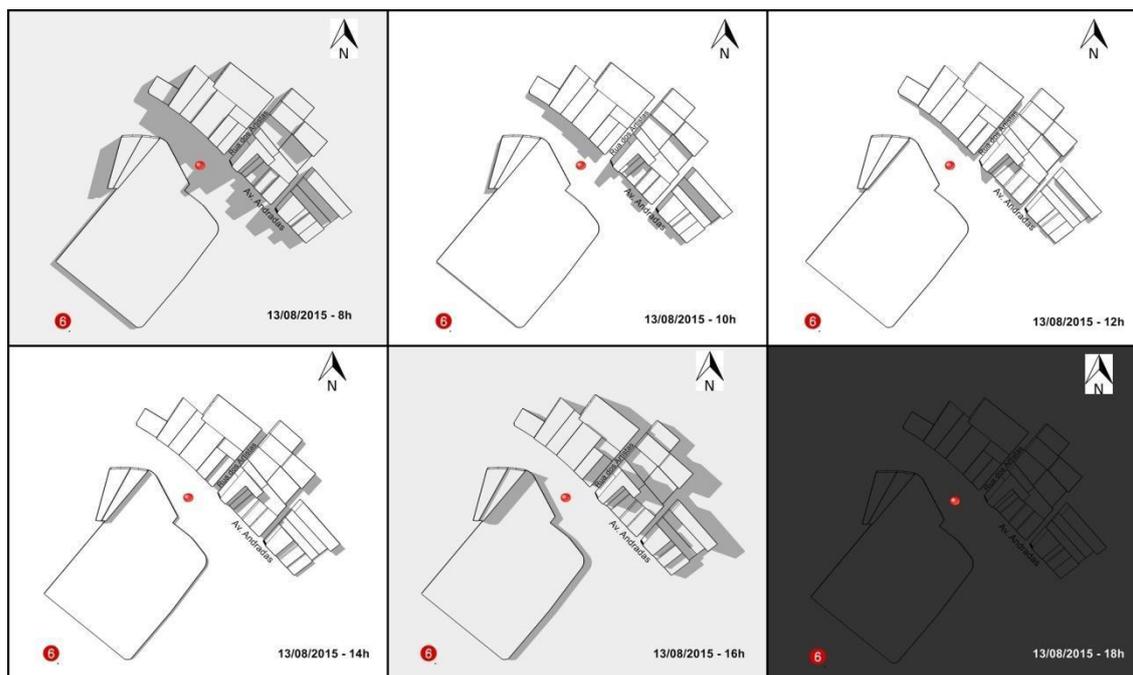
Na figura 41 tem-se a simulação de sombras do ponto de controle 6, neste local não tem edificações com muitos pavimentos, mas alguns pequenos prédios encontram-se a leste e nordeste do ponto. Assim, pode-se registrar um sombreamento do equipamento apenas do início da manhã, como é possível visualizar no primeiro quadro que simula a insolação no horário de 8 horas da manhã.

Figura 40 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 5.



Fonte: elaborado pela própria autora.

Figura 41 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 6.

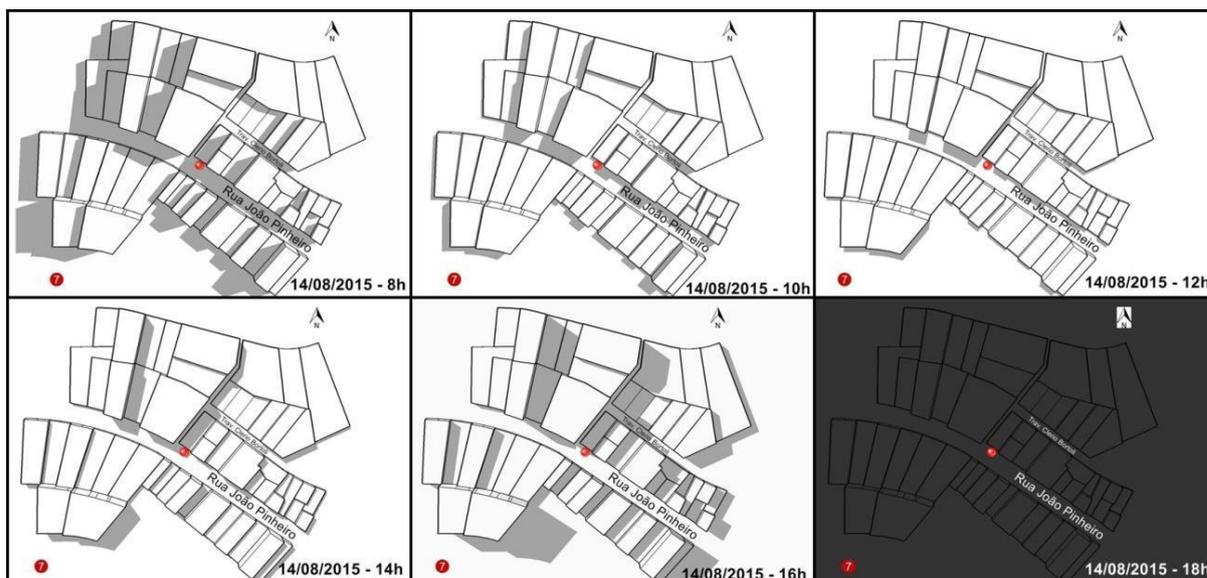


Fonte: elaborado pela própria autora.

Ainda sobre o ponto de controle 6 indica-se que o FVC no mesmo não possui muitas obstruções pelo fato de estar ligeiramente afastados das edificações, além das mesmas não possuírem muitos pavimentos.

Por meio da figura 42 as condições de insolação do ponto de controle 7 podem ser observadas, neste sentido verifica-se entorno do ponto não existem muitos prédios, porém visualiza-se o sombreamento em determinados momentos do dia. Em determinados períodos o ponto não fica completamente sombreado, mas ainda existe um sombreamento parcial o que pode resultar na atenuação das temperaturas do ar registradas. No que toca o FVC indica-se que pode haver alguma leve obstrução, porém por se tratar de edificações baixas estas barreiras pouco atrapalham.

Figura 42 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 7.



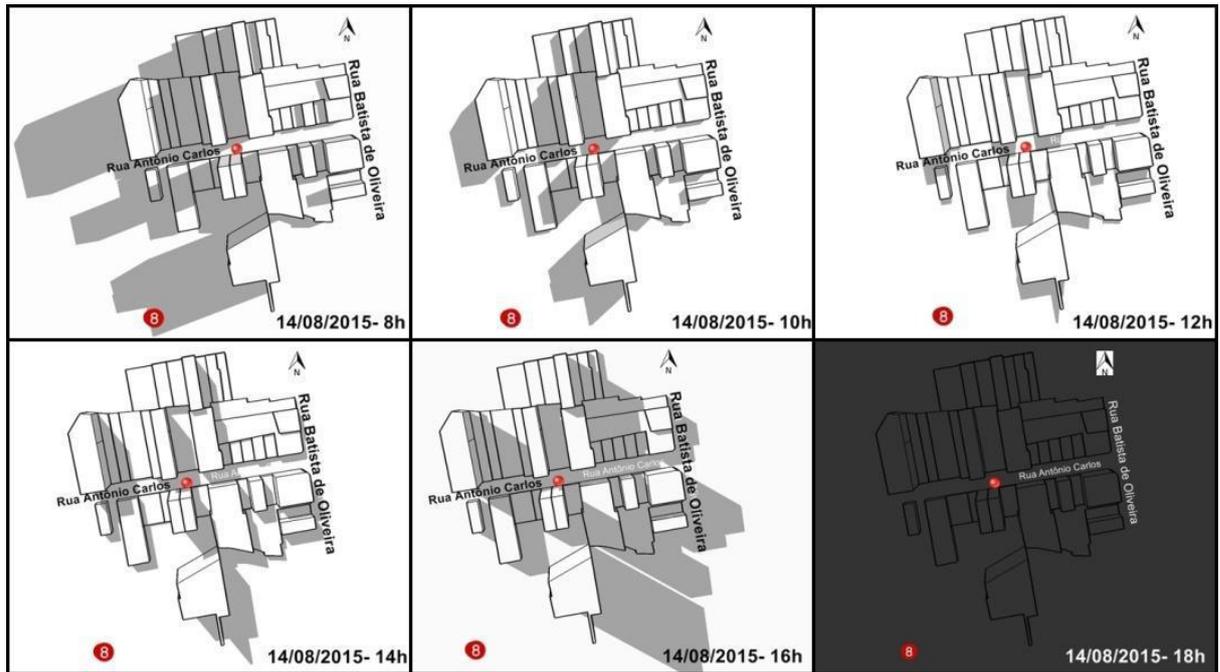
Fonte: elaborado pela própria autora.

Observando a figura 43 tem-se o modelo do ponto de controle 8, o qual encontra-se sombreado durante praticamente o dia todo, recebendo radiação solar apenas no horário de meio dia, momento no qual o sol se posiciona mais próximo do ângulo perpendicular. Neste sentido, é possível que as temperaturas registradas nesta localidade possam ser amortecidas pelas sombras.

Outro elemento interessante que pode ser visualizado nesta figura é que o ponto foi alocado nas proximidades de um corredor formado pelas edificações bastante elevadas, no eixo norte-sul, deste modo pode-se verificar a formação de um possível corredor de vento. O FVC é outro item que sofre muita interferência neste ponto, devido às elevadas edificações, além do fato da via ser consideravelmente estreita em relação ao tamanho dos prédios, assim aponta-se por FVC reduzido, devido a grande obstrução gerada pelos edifícios.

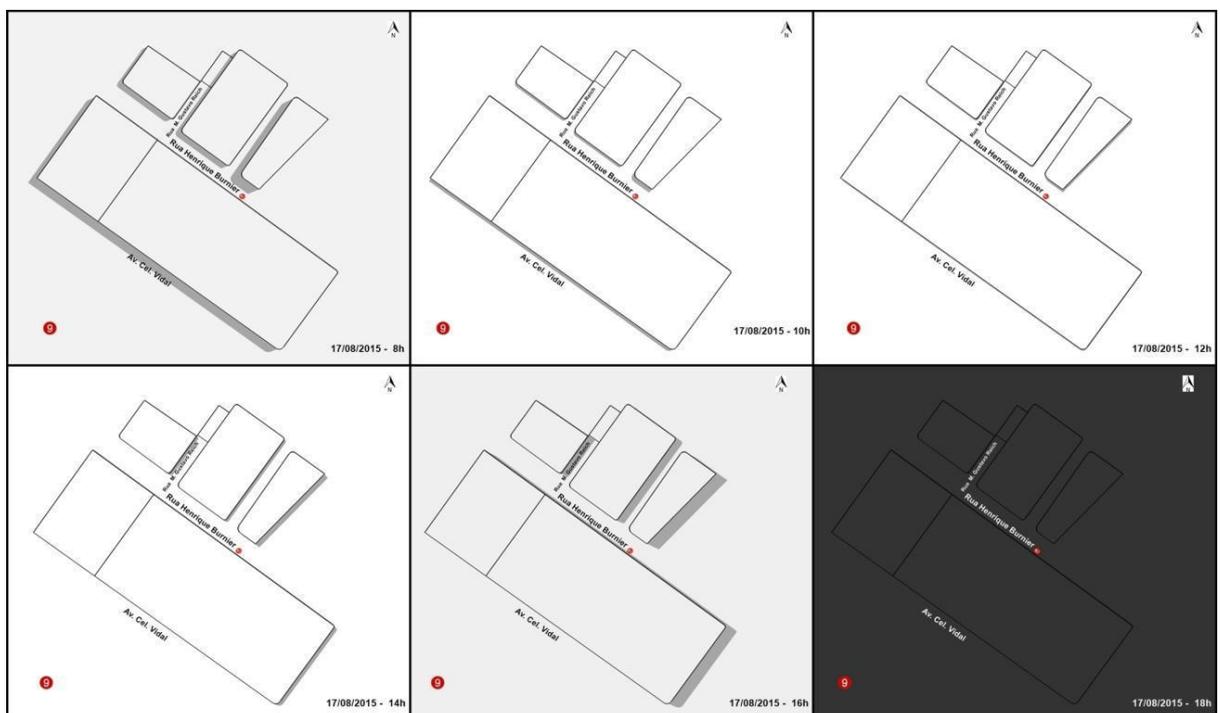
Diferentemente do ponto anterior, o ponto de controle 9 ilustrado na figura 44, recebe radiação durante todo o dia, pois não possui as unidades no seu entorno com muitos pavimentos. Neste sentido destaca-se que o FVC deve ser o mais próximo de um, ou seja, no ponto alocado não possui obstruções no céu visível.

Figura 43 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 8.



Fonte: elaborado pela própria autora.

Figura 44 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 9.

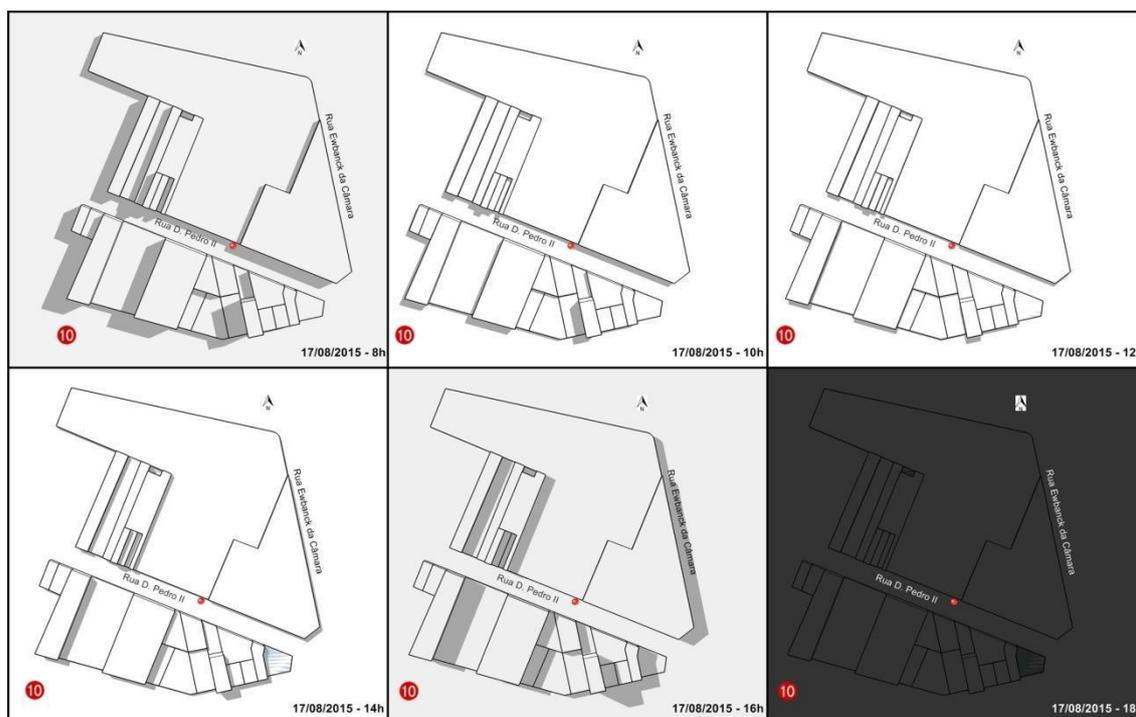


Fonte: elaborado pela própria autora.

Na figura 45 é possível verificar as condições de insolação do ponto de controle 10, destacando-se que mesmo se tratando de uma área com unidades de pouca elevação, no início do dia o equipamento ficou sombreado, durante as simulações de 8 e 10 horas da manhã. Isto se deve a orientação pela qual as edificações se apresentaram, além disso, tem o fato do ponto ter sido alocado mais próximo a estas unidades. Contudo, nos horários seguintes o ponto de controle recebeu radiação solar direta, o que pode favorecer o aquecimento da área.

Com relação ao FVC deduz-se que este apresenta valor próximo de um, devido ao fato do ponto estar circundado quase que completamente por casas de um pavimento.

Figura 45 - Modelo de sombreadamento do Ponto de Controle 10.



Fonte: elaborado pela própria autora.

O ponto de controle 11 pode ser observado na figura 46, onde verifica-se que há pouquíssima ocorrência de sombreadamento, apesar de tratar de uma rua estreita, a qual se caracteriza pela presença de pequenas casas com pouco potencial de sombreadamento. Com relação ao FVC tem-se a mesma resposta, as pequenas casas não geram barreira para visualização do céu a partir do ponto de controle.

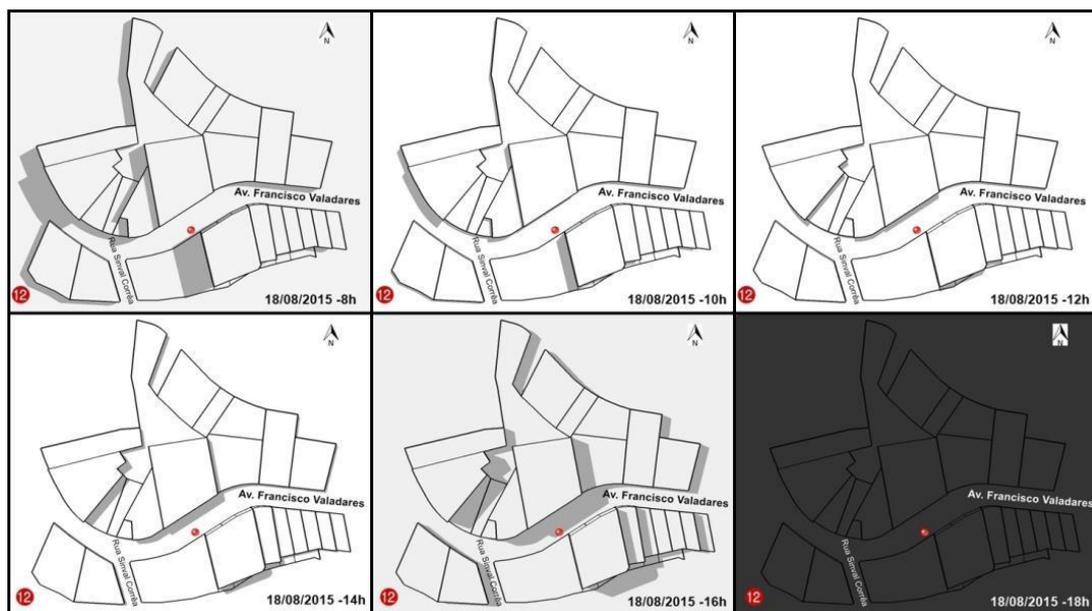
Figura 46 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 11.



Fonte: elaborado pela própria autora.

No mesmo dia de campo o ponto de controle 12 também foi alocado na RU Poço Rico e, como é possível verificar na figura 47, vê-se que esta localidade também lida pouco com a atuação do sombreamento. Neste sentido, destaca-se que o ponto de controle só aparece sombreado no modelo no horário de 16 horas, quando o sol já está caminhando para se pôr. No que toca o FVC, entende-se que neste ponto também não existe muitas obstruções para visualização do céu.

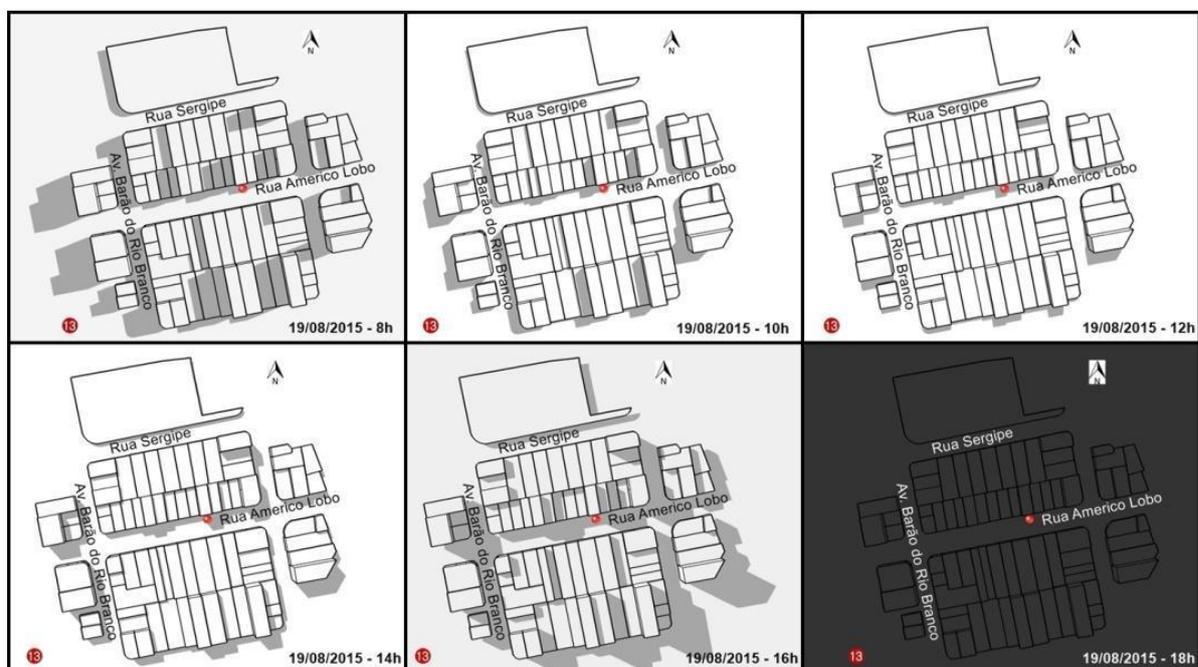
Figura 47 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 12.



Fonte: elaborado pela própria autora.

O ponto de controle 13 observado na figura 48 encontra-se sombreado quase que durante todo o dia, isto se deve ao fato da estação meteorológica ter sido alocada nas proximidades das edificações mais elevadas. Diante disso, destaca-se que mesmo com o fator de sombreamento, a via onde o ponto localiza-se possui um alto fluxo de veículos e pessoas, desta forma ainda assim pode registrar temperaturas mais elevadas, até mesmo porque o outro lado da rua onde o ponto foi instalado manteve-se ensolarado durante todo o dia. Outro elemento é o FVC o qual se indica que pode ocorrer uma leve obstrução na seção ao norte do ponto de controle devido as edificações um pouco elevadas que ali se encontram.

Figura 48 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 13.

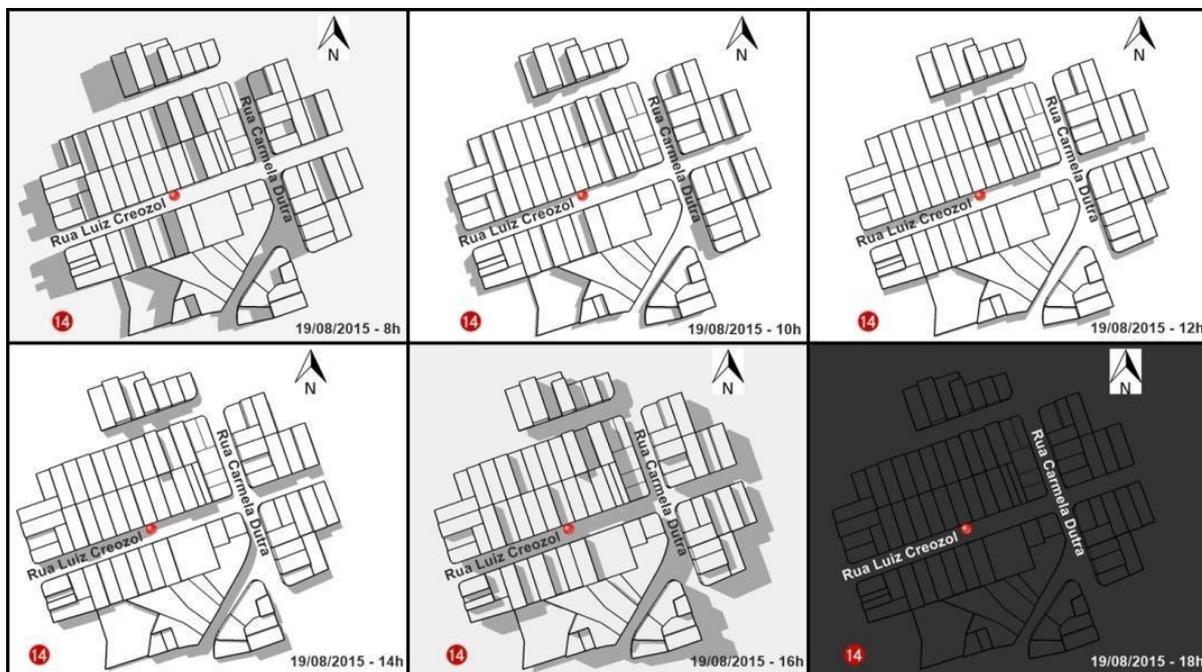


Fonte: elaborado pela própria autora.

Através da figura 49 são observadas condições de insolação do ponto de controle 14, destacando-se que o local de instalação da estação aparece no modelo sombreado apenas no período da tarde a partir do quadro de 14 horas. Assim, é possível que as temperaturas registradas neste momento sejam mais amenas, do que as que pudessem ser medidas caso a área estivesse ensolarada. Já considerando o FVC tem-se possivelmente uma pequena obstrução ao norte do ponto devido a proximidade que o ponto foi instalado das unidades, porém é

importante destacar que nesta via as unidades caracterizam-se em sua grande maioria com casa de pavimento apenas.

Figura 49 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 14.



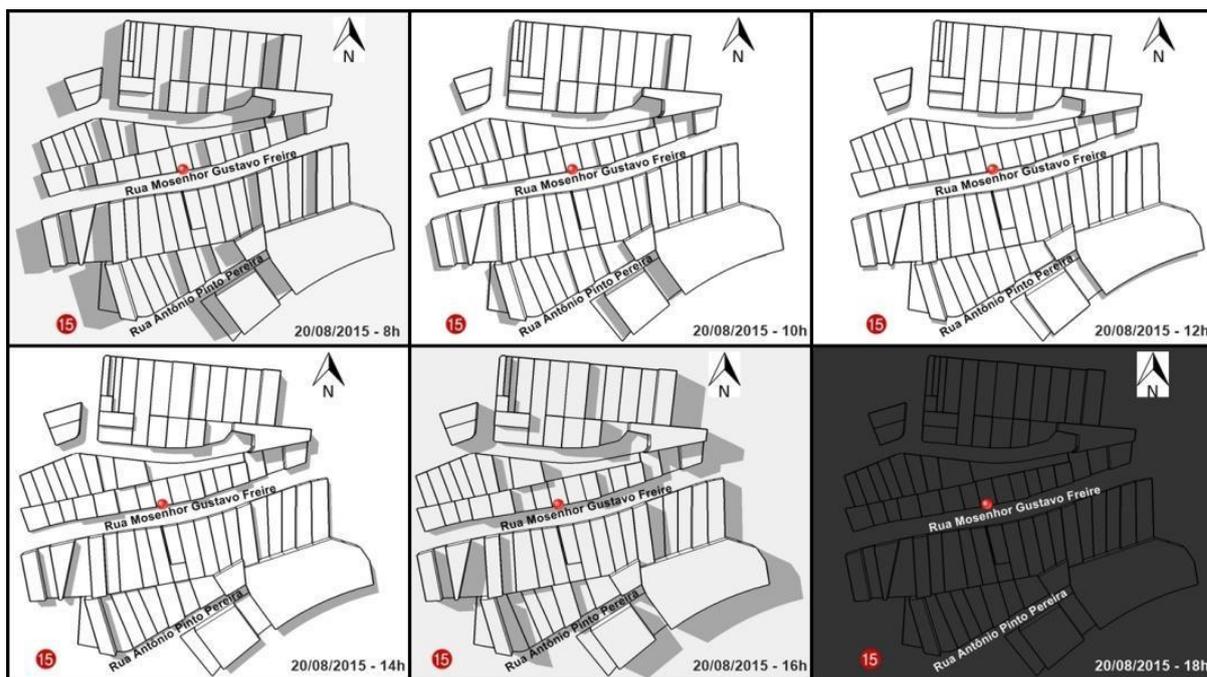
Fonte: elaborado pela própria autora.

No dia seguinte os pontos foram instalados na RU São Mateus, sendo que o primeiro foi o ponto de controle 15, o qual pode ser visualizado no modelo de insolação através da figura 50. Da mesma forma que o ponto descrito anteriormente o ponto 15 só tem atuação do sombreamento no período da tarde, mais precisamente no quadro das 16 horas.

Este fato também é justificado pelo perfil das unidades no entorno do equipamento instalado, as quais se caracterizam por casas pouco elevadas, ou seja, com baixa capacidade de geração de sombras. Mais uma vez se assemelha ao ponto 14, agora no que diz respeito ao FVC, o ponto 15 configura-se pela possível ocorrência de obstrução da visão do céu devido as baixas edificações.

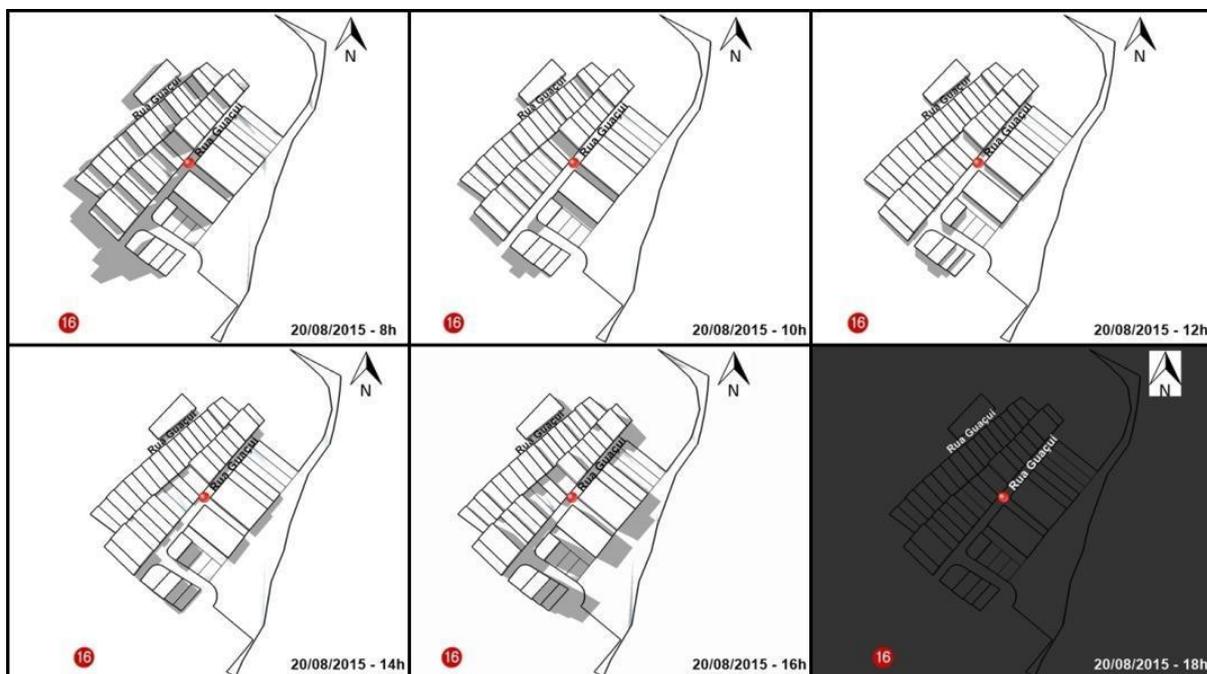
Na segunda coleta alocada na RU São Mateus tem-se o ponto de controle 16, o qual se encontra sombreado apenas no período da manhã, pois as edificações mais elevadas estão alocadas na seção leste-sudeste. Desta forma, projetam sombras sobre o ponto de controle como é possível verificar na figura 51, ficando evidente que poderá haver alguma obstrução gerada por essas edificações no FVC.

Figura 50 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 15.



Fonte: elaborado pela própria autora.

Figura 51 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 16.



Fonte: elaborado pela própria autora.

O último ponto instalado na RU São Mateus localizou-se na Rua São Mateus, este ponto é identificado como ponto de controle 17. Seu modelo de sombreamento pode ser visualizado na figura 52, na qual é possível observar que

na localidade onde o equipamento foi instalado houve sombras em dois momentos do dia, primeiramente no primeiro quadro, o qual simula a situação de insolação no horário das 8 horas na manhã, já o segundo momento ocorreu no quadro do horário das 16 horas.

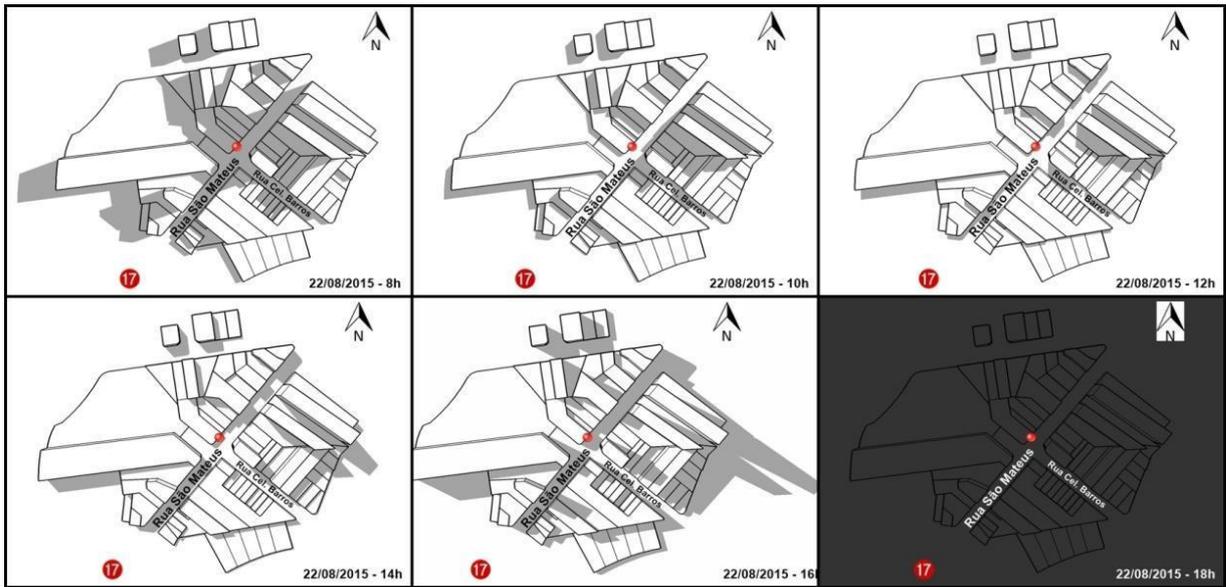
Desta forma, verifica-se que a área no entorno do ponto de controle possui boa parte para recepção de radiação solar direta, portanto apresenta potencial considerável para o aquecimento, além do fato desta via exibir um grande fluxo de veículos, além de uma massa construída elevada devido às edificações com muitos pavimentos. Ainda a partir da figura 52 é possível deduzir que neste ponto haverá obstruções na porção do céu visível a partir do ponto de controle, assim reduz-se o valor do FVC.

A partir da figura 53 nota-se o modelo de sombreamento gerado para o ponto de controle 18, alocado na RU Alto dos Passos. Este ponto encontra-se completamente sombreado apenas no primeiro momento ilustrado, como é possível verificar no primeiro quadro das 8 horas da manhã. Já caminhando para o final da tarde, por volta das 16h, o ponto aparece na ilustração parcialmente sombreado, neste sentido destaca-se que o ponto possui condições para aquecer-se pela recepção de radiação durante grande parte do dia.

A respeito do FVC, infere-se que no ponto 18 deve haver uma pequena obstrução da faixa visível do céu, principalmente no limite da circunferência da porção de céu visível. Isto se deve ao fato das edificações mais próximas ao ponto de controle serem pouco elevadas, porém vê-se que as edificações, um pouco mais afastadas são mais elevadas e podem gerar esta obstrução.

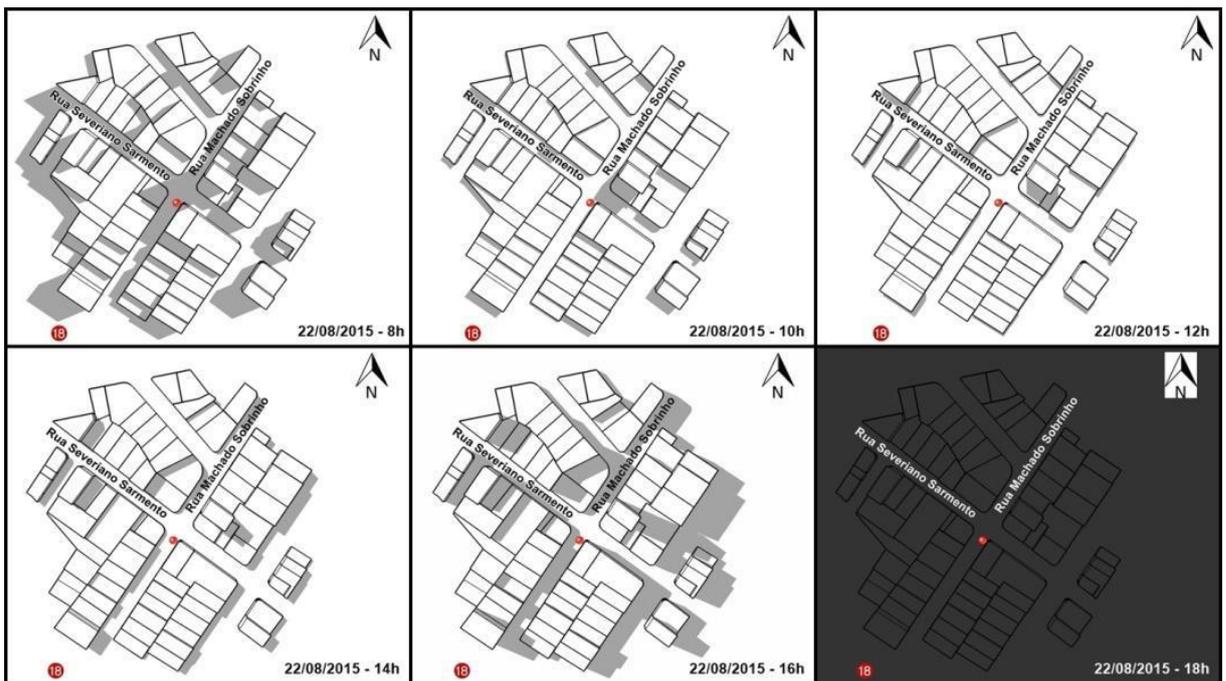
Por fim, o último ponto de controle, o ponto 19 pode ser verificado através da figura 54. Constata-se que o local onde a estação meteorológica foi alocada só apareceu sombreado no penúltimo quadro, das 16 horas, sendo assim, tem-se um ponto que recebeu radiação solar direta, durante quase todo dia. Desta forma, este possui um potencial de apresentar temperaturas do ar mais elevadas caso o ponto apresente os demais elementos urbanos necessários para que isso ocorra. Com relação ao FVC neste ponto estima-se que pode haver alguma obstrução na porção visível do céu principalmente na porção a noroeste do ponto de controle, devido a proximidade com as edificações nesta seção.

Figura 52 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 17.



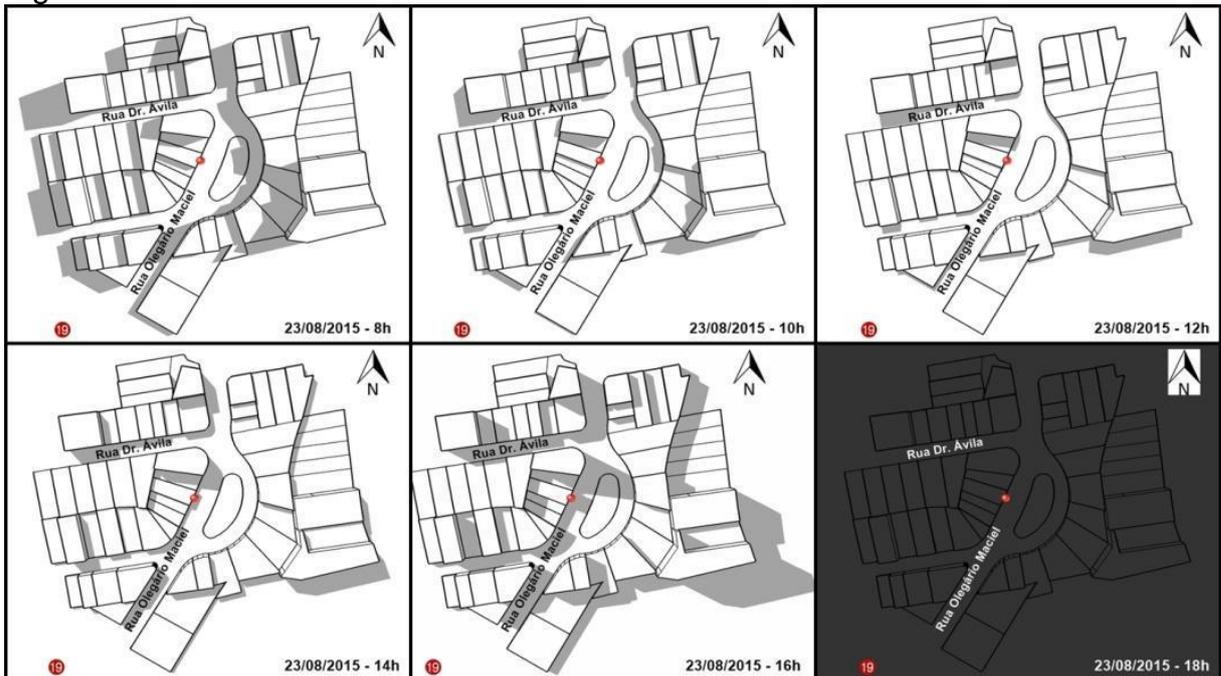
Fonte: elaborado pela própria autora.

Figura 53 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 18.



Fonte: elaborado pela própria autora.

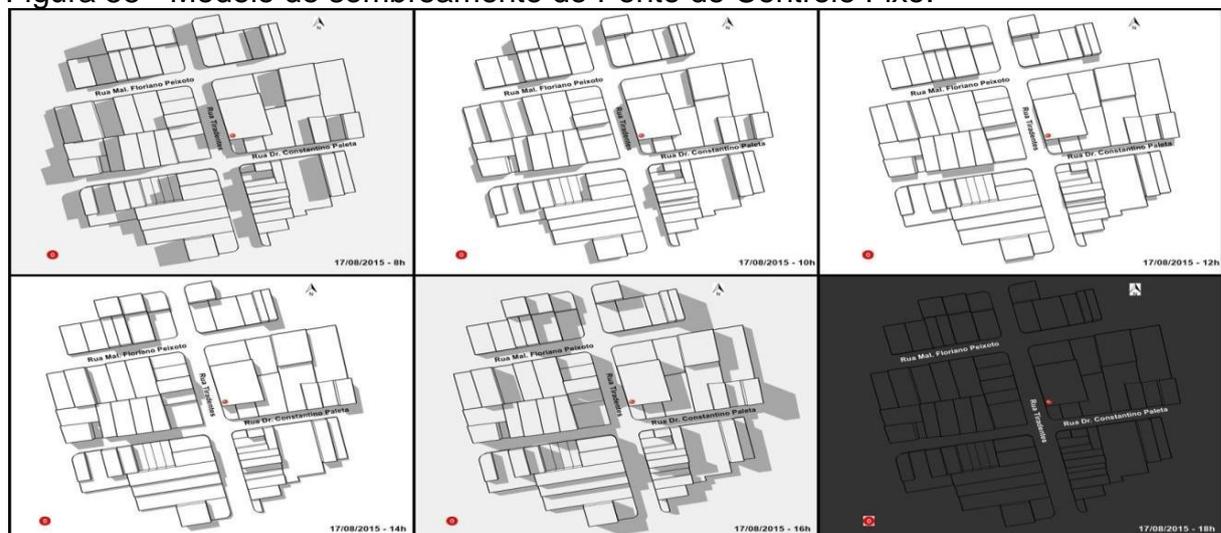
Figura 54 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 19.



Fonte: elaborado pela própria autora.

Pelo fato das condições de insolação de todos os pontos de controle terem sido verificados, optou-se por elaborar o modelo de sombreamento para o ponto fixo, desta forma é possível perceber se os dados coletados sofreram alguma modificação devido a situações de sombreamento. Portanto, destaca-se que pelo fato da estação fixa estar instalada em um local mais elevado, esta não sofre com atuação de sombreamento em nenhum momento do dia, como observa-se na figura 54. Além de o FVC ser igual a um, pois no local não há nenhuma barreira que possa obstruir a visão do céu, chegando assim ao seu valor máximo.

Figura 55 - Modelo de sombreamento do Ponto de Controle Fixo.



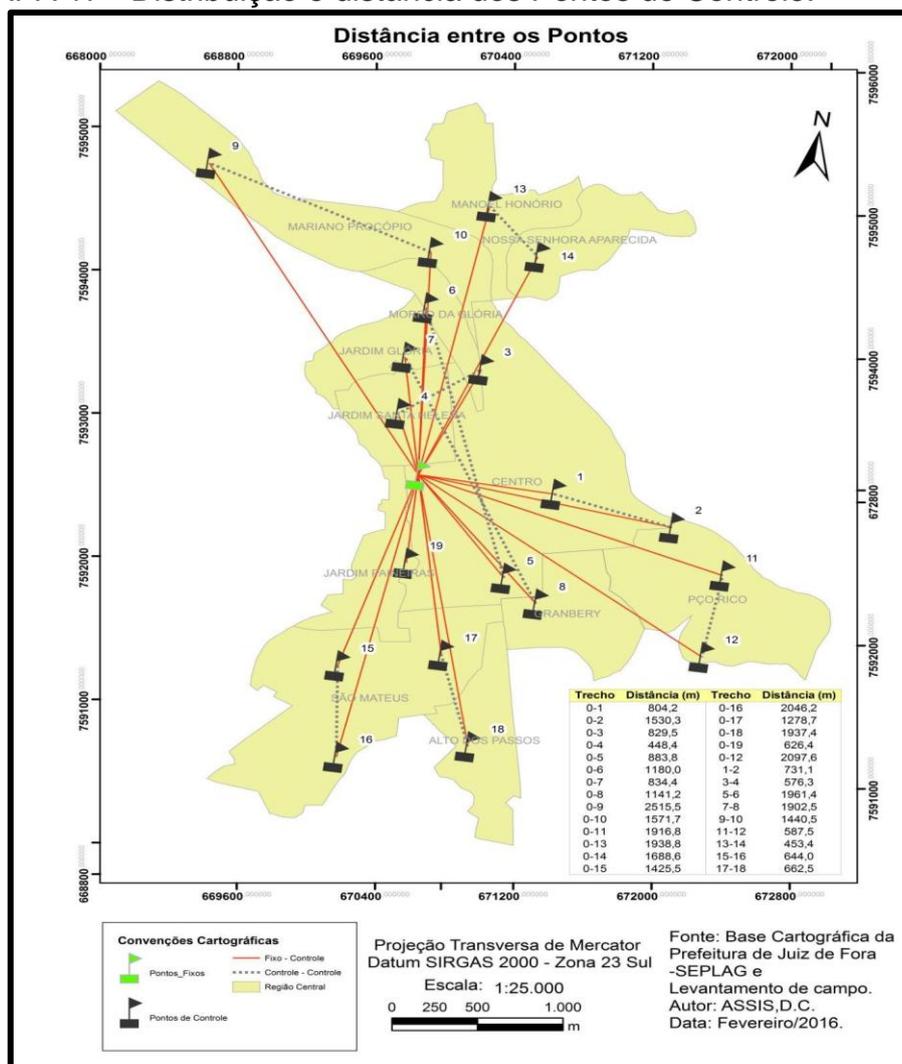
Fonte: elaborado pela própria autora.

Após discutir a respeito das variáveis urbanas mapeadas, a seguir serão apresentadas na forma de mapas, as variáveis climáticas registradas através dos trabalhos de campo. Para isto, os dados coletados em campo foram tabulados, os índices de conforto calculados e as informações espacializadas.

Para que a interpolação dos dados não gerasse uma interpretação equivocada, foram interpolados apenas os dados dos pontos de controle coletados na mesma data, desta forma todos os pontos envolvidos estariam sob as mesmas condições atmosféricas. Assim, cada uma das variáveis registradas foi interpolada para dois períodos do dia, manhã e tarde, desta forma evitou-se generalizações.

Para melhor compreender a distribuição dos pontos de controle interpolados e as distâncias entre os mesmos têm-se o mapa 17 a seguir.

MAPA 17 - Distribuição e distância dos Pontos de Controle.



Fonte: elaborado pela autora.

Organizou-se os mapas em pranchas, sendo que cada prancha contará com dois mapas de interpolação de cada variável climatológica registrada, sendo um para manhã e outro para a tarde. Por último, serão apresentados os mapas de interpolação do índice de conforto térmico, tornando possível visualizar quais das variáveis foram mais importantes na definição das zonas de conforto formadas.

Na prancha 1 é possível observar a interpolação do ponto fixo e os pontos de controle 1 e 2, da coleta de campo realizada no dia 11 de agosto de 2015, na região urbana centro. A distância entre o ponto fixo e o ponto 1 é de 804,2 metros e do fixo ao ponto 2 é 1530,3 metros.

Partindo da interpretação do período da manhã, o primeiro mapa registra no ponto fixo a temperatura de do ar 18,6°C, no ponto 1 de 17,6°C e no ponto 2 de 17,2°C. Neste sentido, destaca-se que a diferença existente entre o ponto fixo e o ponto 1 pode estar atrelada ao sombreamento, pois nesta localidade o ponto passa parte da manhã sombreado, desta forma por mais que a área concentre materiais com alto potencial de aquecimento, se não há recepção de radiação solar direta estes apresentarão um aquecimento diferenciado. Já o ponto 2 exibe a menor temperatura do ar registrada neste mapa, a justificativa deste dado está na proximidade com o Rio Paraibuna, além da presença da vegetação arbórea no entorno do ponto de controle.

Em seguida, verifica-se o mapa de umidade relativa do ar, neste o ponto fixo apresenta o valor de 70%, o ponto 1 com 56% e o ponto 2 com 60%. A partir daí, destaca-se o dado do ponto 1, que é o menor registrado, provavelmente por estar localizado em uma área mais impermeabilizada e adensada do que os demais pontos.

Já o mapa de velocidade do vento observa-se que no ponto fixo o vento estava com uma velocidade média de 1,3 m/s, o ponto 1 registrou 1,0 m/s e o ponto 2 contou com 1,2 m/s. Justifica-se a diferenciação entre os pontos devido primeiramente ao ponto fixo estar alocado em local mais alto, estando livre de barreiras que possam reduzir a velocidade do vento. O ponto 2 apresenta este valor, pois caracteriza-se por área mais aberta, fixada nas proximidades da calha do rio, desta forma esta estação pode ter captado o vento canalizado por esta calha.

Por fim, tem-se o mapa de conforto térmico para o período da manhã onde é possível observar duas classes, sendo estas “Frio Moderado” e “Ligeiramente Frio”. Neste sentido, destaca-se que nas proximidades do ponto de controle 2 encontrou-se a zona de conforto considerada mais fria, o que se deve principalmente ao fato deste ponto concentrar a menor temperatura do ar, associada aos valores de umidade e velocidade do vento mais elevados.

A seguir, no período da tarde, as temperaturas do ar registradas foram de 23,3°C no ponto fixo, 21,7°C no ponto 1 e 22,3°C no ponto 2, estas diferenças térmicas podem ser compreendidas através das mesmas justificativas destacadas no mapa do período da manhã.

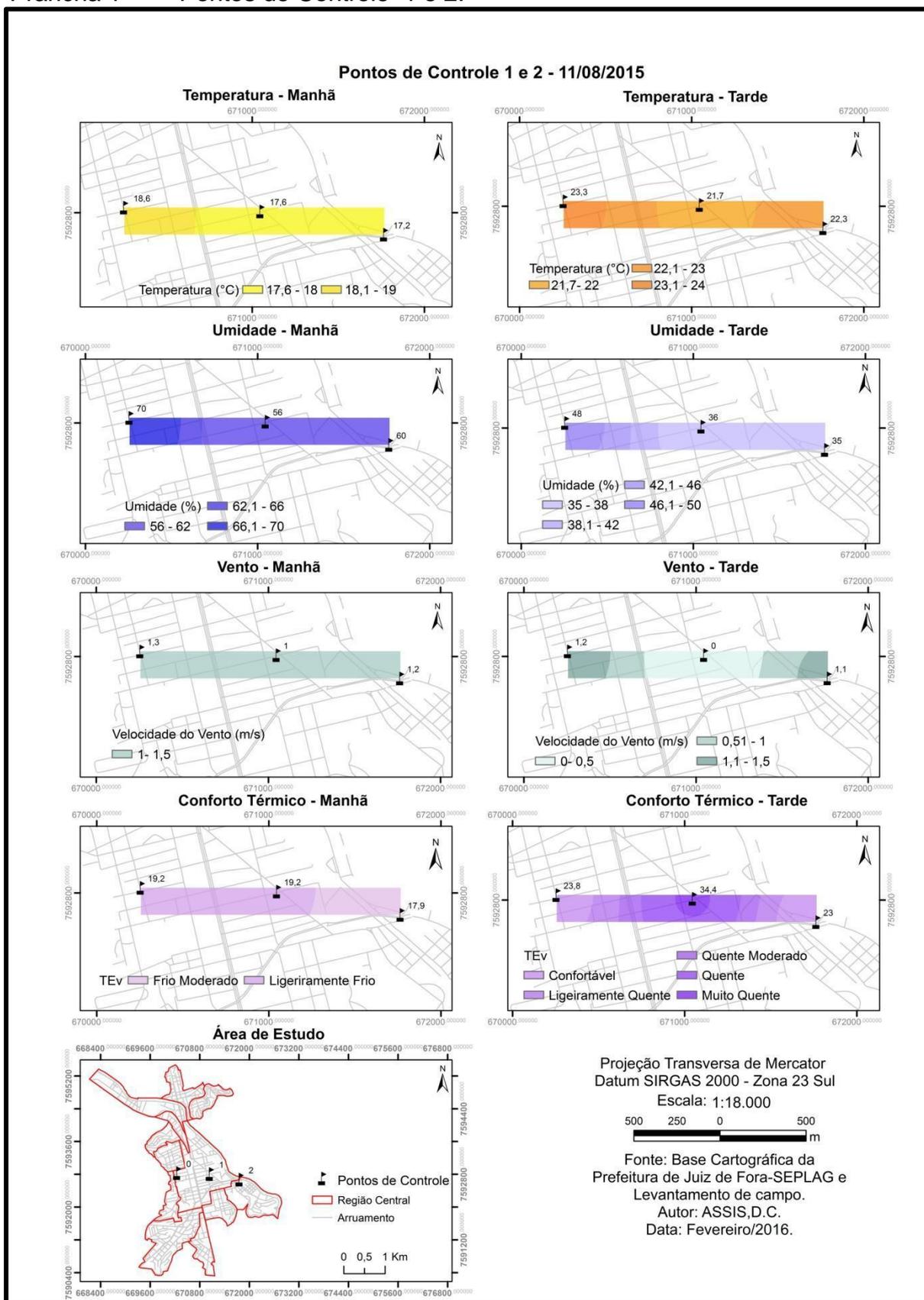
No mapa que representa a umidade relativa do ar verifica-se que à tarde a variação entre o ponto 1 e o 2 é mínima, sendo que no ponto 1 é de 36% e no ponto 2 é 35%. Este resultado pode estar atrelado as condições de insolação, mesmo que o ponto alocado nas proximidades do Rio Paraibuna tenha potencial de apresentar uma umidade relativa mais elevada.

Nesta localidade há maior recepção da radiação solar direta, pela ausência de barreiras, assim com a elevação da temperatura do ar diminui-se a umidade relativa do ar. Em contrapartida, o ponto 1 passa quase que toda o período da tarde sombreado, apresentando temperaturas do ar mais amenas, o que conseqüentemente, mantém a umidade relativa do ar um pouco mais elevada.

Através do mapa de velocidade do vento da tarde dos pontos 1 e 2, ressalta-se o ponto fixo, com o maior valor verificado, com registro médio de 1,2 m/s, seguido do ponto 2 com 1,1m/s. No período da tarde, o ponto 1 apresentou uma velocidade menor que a do período da manhã, com 0 m/s. Isto se deve ao fato do ponto fixo e do ponto 2 estarem alocados em áreas livres de barreira, diferentemente do ponto 1.

Enfim o mapa de conforto térmico, apresentou cinco classes de conforto, variando de “Confortável” a “Muito Quente”. Deste modo infere-se que está diferenciação se deu principalmente devido a diferença nos valores de velocidade do vento, pois ainda que o ponto apresente a temperatura do ar mais amena, este também possui a menor velocidade do vento o que notavelmente destacou as distinções entre as classes formadas.

Prancha 1- Pontos de Controle 1 e 2.



A prancha 2 traz os mapas de interpolação dos dados dos pontos de controle 3 e 4 realizados no dia 12 de Agosto de 2015 nas RU's Centro e Jardim de Santa Helena. A distância entre o ponto fixo e o ponto 3 é de 829,5 metros, já até o ponto 4 é de 448,4 metros, agora entre os pontos 3 e 4 a distância é de 576,3 metros.

No primeiro período do dia, o mapa de temperatura do ar apresentou duas classes, com os valores variando de 18,5 °C, registrado no ponto 3, a 20°C verificado no ponto fixo, sendo o valor intermediário, medido no ponto 4 com 19°C.

A umidade relativa do ar verificada durante a manhã variou de 48 % a 62%, sendo que a máxima foi registrada no ponto fixo e a mínima no ponto 4 e no ponto 3 o valor encontrado foi de 51%.

A velocidade do vento variou de 0 a 1, 2 m/s, de modo que o ponto 3, localizado na RU Centro apresentou o maior valor, neste sentido destaca-se que este ponto encontrava-se em uma área mais aberta, além estar fixado nas proximidades da Av. Barão do Rio Branco, a qual se trata de uma via de grandes proporções e com muitos edifícios altos em suas margens, o que pode favorecer a formação de um corredor de vento.

Em contrapartida, o ponto que se encontra na Rua Silva Jardim, na RU Santa Helena, registrou a menor velocidade do vento, isto possivelmente se deve ao fato desta rua ser mais estreita, além das edificações das quadras no entorno, que pode estar bloqueando a entrada de ventos.

Como resultado da interação das variáveis anteriores tem-se a consolidação do índice de conforto térmico, o qual apresentou 4 classes, que variam do “Ligeiramente Frio” ao “Quente Moderado”. Destas apenas o ponto fixo encontrou-se na faixa de conforto, enquanto o ponto 3 evidenciou leve desconforto por frio, muito associado a alta velocidade do vento registrada no ponto e o ponto 4 exibiu desconforto por calor, o que revelou a relação de baixa umidade e velocidade do vento.

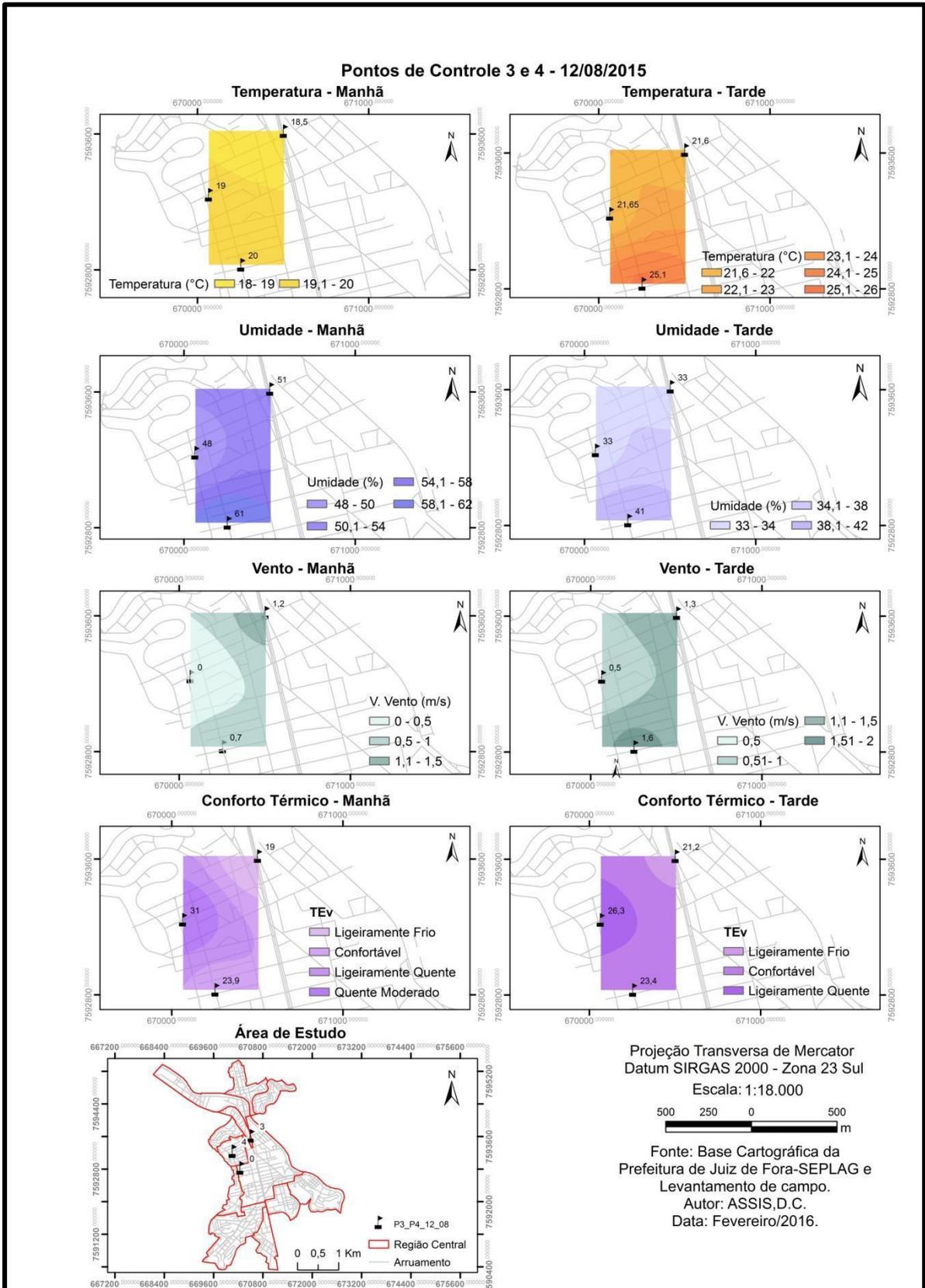
No período da tarde tem-se a elevação das temperaturas e diminuição dos valores de umidade, porém observa-se um aumento na velocidade do vento. É válido ressaltar que verificou-se um comportamento muito semelhante ou até

mesmo idênticos da umidade relativa e temperatura do ar nos pontos de controle, diferenciando-os apenas pela velocidade do vento.

Os valores temperatura armazenados ficaram entre 21,6°C nos pontos 3 e 4 e 25,1 °C no ponto fixo, já a umidade variou de 33%, medida nos pontos 3 e 4 e 41% no ponto fixo. Em relação aos ventos o ponto fixo registrou a maior velocidade, com 1,6 m/s, enquanto o ponto 3 marcou 1,3 m/s e o ponto 4 apontou 0,5 m/s. Neste sentido destaca-se que a diferenciação das zonas de conforto entre os pontos 3 e 4 se deu por conta dos distintos comportamentos da velocidade do ventos nos pontos, pois não houve variações nas outras variáveis analisadas.

Deste modo tem-se um mapa com três classes de conforto, as quais variaram de “Ligeiramente Frio”, “Confortável” e “Ligeiramente Quente”, sendo que o pequeno desconforto para o frio tomou apenas a área entorno do ponto 3, enquanto o ligeiro desconforto por calor se deu na zona circundante do ponto 4. Destaca-se que grande parte da área interpolada enquadrou-se como zona confortável, assim como no ponto fixo.

Prancha 2 - Pontos de Controle 3 e 4.



A Prancha 3 consiste nos mapas dos dados meteorológicos dos pontos de controle 5 e 6, derivados da coleta em campo no dia 13 de Agosto de 2015. Estes pontos, encontram-se em RU's distintas, sendo que o ponto 5 é o último ponto controle coletado na RU Centro e o ponto 6 é o representante da RU Morro da Glória. Com relação às distâncias entre os pontos interpolados, tem-se 1180 metros entre o ponto fixo e o ponto de controle 5, 834,4 metros do ponto 6 ao ponto fixo, já entre os pontos de controle em si a distância é ainda maior com 1961,4 metros.

A partir da avaliação dos dados do período da manhã na Prancha 3, nota-se uma grande semelhança entre os dados registrados de temperatura do ar em todos os pontos de coleta. Sendo que o ponto fixo e o ponto 5, apresentaram a mesma temperatura, com 20,4 °C, enquanto o ponto 6 verificou um acréscimo de 0,3°C nesse valor, com a temperatura de 20,7°C.

Com relação à umidade relativa do ar, tem-se uma similaridade nos pontos de controle, onde no ponto 5 a umidade marcada é de 44% e no ponto 6 é de 42%, enquanto no ponto fixo esse valor é mais elevado com registro de 61%. Já conferindo o mapa de ventos, nota-se uma variação significativa nos valores, em que o ponto fixo aparece com a velocidade de 2 m/s, enquanto no ponto 5 o registro foi de 1 m/s e o no ponto 6 a velocidade verificada foi zero.

Portanto, ao equacionar as variáveis que compõem o índice de conforto tem-se um mapa com 6 classes de conforto, iniciando na classe “Frio Moderado” e encerrado na “Quente”. A partir dos dados levantados percebe-se que essa diferenciação se deu por conta principalmente dos registros de umidade e velocidade do vento, já que a temperatura entre todos os pontos foram muito próximas.

Neste sentido destaca-se que o ponto fixo aparece no mapa dentro da zona de desconforto para o frio, na classe de “Frio Moderado”, isto se deve a associação de alto valor de umidade relativa do ar e velocidade do vento em relação as áreas adjacentes. Enquanto o ponto 6, exibe um desconforto por conta do calor, encontrando-se na classe “Quente”, pois agregou os menores registros de umidade e velocidade do vento atrelado a maior temperatura do ar.

Os mapas do período da tarde trazem um comportamento diferenciado do mostrado pelos da manhã. No caso da tarde a área interpolada exibe uma

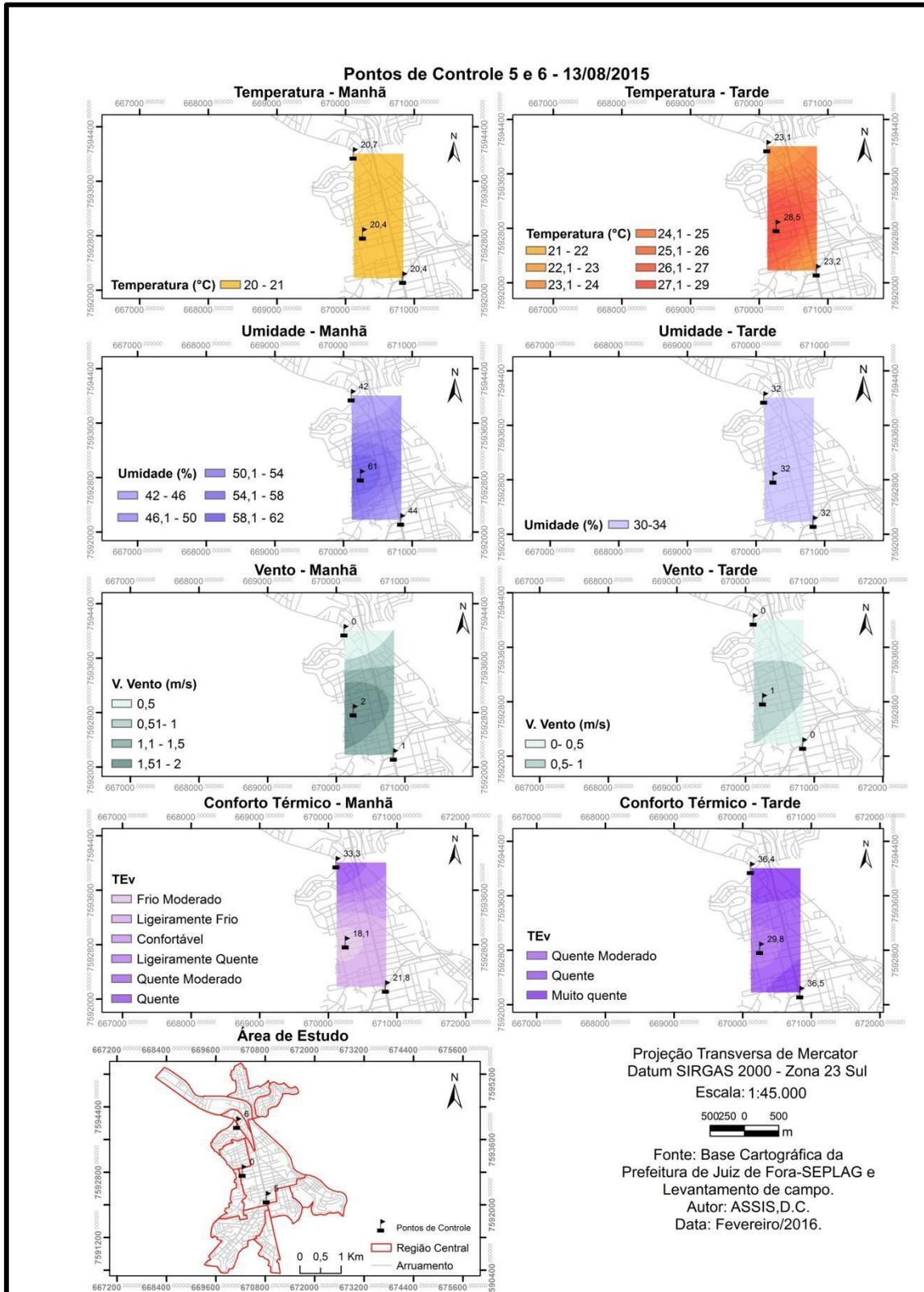
variação da temperatura do ar de 5°C aproximadamente entre o ponto fixo e os pontos de controle itinerantes, sendo que a temperatura registrada no ponto fixo foi de 28,5°C, enquanto nos pontos 5 e 6 foi de 23,2°C e 23,1°C, respectivamente.

Em seguida o mapa de umidade relativa do ar é apresentado e neste verifica-se que a umidade relativa do ar teve o mesmo valor registrado em todos os pontos, com 32%. Por fim tem-se o mapa de velocidade do vento, o qual exhibe que mais uma vez o ponto fixo obteve resultados distintos dos demais pontos, neste a velocidade do vento registrada foi de 1 m/s, enquanto nos outros pontos coletados a velocidade foi zero.

A partir dos apontamentos vistos nos mapas dos pontos de controle 5 e 7, referentes ao período da tarde, chega-se ao mapa de conforto térmico, o qual apresenta-se com três classes, as quais remetem ao desconforto por calor. Estas classes dividem-se em “Quente Moderado”, “Quente” e “Muito Quente”, sendo que a primeira destas se dá apenas entorno do ponto fixo, a última é encontrada nas proximidades dos pontos de controle 5 e 6, desta forma a área considerada intermediária entre o ponto fixo e os pontos de controle classifica-se como “Quente”.

Por meio da avaliação das variáveis que mais atuam na configuração das zonas de conforto formadas, infere-se que apesar da temperatura do ar apresentar uma variação significativa entre os pontos, nota-se que esta não definiu a formação das classes de conforto, deste modo destaca-se mais uma vez a variável de velocidade do vento, a qual foi determinante na constituição de uma zona mais amena entorno do ponto fixo, pois apenas neste verificou-se a atuação do vento, já que nos demais pontos esta registrou valor nulo.

Prancha 3 - Pontos de Controle 5 e 6.



Na Prancha 4 visualiza-se os mapas dos pontos de controle 7 e 8, os dados destes pontos foram coletados no dia 14 de Agosto de 2015, sendo realizados em duas RU's distintas. O ponto 7 localiza-se na RU Jardim Glória, este está a 834,4 metros de distância do ponto fixo e a 1902,5 metros do ponto 8. Já o ponto 8 encontra-se na RU Granbery, mais precisamente na rua Antônio Carlos, este dista 1141,2 metros do ponto fixo, instalado no Colégio Cave.

A princípio avaliando os mapas do período da manhã contidos na Prancha 4, destaca-se o mapa de temperatura do ar, o qual, apresenta os pontos de controle 7 e 8 com temperaturas idênticas no valor de 18,3°C, em contrapartida o ponto fixo registra uma temperatura de 22,1°C. Em seguida tem-se o mapa de umidade relativa do ar, neste observa-se que o ponto fixo apresentou a menor umidade relativa com 50%, porém os pontos de controle exibiram valores muito próximos, 65% no ponto 7 e 64% no ponto 8.

Partindo para o mapa de velocidade do vento, destaca-se a atuação do ponto 8 localizado na RU Granbery, este apresentou o maior valor registrado diante dos outros pontos coletados no dia, com a velocidade de 1,2 m/s. Já o ponto 7 marcou velocidade zero e o ponto fixo ficou com 0,7 m/s.

Por fim destaca-se o mapa de conforto térmico do período da manhã para os pontos interpolados, neste verificou-se 6 classes de conforto, partindo desde o conforto por frio, com a classe “Frio Moderado”, até a desconforto por calor da classe “Quente”.

Neste sentido é necessário evidenciar que novamente o vento desempenhou uma função determinante na formação mais fria entorno do ponto 8, já que neste encontrou-se valores de temperatura e umidade relativa do ar muito similares, mas a velocidade do vento foi consideravelmente maior. Em contraponto o ponto de controle 7 classificou-se como zona “Quente”, enquanto a zona de maior área sendo a que o ponto fixo se localiza, enquadrando-se como zona “Ligeiramente quente”.

Seguindo para a verificação dos mapas do período da tarde, destaca-se a atuação da temperatura do ar e da velocidade do vento, as quais variaram consideravelmente entre os pontos coletados.

Assim no primeiro mapa, no qual se apresenta a distribuição da temperatura do ar nota-se uma variação em torno de 7°C entre o ponto fixo e os

pontos controle itinerantes, neste sentido destaca-se o ponto fixo marcou 28°C, enquanto os pontos de controle 7 e 8 marcaram 21,4°C e 21,3°C, respectivamente.

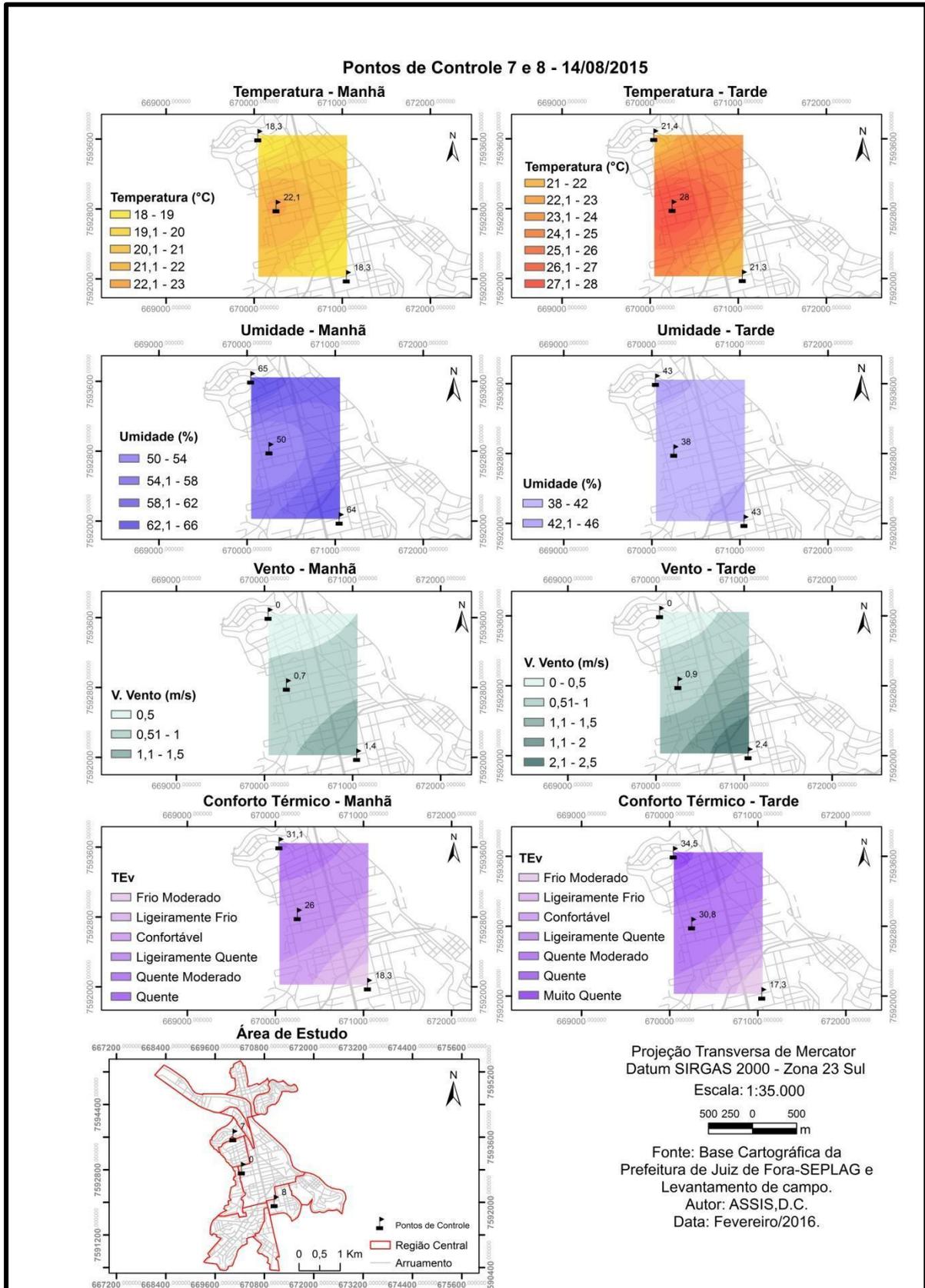
Deste modo é importante ressaltar que estes pontos de controle passaram por semelhantes condições de sombreamento, pois ficam abrigados da radiação solar direta durante grande parte do dia, em contrapeso o ponto fixo permanece exposto ao sol no decorrer de todo o dia, assim como foi mostrado na figura 55, com o modelo de sombreamento do ponto fixo.

Quase que da mesma forma que no mapa anterior, no mapa de umidade relativa do ar aponta dados idênticos de umidade para os pontos de controle 7 e 8, no valor de 43%, contudo o ponto fixo se diferencia assumindo o valor de 38%.

O mapa de velocidade do vento, apresentou 5 classes, uma vez que encontrou uma variação de zero a 2,5 m/s entre os pontos coletados. Assim, o ponto 8 registrou a maior velocidade, com 2,5 m/s, enquanto no ponto 7 a velocidade marcada foi zero.

Posteriormente a estes mapas tem-se o mapa de conforto térmico, o qual mostra 7 classes de conforto, que se inicia na de “Frio Moderado” e encerra na de “Muito Quente”. Desta forma destaca-se que o valor do índice encontrado no ponto 7 foi o dobro do encontrado no ponto 8, esta diferenciação se deu por conta da distinção dos dados de velocidade do vento, uma vez que, a temperatura e umidade relativa do ar, apresentaram um comportamento similar.

Prancha 4 - Pontos de Controle 7 e 8.



Na sequência tem-se a Prancha 5, com os mapas derivados da interpolação dos dados coletados no dia 17 de Agosto de 2015, dos pontos de controle 9 e 10, estes localizam-se na RU Mariano Procópio. O ponto 9 está a 2515,5 metros do ponto fixo e 1440,5 metros do ponto 10, enquanto este último está 1571,1 metros do ponto fixo.

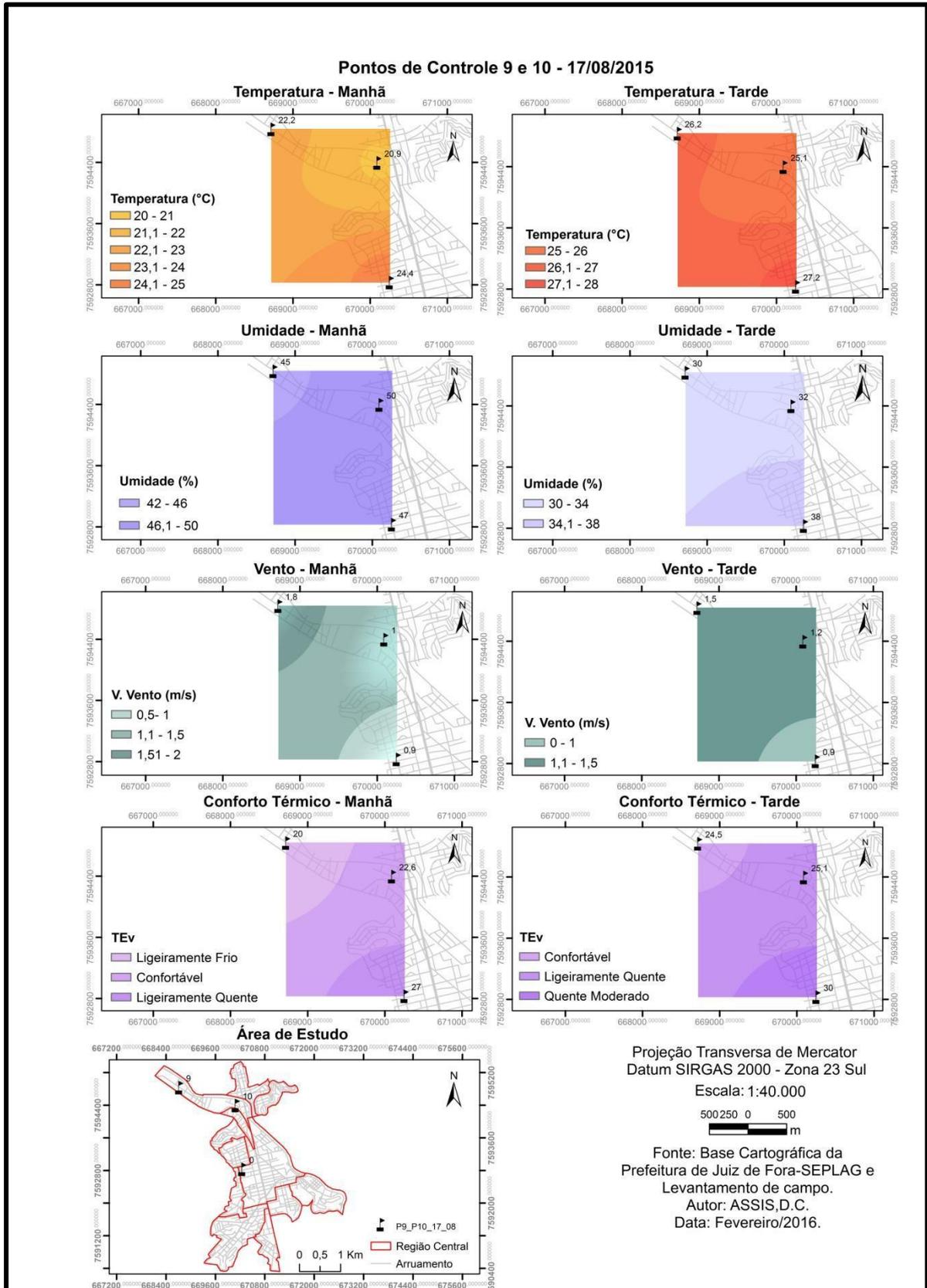
Avaliando primeiramente, os mapas do período da manhã, tem-se inicialmente o mapa de temperatura do ar, no qual apresentou a maior temperatura no ponto fixo, marcando 24,4°C, em seguida 22,2°C no ponto 9 e 20,0°C no ponto 10.

Em seguida observa-se o mapa de umidade relativa do ar, o qual exibe uma pequena variação entre os valores registrados em cada ponto, assim verifica-se 47% no ponto fixo, 45% no ponto 9 e por fim 50% no ponto 10. A umidade mais elevada registrada no ponto 10 possivelmente é devido a proximidade do ponto ao Instituto Museu Mariano Procópio e ao Clube de Tênis D. Pedro II, pois estas duas áreas possuem vegetação arbórea e corpos hídricos que podem estar contribuindo para este resultado.

Com relação ao mapa de velocidade de vento tem-se uma variação de 0,9 m/s a 1,8 m/s. Destaca-se o ponto 9, com a maior velocidade e o ponto que apresentou o menor valor foi o ponto 10, com status intermediário, com a medida de 1 m/s. O ponto 9 apresentou estes valores em decorrência da sua localização, uma vez que este ponto encontra-se em uma via de largura significativa, as edificações no entorno não serem muito elevadas, além da proximidade com a calha do Rio Paraibuna.

Em seguida, acerca do mapa de conforto térmico chega-se em três classes de conforto, definidas em “Ligeiramente Frio”, “Confortável” e “Ligeiramente Quente”. Neste sentido destaca-se mais uma vez a função desempenhada pelo vento, o qual determinou a formação da zona de ligeiro desconforto por conta do frio entorno do ponto 9, em contraponto vê-se a zona destacada como “Ligeiramente Quente” nos arredores no ponto fixo. Ademais observa-se que grande parte da área interpolada enquadra-se como “Confortável” assim como o encontrado no ponto de controle 10.

Prancha 5 Pontos de Controle 9 e 10.



Por meio da Prancha 6 observa-se os mapas com os dados climáticos dos pontos de controle 11 e 12, coletados no dia 18 de Agosto de 2015, na RU do Poço Rico. O ponto fixo está 1916,8 metros do ponto 10, 2097,6 metros do ponto 12 e os dois pontos de controle distam um do outro 587,5 metros.

Apoiando-se na verificação dos mapas do intervalo da manhã constata-se que, ainda que os dois pontos itinerantes tenham sido alocados próximos um do outro, existe uma diferença térmica entre os mesmos. Assim, no ponto 11 a temperatura do ar registrada foi de 21,5 °C e no ponto 12 consistiu em 20,9°C, enquanto o ponto fixo registrou o valor de 23,8°C. Esta variação pode estar atrelada ao fato de que o ponto fixo está localizado em uma região mais adensada, com maiores valores de massa construída, o que favorece o maior aquecimento desta localidade.

A respeito do mapa de umidade relativa do ar teve um comportamento similar ao que já foi encontrado em outros pontos, que se trata dos pontos apresentarem valores muito semelhantes, como pode se constatar através dos valores de 46%, 47% e 48%, os quais se referem aos pontos 11, 12 e ao ponto fixo respectivamente.

Na sequência observa-se o mapa de velocidade do vento, o qual destaca a velocidade do vento do ponto 12 com 1,4 m/s, sendo este o maior valor registrado, em seguida têm-se o ponto fixo com 0,7 m/s e por fim o ponto 11 com 0,5 m/s.

Com relação ao mapa de conforto térmico, verificam-se três classes divididas em “Ligeiramente Frio”, “Confortável” e “Ligeiramente Quente”. Através do mapa é possível dizer que pelo fato de o ponto fixo e o ponto 11 apresentarem valores de velocidade do vento muito próximos, houve uma inclinação à formação de uma zona “Ligeiramente Quente” mais representativa. Contudo a área circunvizinha do ponto 12 exibiu-se como uma zona “Ligeiramente Fria”, devido ao alto valor de velocidade do vento.

Partindo para a interpretação dos mapas do intervalo da tarde, nota-se que neste período a temperatura do ar registrada no ponto fixo manteve-se mais elevada do que nos demais pontos coletados, o que reforça ainda mais a justificativa exposta para o período da manhã. A temperatura verificada no ponto fixo foi de 27,6°C, enquanto no ponto 11 foi de 24,5°C e no ponto 12 com 25,4 °C.

Novamente como visualizado no intervalo da manhã, a umidade relativa do ar manteve valores muito semelhantes no turno da tarde, os valores apontados são 35%, 33%, 34% para os pontos 11, 12 e o ponto fixo, respectivamente.

Já ao observar o mapa de velocidade do vento, vê-se que este também expõe uma homogeneidade entre o ponto fixo e o ponto 11, sendo que nos dois pontos o valor registrado é de 1 m/s, diferentemente do ponto 12 que exhibe o maior valor, com 1,8 m/s.

Enfim, refletindo sobre o mapa de conforto térmico da área, aponta-se que o mapa exhibe apenas três classes de conforto e isto se deve principalmente à similaridade pela qual as variáveis climáticas se apresentaram. Deste modo, vê-se que grande parte da área enquadra-se na classe “Ligeiramente Quente”, na qual o ponto 11 se encontra. Em seguida, tem-se a zona em que o ponto de controle 12 se localiza, zona esta classificada como “Confortável”. Em menores proporções verifica-se a zona “Quente Moderado”, a qual está atrelada a temperatura mais elevada constatada no ponto fixo, pois este está alocado em uma região mais adensada, com maior quantidade de massa construída, o que pode estar atuando no aumento da temperatura no local.

Na Prancha 7 é possível visualizar os dados climatológicos dos pontos de controle 13 e 14, cujos dados foram colhidos no dia 18 de Agosto de 2015, nas RU's Manoel Honório e Nossa Senhora Aparecida. Com relação às distâncias, o ponto 13 está a 1938,8 metros do ponto fixo, ao passo que o ponto 14 está a 1688,6 metros, além dos 453,4 metros de intervalo entre os próprios pontos de controle.

A princípio, destacam-se os mapas referentes ao período matutino, desta forma têm-se o mapa temperatura do ar, o qual mostra que a temperatura dos pontos de controle é praticamente idêntica, sendo que o ponto 13 verificou o valor de 22,6° C, enquanto no ponto 14 a temperatura foi de 22,5°C. Já no ponto fixo neste dia de coleta consta 23,6°C, diferença em comparação aos outros pontos pode ser justificada pelo fato do ponto fixo estar instalado em uma região mais adensada.

O mapa de umidade relativa do ar, revela que assim como visto com a temperatura, existe apenas uma pequena variação entre o ponto de controle 13 e o 14, sendo assim tem-se 45% no ponto 13 e 44% no ponto 14 e no ponto fixo

verificou-se 48%. No mapa de velocidade do vento percebe-se que o ponto 13 tem a maior velocidade registrada, com 1,8 m/s, enquanto no ponto 14 a velocidade foi de 1,4 m/s e no ponto fixo o valor encontrado foi de 1,2 m/s.

Finalmente, é possível interpretar o mapa de conforto térmico, o qual apresenta apenas duas classes, sendo estas “Ligeiramente Frio” e “Confortável”. Esses pequeno número de classes está associado ao fato de que as variáveis se distribuem de maneira homogênea pela área interpolada, com poucas variações dos valores de um ponto para o outro. Neste sentido, o mapa se divide praticamente de forma igual nas duas classes existentes, sendo que o ponto fixo localiza-se na faixa confortável, enquanto os pontos de controle itinerantes enquadram na outra classe visualizada.

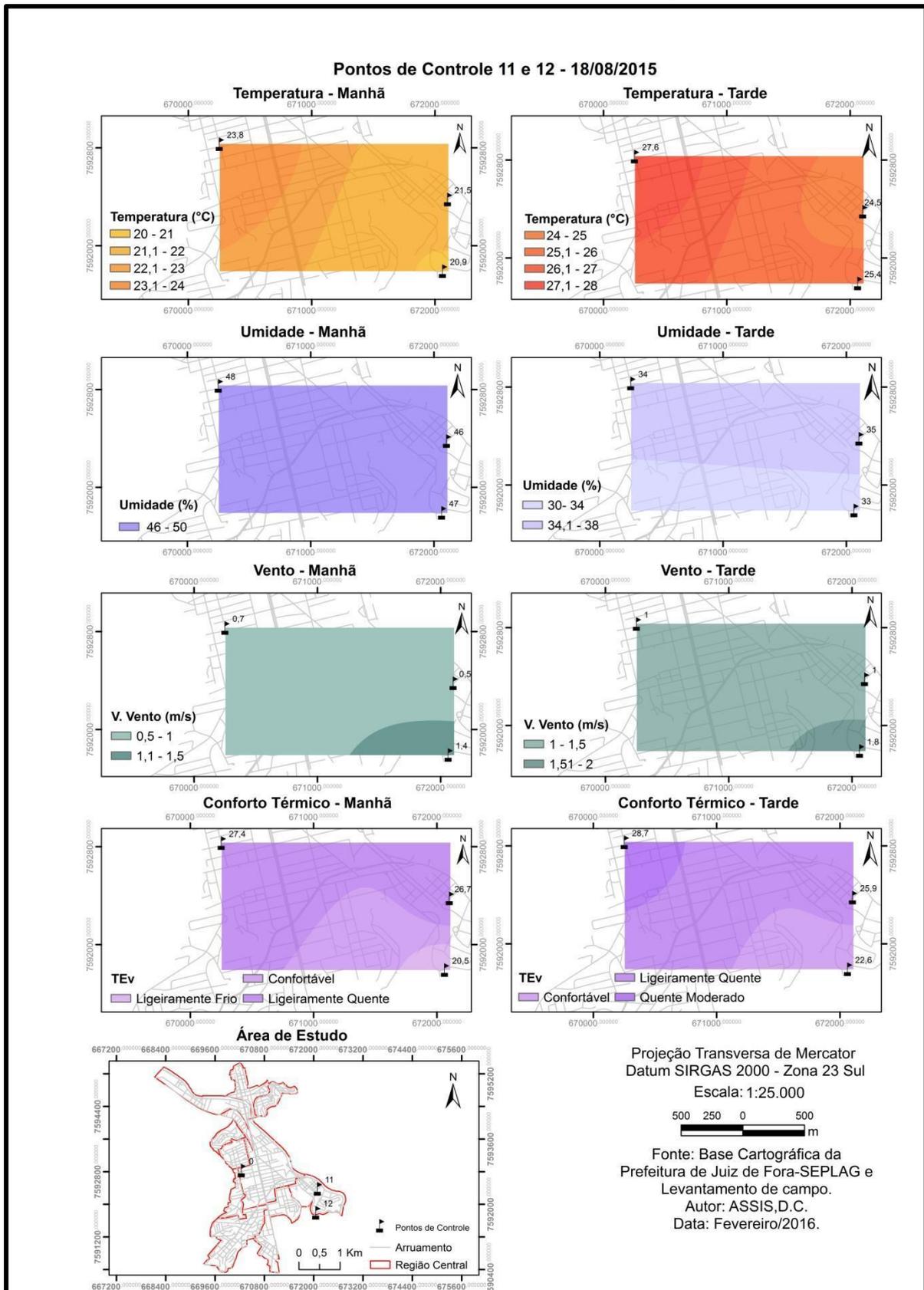
Ainda na Prancha 7 observa-se os dados dos pontos de controle para o período vespertino, nestes mapas visualiza-se que grande parte das variáveis não apresenta diferenciações muito significativas entre os pontos. Inicialmente, no mapa de temperatura do ar verifica-se que os pontos 13 e 14 variam apenas em 0,5° C, considerando que o ponto 13 marcou 26°C enquanto no ponto 14 o valor foi de 26,5°C e ponto fixo registrou 27°C.

Sobre o mapa de umidade vê-se que o mapa tem apenas duas classes, com a umidade variando entre 33% a 37%, sendo o valor mais alto encontrado no ponto fixo e o menor registro foi detectado no ponto 14, na RU Nossa Senhora Aparecida. Em seguida, tem-se o mapa de velocidade do vento, onde visualiza-se que o registro do ponto fixo é idêntico ao medido no ponto 14, no valor de 1,1 m/s. E o ponto 13 na RU Manoel Honório, assim como no mapa diurno, apresentou a maior velocidade do vento da área interpolada, com 1,4 m/s.

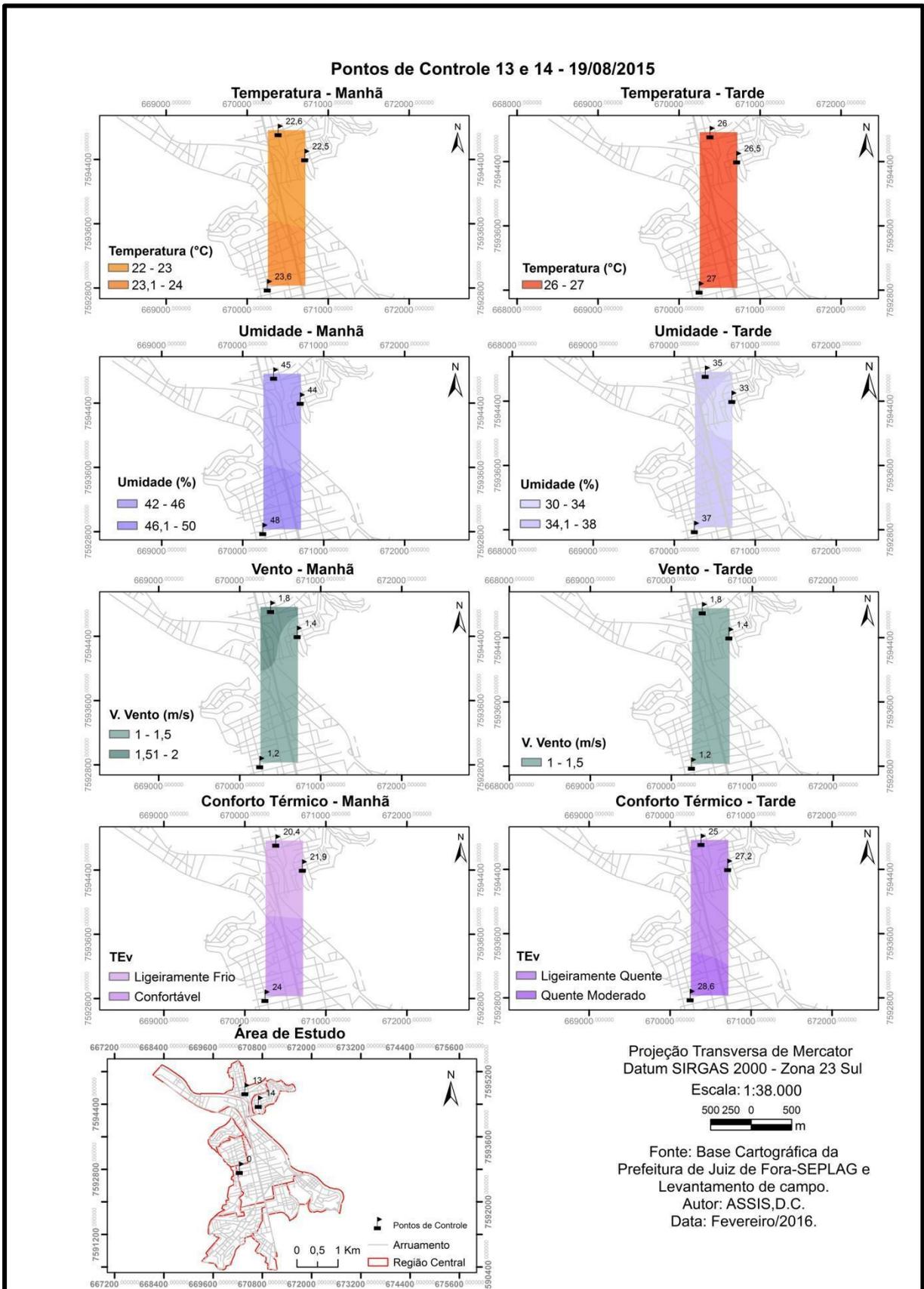
Agora observando o mapa de conforto térmico vê-se que, assim como no período da manhã, constatou-se apenas duas classes, sendo que a maior área é classificada como “Ligeiramente Quente” e engloba dois pontos de controle itinerantes e em contrapartida o ponto fixo encontra-se na pequena zona formada pela classe “Quente Moderado”.

Diante dos mapas trazidos pela Prancha 7 é possível dizer que há poucas diferenças das variáveis urbanas que exercem interferência na resposta climática nos pontos 13 e 14, uma vez que apresentaram um comportamento climático muito semelhante.

Prancha 6 Pontos de Controle 11 e 12.



Prancha 7 Pontos de Controle 13 e 14.



A Prancha 8 traz os mapas referentes a coleta de dados realizada no dia 20 de Agosto de 2015 nos pontos de controle 15 e 16, os quais pertencem à RU São Mateus. A distância entre estes pontos é de 644 metros, ao passo que a distância dos mesmos em relação ao ponto fixo é de 1425,5 metros e 2046,2 metros, respectivamente.

No mapa de temperatura do ar do período diurno, é possível observar que há apenas uma pequena distinção entre a temperatura do ar medida no ponto 15, no valor de 20°C para a registrada no ponto 16, com 20,3°, enquanto em relação ao ponto fixo essa diferença se eleva um pouco, posto que a temperatura medida no mesmo é de 21,8°C.

Todavia, esse fato se modifica quando analisamos o mapa de umidade relativa do ar, onde percebe-se que a umidade relativa verificada no ponto 15 é de 34%, sendo esta a menor registrada na área interpolada, enquanto no ponto 16 o valor notado foi de 41%. Neste sentido, o valor registrado no ponto 16 se aproxima do registrado na estação fixa, com valor de 46%. Este fato pode ser justificado em função das características do ambiente, isto é, o ponto 16 encontra-se em uma área não muito adensada, próxima à vegetação e com a presença de lotes vagos, o que pode influenciar nos valores mais elevados de umidade..

Através do mapa de velocidade do vento é possível mostrar que neste dia de coleta, as condições atmosféricas eram instáveis, o que se justifica pelos maiores valores de velocidade do vento registrados. Na estação fixa a velocidade constatada foi de 2,3 m/s, enquanto nos pontos 15 e 16 os dados foram de 1,2 m/s e 1,8 m/s, respectivamente.

Quanto ao mapa de conforto térmico, nota-se claramente que as duas classes apresentada no mapa referenciando o desconforto por conta do frio se deve a velocidade do vento elevada no dia. Desta forma, a área interpolada dividiu-se em zona “Ligeiramente Frio” e “Frio Moderado”, sendo que o ponto fixo e ponto 16 encontram-se na segunda classe destacada e o ponto 15 na primeira.

Na sequência, os mapas da coleta de dados vespertina são apresentados e, primeiramente, tem-se o mapa de temperatura do ar, o qual demonstra uma amplitude térmica significativa entre os pontos interpolados, dando destaque ao ponto fixo, que apresenta através da temperatura máxima exibida no mapa, com

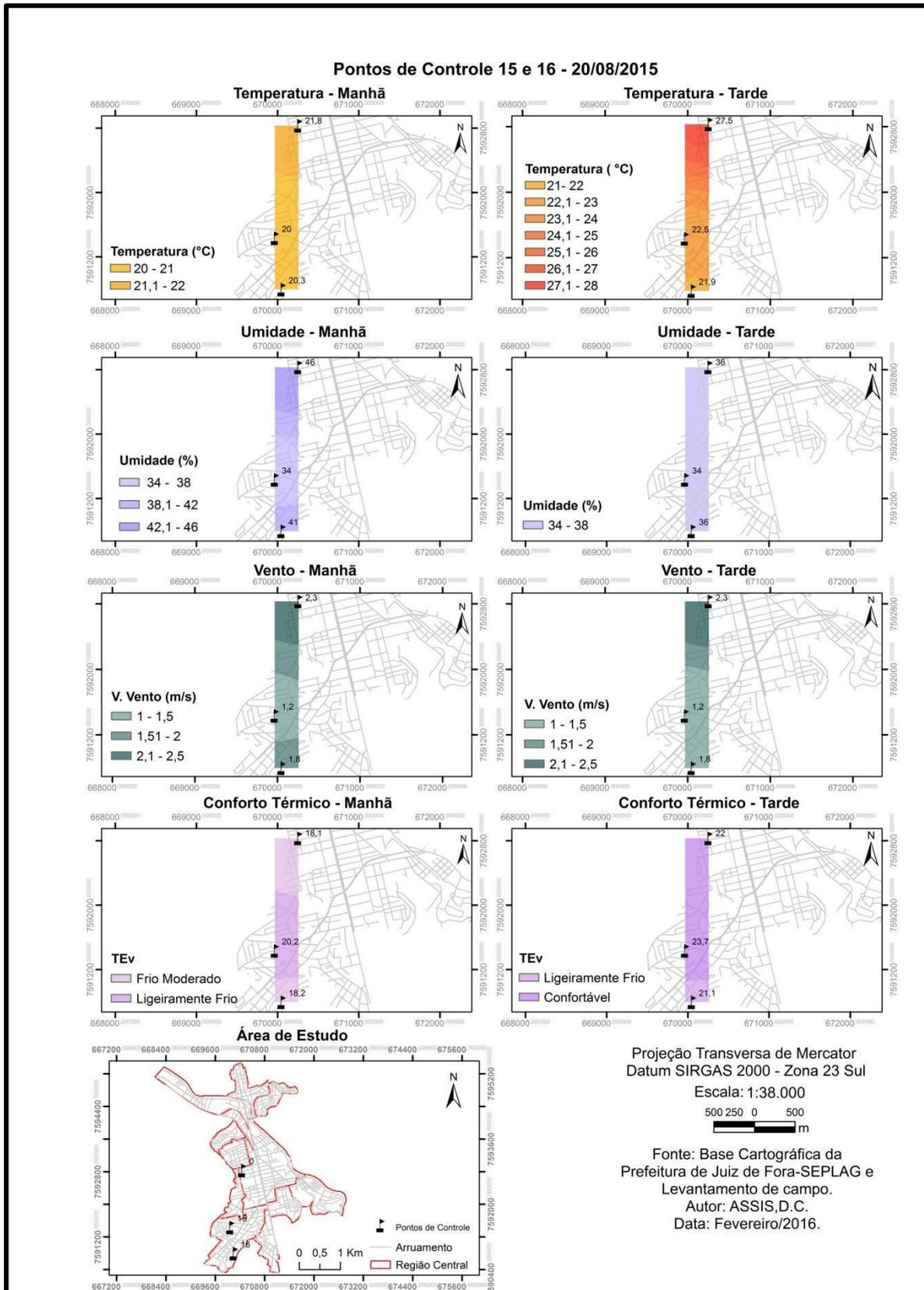
27,5°C. Além disso, deve-se ressaltar que os pontos de controle itinerantes não expõem uma diferença significativa neste segundo momento do dia.

Contudo, no tocante ao mapa de umidade relativa do ar tem-se uma resposta diferenciada, pois neste vê-se que a umidade atua de maneira homogênea diante de toda área considerada, com valores de 34%, 36%, 36%, para os pontos 15, 16 e o ponto fixo, respectivamente.

Os valores elevados de velocidade do vento mantêm-se durante a tarde como é possível observar no mapa de velocidade do vento. Neste sentido, destaca-se novamente o ponto fixo com a maior velocidade, dessa vez com valor de 2,8 m/s, em seguida tem-se o ponto 15 com 1m/s e o ponto 16 com 1,4 m/s.

Assim como no mapa de conforto térmico diurno o do período da tarde também apresenta apenas duas classes de conforto, porém desta vez observa-se as classes “Ligeiramente Frio” e “Confortável”, sendo que apenas uma pequena parte da área interpolada apresenta a classe de desconforto por frio, esta encontra-se no entorno do ponto 16 e, em contrapartida, todo restante da área foi considerado como confortável, envolvendo o ponto fixo e o ponto de controle 15.

Prancha 8 Pontos de Controle 15 e 16.



A Prancha 9 traz os dados do penúltimo dia de coleta em campo, este aconteceu no 22 de Agosto de 2015, dentro das RU's São Mateus e Alto dos Passos. Estes pontos estão a 662,5 metros de distância e em relação à estação fixa, o ponto 17 está a 1278,4 metros e ponto 19 a 1937,4 metros.

A partir do mapa de temperatura do ar do intervalo da manhã, vê-se que os pontos de controle 17 e 18 exibem temperaturas semelhantes, nos valores de 19,3°C e 19,1°C, respectivamente. Já o ponto fixo registrou a temperatura mais elevada com 22,6°C, neste sentido destaca-se mais uma vez a questão do ponto localizar-se na região mais adensada em relação aos outros ponto de controle.

O mapa de umidade relativa do ar revela certa regularidade de distribuição dentro da área considerada, assim os pontos apresentam valores próximos, como é possível visualizar o ponto 17 registrou 59%, enquanto o ponto 18 ficou com 57% e ponto fixo se diferenciou um pouco mais com o valor de 53%.

Em seguida temos o mapa de velocidade vento, o qual demonstra que o ponto 18 exibiu o mesmo número constatado na estação fixa, no valor de 1m/s. Ao passo que no ponto 17 a velocidade verificada foi zero, desta forma já se espera um aumento no índice de conforto neste ponto.

Como esperado, é possível visualizar no mapa de conforto térmico, que o ponto 17 e a região circunvizinha exibe uma classe de desconforto por conta do calor no período da tarde. Em compensação a estação fixa exibiu status de área confortável, juntamente com o entorno do ponto 18. Exatamente sobre o ponto 18, foi apresentada a classe de “Ligeiramente Frio”.

Na sequência têm-se os mapas climatológicos do período da tarde, onde no primeiro mapa nota-se o mesmo padrão de comportamento da temperatura do ar visto no mapa do período da manhã e em que os pontos de controle não possuem muita diferenciação de valores entre si, porém em relação ao ponto fixo essa distinção aumenta, sendo que este apresenta temperatura mais elevada, com registro de 24°C, enquanto os valores dos pontos 17 e 18 são de 20,6°C e 20,5°C, respectivamente.

Através do mapa de umidade relativa nota-se que a regularidade dos valores encontrados no mapa diurno se acentua no período da tarde, quando a umidade relativa do ar varia de 53% a 51%, sendo que o máximo registrado no

ponto 18 e mínimo no ponto fixo, assim o ponto 17, ficou com valor intermediário de 52%.

Com relação à velocidade dos ventos temos uma distribuição bastante homogênea dos ventos, em que os pontos de controle registraram velocidade do vento igual a zero, enquanto a estação fixa expos o valor de 0,6 m/s.

Enfim, observa-se o mapa de conforto térmico, onde visualiza-se que da mesma forma que houve uma regularidade na distribuição das variáveis climatológicas dentro da área considerada, quando efetuado o zoneamento de conforto, esta situação se repetiu. Assim, verificam-se duas zonas de conforto no mapa, sendo que a classificada com “Quente” ocupa maior parte da área e enquadram os dois pontos de controle itinerantes, ao passo que a zona considerada como “Ligeiramente Quente” encontra-se no ponto fixo e seus arredores. Isto se deve ao fato de neste ponto ter sido registrado uma maior velocidade do vento que nos demais pontos, desta forma houve uma amenização no índice de conforto.

Finalmente a Prancha 10, a qual traz os mapas derivados do último dia de coleta de dados em campo ocorrido no dia 23 de Agosto de 2015, na RU Jardim Paineiras. Excepcionalmente neste dia foram coletados dados de apenas um ponto de controle itinerante, pois tratava-se do único ponto restante para finalização desta etapa do trabalho. Desta forma, esta forma a Prancha 10 apresenta mapas oriundos da interpolação dos dados do ponto de controle 19 e o ponto fixo, assim a distância entres estes pontos é de 626,4 metros.

Desta forma, vê-se o primeiro mapa, o qual mostra os registros de temperatura do ar no período da manhã. Neste é possível observar que entre os dois pontos a temperatura variou em torno de 4°C, sendo que a máxima foi registrada na estação fixa, com 23,9 °C e conseqüentemente a mínima mediu-se no ponto 19, marcando 19,4°C.

No mapa de umidade é possível visualizar que no período da manhã a umidade varia de um ponto para o outro levemente, como é possível constatar através dos dados que exibem o valor de 59% no ponto 19 e 53% no ponto fixo. Contudo, isso não ocorre com a velocidade do vento, pois esta se diferencia de forma mais significativa, sendo que na estação fixa o valor medido é de 0,6 m/s, enquanto ponto 19 este número triplica, tendo registro de 1,8 m/s.

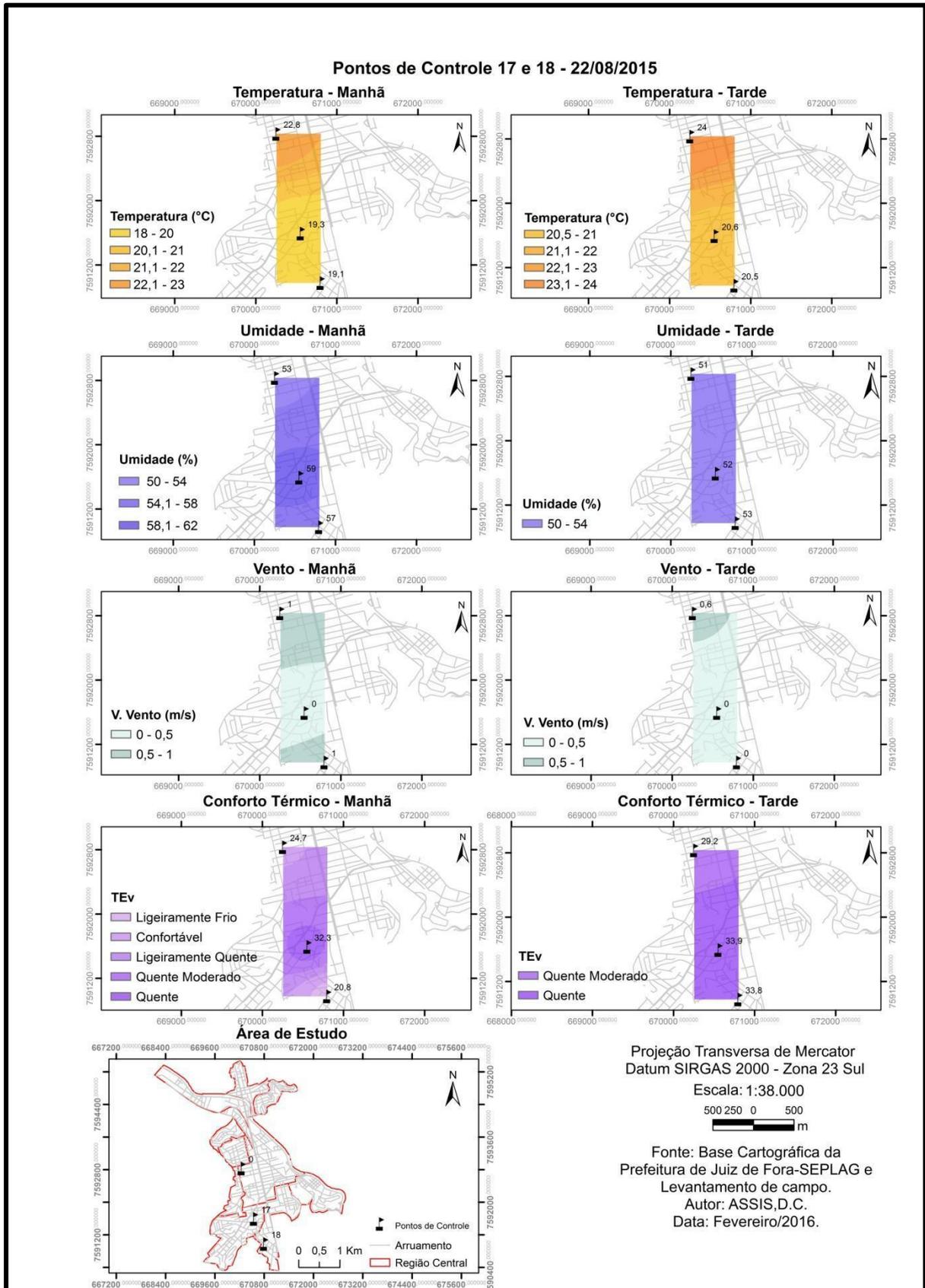
Devido a esta brusca variação na velocidade do vento, gera-se maiores diferenciação no índice de conforto. Deste modo, visualiza-se no mapa a distinção de cinco classes de conforto térmico entre os dois pontos interpolados, de modo que o ponto fixo se apresente como “Quente Moderado” e no ponto 19 tem-se a condição de “Frio Moderado”.

Os mapas seguintes representam os dados coletados no turno da tarde. Entre os mesmos, observa-se o mapa de temperatura do ar, o qual relata uma diferença de 5,4°C, sendo que a máxima foi registrada no ponto fixo na marca de 29,6°C, enquanto no ponto 19 a temperatura constatada foi 24,2°C. Porém, a umidade relativa do ar se deu forma muito semelhante nos dois pontos, sendo no ponto fixo 39% e no ponto itinerante 38%.

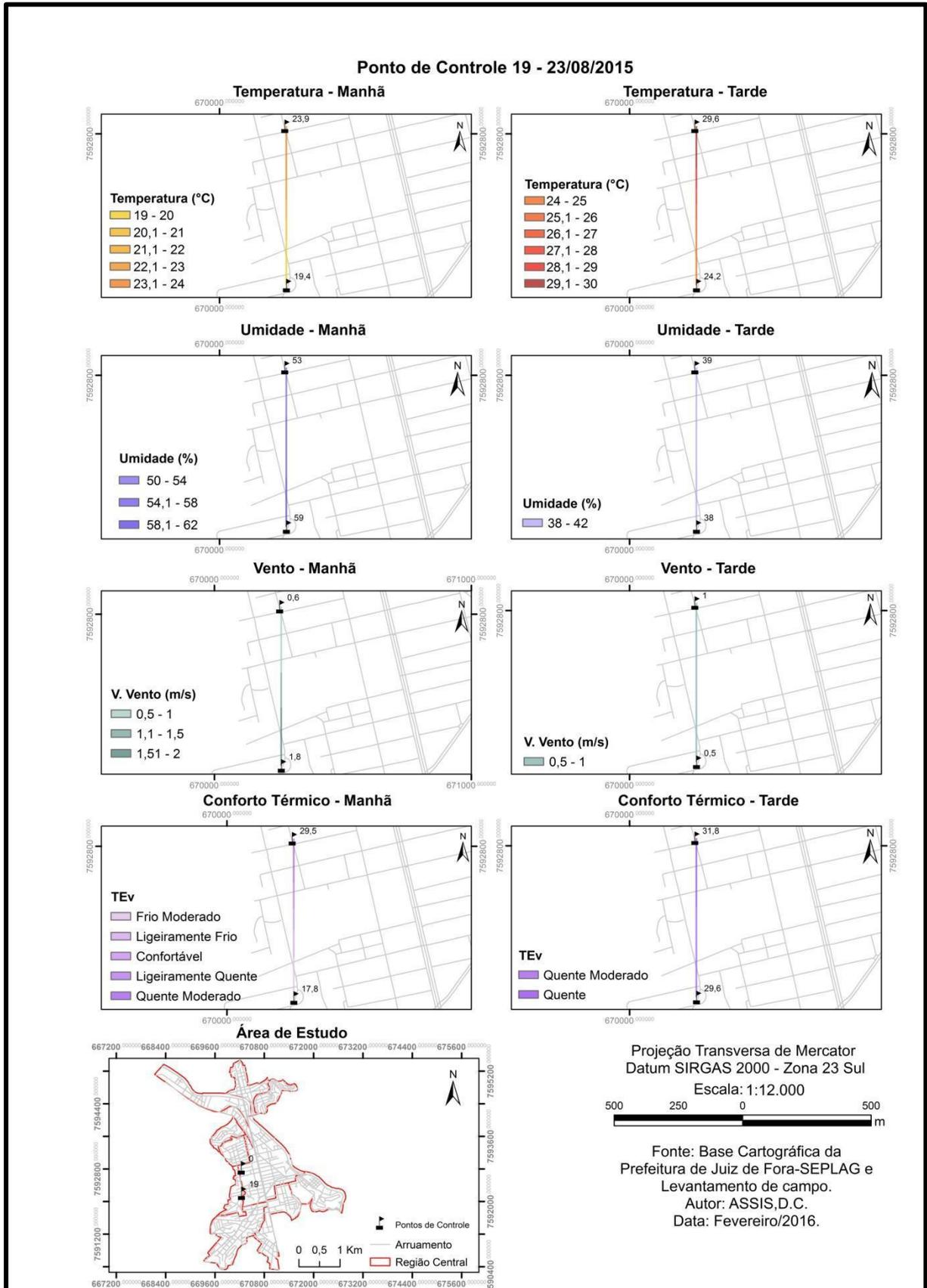
Por meio do mapa de velocidade do vento verifica-se que há uma pequena variação na velocidade de um ponto para o outro, assim destaca-se o ponto fixo com 0,5 m/s e o ponto 19 com 1 m/s.

Por fim, o mapa de conforto térmico do ultimo ponto de coleta, onde verifica-se que há duas classes de conforto, sendo estas “Quente Moderado” no ponto 19 e “Quente” no ponto fixo. Este resultado pode ser justificado por meio do mapa de velocidade do vento, o qual demonstra que o ponto 19 apresentou maior velocidade, assim permite uma atenuação do índice de conforto.

Prancha 9 Pontos de Controle 17 e 18.



Prancha 10 Ponto de Controle 19



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados alcançados observa-se, no mês de Agosto, a formação de inúmeras zonas de conforto/desconforto modificando suas localidades de ocorrência devido à variação das dos valores de temperatura, umidade e velocidade do vento. Estas variáveis atuam a partir das condições atmosféricas vigentes, além das características físicas do meio onde estas foram coletadas.

Em muitos casos as áreas que sofrem com o sombreamento gerado pelas edificações apresentam maiores índices de desconforto, revelando diferentes situações durante o dia. Deste modo, vê-se a necessidade de se ponderar o que é estabelecido pelo código de obras da cidade, que possui como principal critério para permissão da construção de pavimentos a largura da rua e as dimensões do lote, influenciando assim diretamente na ocorrência de grandes áreas sombreadas.

Já existem leis que regulamentam o recuo das edificações em relação à dimensão da via e ao número de pavimentos, porém muitas unidades foram construídas antes do estabelecimento dessa norma. Além disso, não há uma fiscalização de obras efetiva e, desta forma, frequentemente essas leis são também burladas.

Além do desconforto gerado nas áreas de sombreamento, tem-se os locais onde o desconforto é determinado pelo vento, o que revela a necessidade de se verificar a formação de corredores de vento devido a presença maciça edificações elevadas

É sabido que a instauração de um espaço urbano exige modificações no espaço, e essas podem ser ampliação da área urbana, concentração de usos, redistribuição de equipamentos urbanos, modificação de contextos sociais em determinadas áreas e até mesmo revitalização de algumas áreas de interesse.

Desta forma, torna-se imprescindível a atuação do estado como um dos agentes de produção do espaço urbano, o qual deve trabalhar na organização mesmo, podendo atuar na regulamentação do uso do solo, controle da planta de valores dos terrenos, desapropriação terras, regulamentação dos tipos de edifícios e permissões que cada área possui para a ocupação do solo/lote em questão, tendo áreas na cidade com maior adensamento que outras, com

gabaritos e áreas impermeáveis diferenciadas. Pode também atuar na implantação de infraestrutura nas cidades, investir na produção do espaço e até mesmo administrar mecanismos de créditos para a habitação.

Portanto, é possível concluir que a origem dos problemas climáticos no contexto das cidades está no interesse, vontade e a capacidade dos agentes de produção do espaço em transformar a realidade urbana doente em espaços de qualidade de vida à todos os seus habitantes. Desse modo, enfatiza-se a importância de um planejamento urbano efetivo que possa valorizar e preservar as bases naturais de uma cidade. Porém, para que isso ocorra, faz-se necessária uma completa modificação de postura dos principais agentes de produção do espaço, pois enquanto estes apenas atenderem à demandas do capital a realidade climática das cidades brasileiras não mudará.

Acredita-se que o trabalho tenha contribuído com adaptações metodologias para a investigação do clima urbano, no sentido de tentar visualizar a atuação das variáveis do meio urbano.

Neste sentido, o Geoprocessamento se revelou uma excelente ferramenta, sendo muito eficiente na identificação das zonas termais e de sensações térmicas, além de possibilitar o mapeamento dos padrões de uso e ocupação da terra, facilitando a tabulação, espacialização e análise dos dados da área em estudo.

Entretanto, é reconhecido que ainda existem limitações e há necessidade de buscar cada vez mais o aprimoramento das metodologias empregadas. Verifica-se a necessidade da aplicação deste estudo em outros períodos do ano e em diferentes áreas, a fim de se analisar qual será o comportamento, além da demanda de aplicação de outros índices de conforto a fim de refinar os dados já encontrados.

Outra questão a ser destacada é a importância da coleta de dados em campo, pois além de demonstrarem a real situação térmica da área, permitem a observação da paisagem tornando os resultados encontrados ainda mais claros, o que contribui nos desdobramentos e desenvolvimento do trabalho.

Espera-se que o presente trabalho tenha contribuído para o conhecimento da realidade térmica verificada na região central, servido assim

como subsídio para o planejamento e gestão da cidade, pelos órgãos governamentais e não governamentais, para que, desta forma, a população tenha um ambiente mais confortável para se viver ou ao menos, menos desconfortável, proporcionando mais saúde e qualidade de vida.

É reconhecido que ainda tem-se muito que aperfeiçoar nestas investigações do clima urbano, mas o momento é de celebrar os avanços nas pesquisas até agora e buscar aparar arestas existentes, a fim de alcançar respostas que possam contribuir de alguma forma com a sociedade e a ciência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Loyde Vieira; LABAKI, Lucila Chebel. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 103-117., 2010.
- ALI TOUDERT, Fazia et al. Outdoor thermal comfort in the old desert city of Beni-Isguen, Algeria. **Climate Research**, v. 28, n. 3, p. 243-256, 2005.
- Ali-Toudert, F. Mayer. Numerical study in the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. **Building and Environment** n. 41,p.94-108,2006.
- ALVAREZ, I. A. **Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta de índice de avaliação**. Tese (doutorado) - Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
- AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Mercator**, Fortaleza, v. 9, n. 1, pp. 71-90, 2010.
- AMORIM, Margarete Cristiane de C. Trindade et al. O desenho das temperaturas urbanas por meio do sensoriamento remoto: exemplos do Brasil e de Portugal. **Actas do XII Colóquio Ibérico de Geografia**, 2010.
- ARMANI, Gustavo. **Análise topo e microclimática tridimensional em uma microbacia hidrográfica de clima tropical úmido de altitude**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- ASHRAE American Society of Heating and Air Conditioning Engineers) 55 - **Thermal environmental conditions for human occupancy**. Atlanta: ANSI, 1992
- AYOADE, J.O. **Introdução á climatologia para os Trópicos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1991.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Vozes, 1977.
- BIONDI, D. **Arborização urbana: aplicada à educação ambiental nas escolas**. Curitiba, 120 p. 2008.
- CARVALHO, Giuliano Orsi Marques. O centro de Juiz de Fora (MG) e os “novos centros”: paradoxos da urbanidade. **Oculum Ensaios**, n. 3, 2013.
- CHAPMAN, L.; THORNES, J. E.; BRADLEY, A. V. Rapid determination of canyon geometry parameters for use in surface radiation budgets.**Theoretical and applied climatology**, v. 69, n. 1-2, p. 81-89, 2001.

- CHING, Francis DK. **Técnicas de construção ilustradas**. Bookman, 2010.
- CONFORTO & TÉRMICO. In: **DICIONÁRIO Michaelis**. Disponível em: <www.uol.com.br/michaelis>. Acesso em: Julho/2014
- DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. Aspectos climáticos de Curitiba–PR: uma contribuição para o Ensino Médio. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 3, 1999.
- DENATRAN, Ministério das Cidades, Departamento Nacional de Transito,2015.
- DI CLEMENTE, M. A. **Influência da vegetação como elemento modificador do conforto térmico da ambiência urbana da cidade de Anápolis - GO**. 150 f. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) - Centro Universitário de Anápolis, UniEvangélica, Anápolis/GO, 2009.
- DURY, G. H. HIGH TEMPERATURE EXTREMES IN AUSTRALIA. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 62, n. 3, p. 388-400, 1972.
- FANGER, P. O. **Thermal Comfort**. McGraw-Hill, New York, 1972.
- FERREIRA, C.C. M; ASSIS,D.C.. Capítulo 11 - **O mapeamento do albedo e análise de sua influencia na caracterização de microclimas de áreas urbanas**.In SILVA,A.C.; FIALHO,E.S.; STEINKE,E.T. (Orgs). Experimentos em Climatologia Geográfica, Dourados, MS:UFGD,2014. p.201-221.
- FERREIRA, F.; PRADO, R. Medição do albedo e análise de sua influência na temperatura superficial dos materiais utilizados em coberturas de edifícios no Brasil. **São Paulo: Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, 2003.
- FERREIRA, Jhônatas Silva. Teoria e método em climatologia. **Revista GEONORTE. Edição Especial**, v. 2 2012.
- FRITZSONS, Elenice; MANTOVANI, Luiz Eduardo; DE AGUIAR, Ananda Virgínia. Relação entre altitude e temperatura: Uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 49-64, 2008.
- FRITZSONS, Elenice; WREGE, Marcos Silveira; MANTOVANI, Luiz Eduardo. ALTITUDE E TEMPERATURA: ESTUDO DO GRADIENTE TÉRMICO NO RIO GRANDE DO SUL. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 16, 2015.
- FROTA, A. B., SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**, São Paulo, Studio Nobel, 2ª edição, 243p. 1995.

- GARCÍA, Felipe Fernández. **Manual de climatologia aplicada: clima, medio ambiente y planificación**. Síntesis, 1995.
- GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de textos, 2010.
- GEIGER, R. **Manual de microclimatologia: O clima da camada de ar junto ao solo**. 4 ed. Lisboa Fundação: Calouste Gulbenkian, 1990, 555p.
- GOBO, João Paulo de Assis. **Regionalização climática do Rio Grande do Sul com base no zoneamento do conforto térmico humano**. Dissertação de Mestrado. 2013. Universidade de São Paulo.
- GOLFARI, L., **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. PNUD/FAO/IBDF – BRA/71/545, 1975. 65p. (Série Técnica no 3).
- GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 10, p. 94-106, set. 2003. Disponível em: <www.caminhosdegeografia.ig.ufu.br/include/getdoc.php?id>. Acesso em: Set./2015.
- IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso: Dezembro/2014.
- JENDRITZKY, Gerd. Perceived temperature: “Klima-Michel-model”. In: The Development of Heat Stress Watch Warning Systems for European Cities. Freiburg May 3, 2003. **Presentations of Conference The Developmen**, Friburgo, 2003.
- LABCAA - **Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental** – UFJF. Dados Meteorológicos.
- Lamberts, Roberto, Luciano Dutra, and Fernando O. R. PEREIRA. **Eficiência Energética**. São Paulo: PW Editores, 1997.
- LOPES, António. O sobreaquecimento das cidades. Causas e medidas para a mitigação da ilha de calor de Lisboa. **Territorium**, v. 15, p. 39-52, 2009.
- LOMBARDO, M.A. **Ilha de calor nas metrópoles: exemplo de São Paulo**. São Paulo. Hucitec, 1985.
- MAIA, J. A.; GONÇALVES, F. L. T. Uma análise do conforto térmico e suas relações meteorológicas na cidade de São Paulo – **Parte 1. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Foz do Iguaçu, Paraná, 2002.

- MARTINI, A. **Microclima e conforto térmico proporcionado pelas árvores de rua na cidade de Curitiba, PR**. Dissertação de Mestrado UFPR. 129 p . 2013.
- MASCARÓ, Lucia A. Raffo. **Tecnologia & arquitetura**. Nobel, 1990.
- MASCARO, Lucia Raffo. **Energia na edificação: estratégia para minimizar seu consumo**. Projeto, 1991.
- MASCARÓ, L. **Ambiência Urbana – Urban Environment**. Porto Alegre: Ed. Afiliada UFRGS, 1996.
- MASCARO, Lúcia. Desenho da cidade e iluminação natural. **Revista de Urbanismo e Arquitetura**, v. 7, n. 1, 2008.
- MELLO FILHO, L. E. Arborização urbana. In: **Encontro Nacional sobre arborização Urbana**, v. I, 1985. Porto Alegre. Anais. Porto Alegre, p. 45-49, 1985.
- MENDONÇA, F.A. **O Clima e o Planejamento Urbano de cidades de porte médio e pequena-proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina-PR**. Tese de Doutorado em Geografia, USP, 300p. 1994.
- MENDONÇA, F.A . ; BOROX, S.C.; PAULA, E.V.; Repercussões das condições climáticas de inverno na incidência de IVAS e pneumonias na população infantil de Curitiba-PR. **Anais do IV SBCG**, Rio de Janeiro, 4p. 2000.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007
- MINAKI, Cíntia. **O clima urbano como indicador de qualidade ambiental: estudo de caso da paisagem urbana de Araçatuba/SP**. Dissertação de Mestrado, UNESP, Presidente Prudente, SP. 2014.
- MISSENARD, A. **L'Homme at lê climat**. Lib. Plon 1937.
- MONTEIRO, C. A. F. **Análise Rítmica em Climatologia: Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de Trabalho**, USP – IG – Climatologia 01 – São Paulo – SP. 1971
- MONTEIRO, Carlos Augusto de F. Da. A Climatologia do Brasil ante a renovação atual da Geografia: um depoimento. **Métodos em questão**, n. 0, v. 6, 1973.
- MONTEIRO, C. A. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Instituto de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976. (Serie Teses e Monografias, n.25)
- MONTEIRO, Carlos A. F.; MENDONÇA, Francisco. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

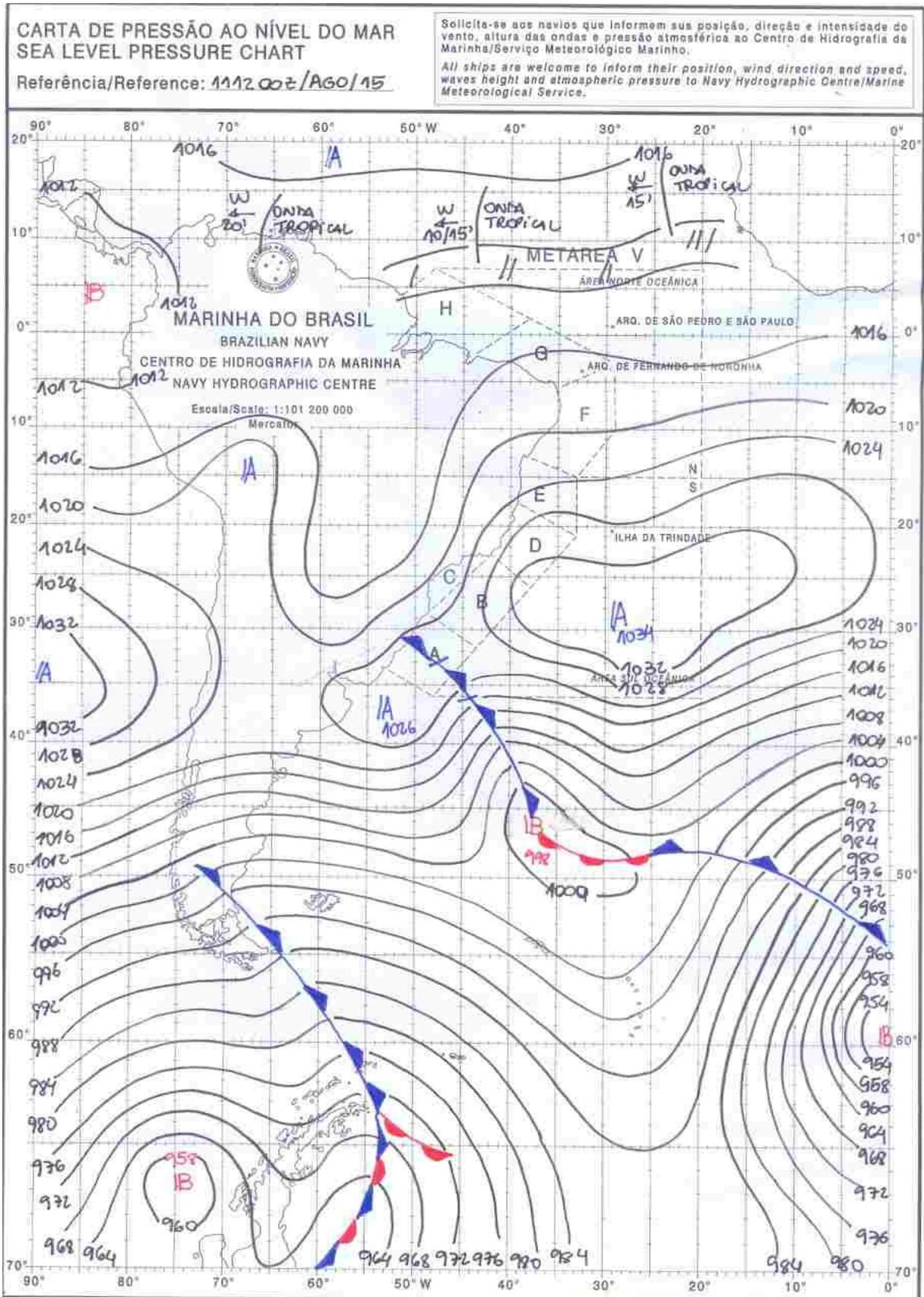
- MONTEIRO, A. ALMEIDA, M. VELHO, S.FONSECA, L. “A (in) eficácia das políticas europeias e nacionais para prevenir os riscos causados pelas manifestações de mudança climática nos espaços urbanos”, **Revista de Geografia e Letras**, Universidade do Porto, série III, Vol.2.2013.
- NEVES, L.P. **Adoção do Partido na Arquitetura**. Salvador: ed.UFBA, 1989.
- NUNES JUNIOR, Eden Rodrigues. **Metodologia de projeto de turbinas eólicas de pequeno porte**. 2008. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual do Rio de Janeiro.
- OMETTO, José Carlos. **Bioclimatologia vegetal**. Agronômica Ceres, 1981.
- OKE, T. R. City size and the urban heat island. **Atmospheric Environment**, Oxford v.7, p.769-779, 1973.
- OKE, Timothy R. **Boundary layer climates**. Routledge, 1978.
- OKE, T. R. Canyon Geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. **Journal of Climatology**, New Jersey, v.1, 1981, p.237-254.
- OKE, Timothy R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 108, n. 455, p. 1-24, 1982.
- Oke, Timothy R., 1997: Urban environments. In **Surface Climates of Canada**, Bailey, W.G., T.R. Oke and W.R. Rouse, eds., McGill-Queen’s University Press, Montréal, pp. 303-327. 1997.
- OKE, Timothy R. Towards better scientific communication in urban climate. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 84, n. 1-3, p. 179-190, 2006.
- OLIVEIRA, P.M.P. **Cidade apropriada ao clima: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano**. Dissertação de Mestrado Brasília: UNB. 1988.
- OLGYAY, Víctor. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Editorial Gustavo Gili, 1998.
- PJF, Plano Diretor Participativo do Município de Juiz de Fora MG, 2015.
- PÉDELABORDE, P. **Le Climat du Bassin Parisien: essai d’une méthode rationnelle de climatologie physique**. Paris: Medicis, 1957.
- PÉDELABORDE, P. **Introduction à l’étude scientifique du climat**. Paris: SEDES, 1970. 246 p.

- RIBEIRO, C.A.M.; CARVALHO, H.J.M.; SANTOS, M.A. Metodologia para análise do sombreamento em centros urbanos. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação, Recife-PE, 2010, p. 1-9
- ROCHA, G. C. **Riscos Ambientais: Análise e Mapeamento em Minas Gerais. Juiz de Fora**: Editora UFJF, 2005. 126 p.
- ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano -** Projetos Editores Associados Ltda. São Paulo, Brazil, 1998.
- SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia** (online), v. 8, p. 45-60, 2011.
- SANTIAGO, BARBARA DA SILVA. **Paisagem e fragmentação florestal no município de Juiz de Fora, MG**. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal Fluminense, 2008.
- SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1994.
- SARAIVA, Ana Luiza Bezerra da Costa. **O clima urbano de Mossoró (RN): o subsistema termodinâmico**. Dissertação de Mestrado,UFES, 2014
- SARAIVA, F. R. dos Santos & QUICHERAT, L. **Dicionário Latino-Português**. Garnier, 2006.
- SARTORI, Maria da Graça Barros. **Clima e percepção**. Tese de Doutorado. 2000.
- SILVA, E.M. RIBEIRO, A.G. As tendências das variações climáticas na cidade de Uberlândia-MG (1981-2000). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v,9,n12,p.174-190,Jun. 2004.Revista on-line. Disponível: www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html.
- SORRE, M. **A adaptação ao meio climático e biossocial – geografia psicológica**. In: MEGALE, J. F. (Org.). *Max Sorre*. São Paulo: Ática,1984. (Coleção Grandes Cientistas Sociais, 46).
- SOUZA, Débora Moreira; NERY, Jonas Teixeira. O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. **Geografia (Londrina)**, v. 21, n. 2, p. 65-83, 2013.
- SOUZA, L. C. L.; PEDROTTI, F.S.; LEMES, F. T.**Consumo de Energia Urbano: Influência do perfil do usuário; da geometria urbana e da temperatura**. Maceió, 2005.

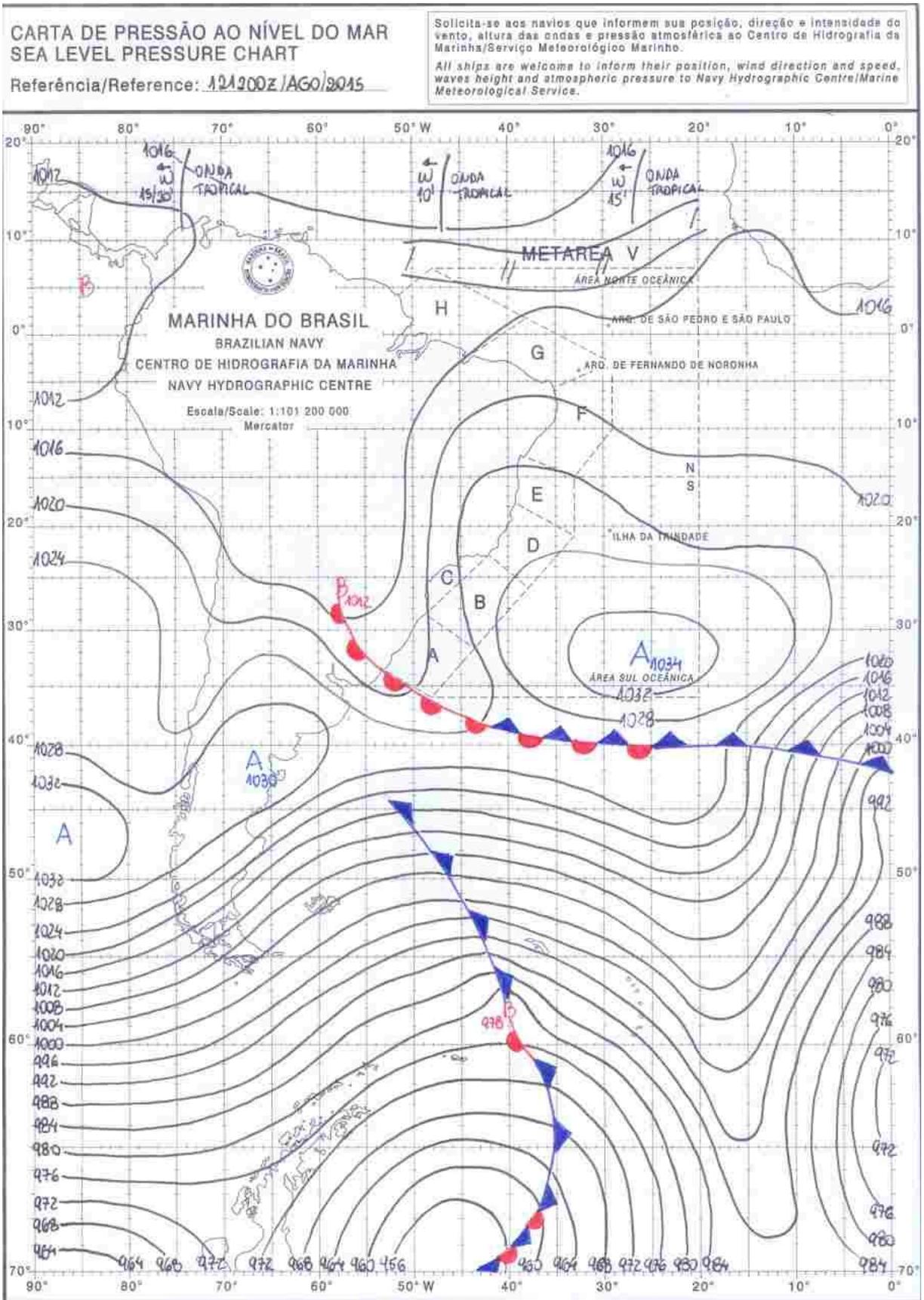
- SUPING, Zhang et al. Study of the relationships between weather conditions and the marathon race, and of meteorotropic effects on distance runners. **International journal of biometeorology**, v. 36, n. 2, p. 63-68, 1992
- TASCA, LUCIANE. **AS CONTRADIÇÕES E COMPLEMENTARIDADES NAS LEIS URBANAS DE JUIZ DE FORA**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- TORRES, F.T. P. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). **Revista Caminhos de Geografia**, 2006.
- TSO, C. P. et al. An improvement to energy balance model for urban thermal environment analysis. **Energy and Buildings**, no. 14, p. 143-152., 1990.
- UGEDA JÚNIOR, José Carlos. **Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP**. Dissertação de Mestrado, UNESP- Presidente Prudente, SP, 2012.
- VELOSO, H. P.; GOES FILHO, L. **Fitogeografia brasileira, classificação fisionômica ecológica da vegetação neotropical**. Projeto RADAMBRASIL.
- WEI, Tsong Chang; MCGUINNESS, J. L. Reciprocal Distance Squared Method, A computer technique for estimating areal precipitation. ARS-NC, 1973.
- YAMAGUTI, M. L. Y. **(In)Eficiência energética em unidades residenciais: da implantação do edifício ao perfil socio-econômico do usuário**. Dissertação de Mestrado. Bauru – SP 2007. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp046818.pdf>>. Acesso em: 01/01/2016.

ANEXOS

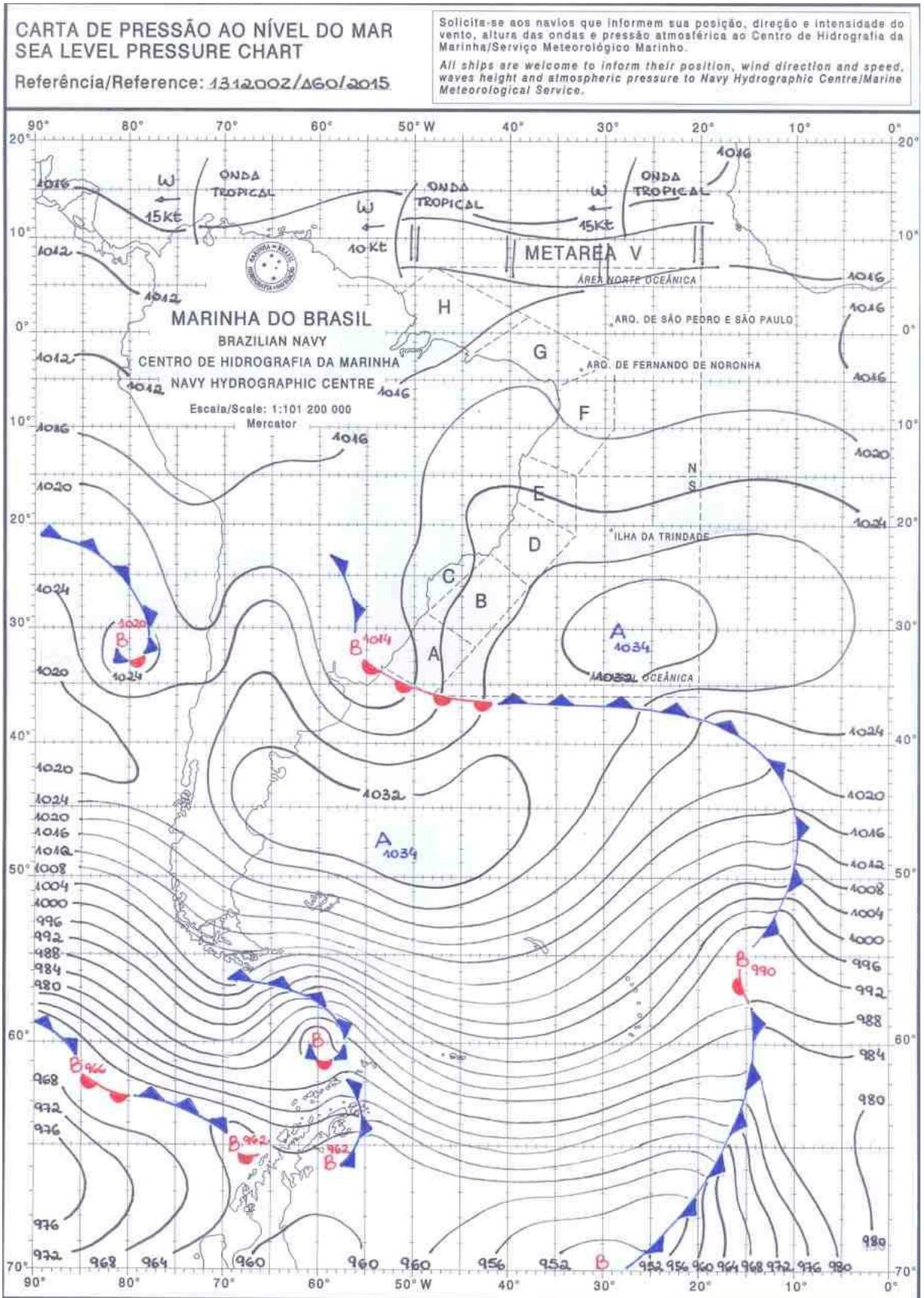
Anexo 1 – Carta Sinótica do dia 11/08/2016.



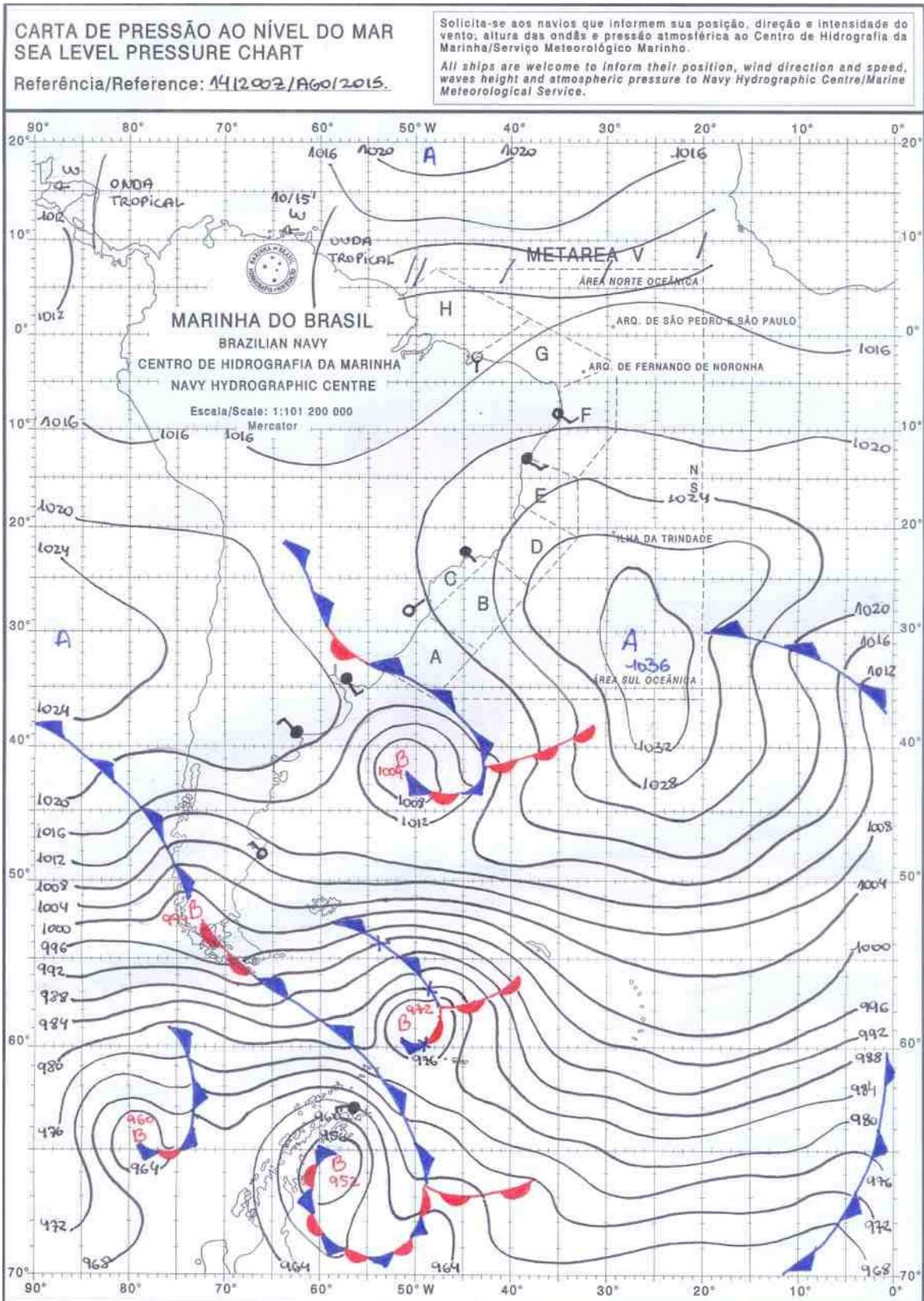
Anexo 2 – Carta Sinótica do dia 12/08/2016.



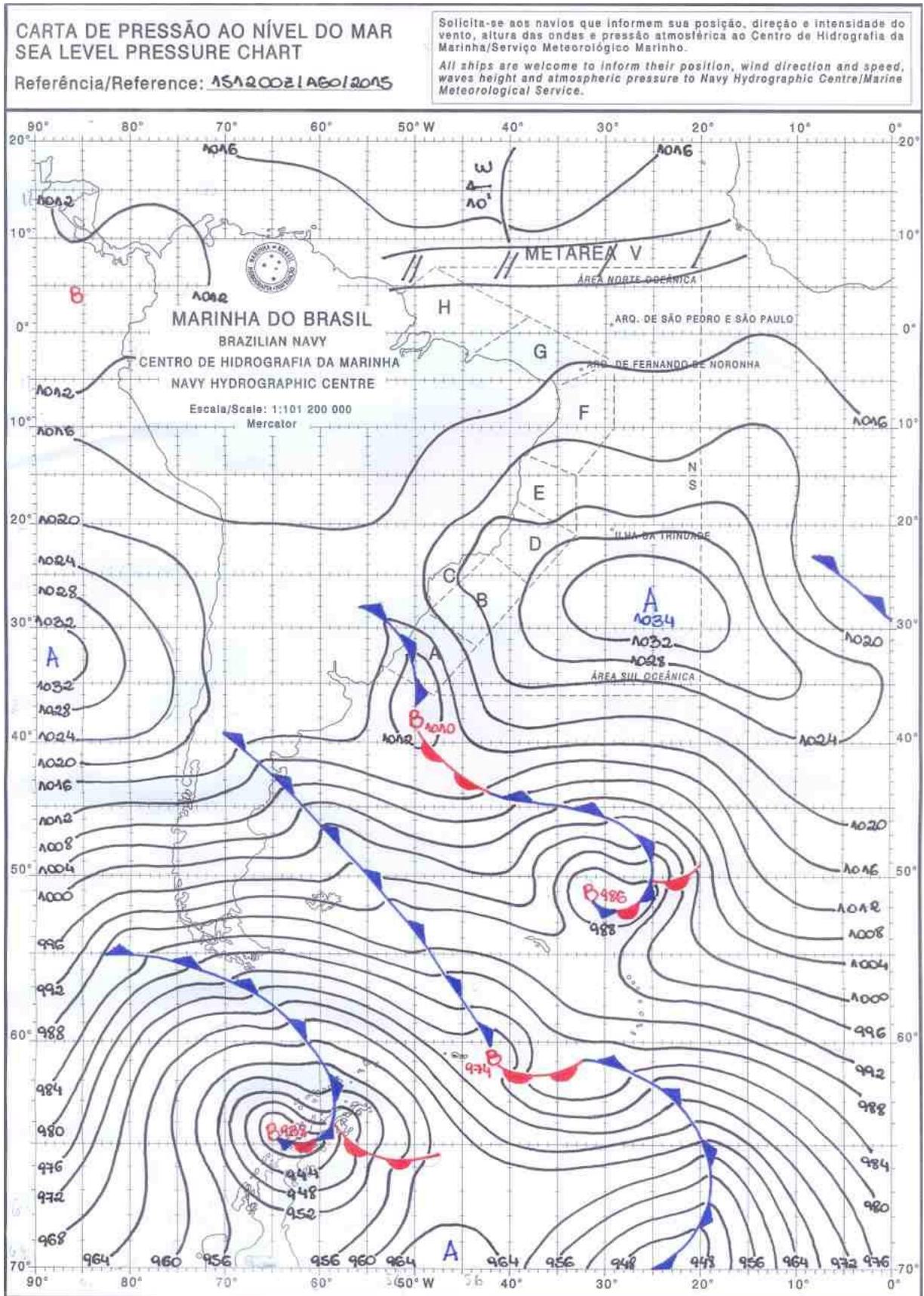
Anexo 3 – Carta Sinótica do dia 13/08/2016.



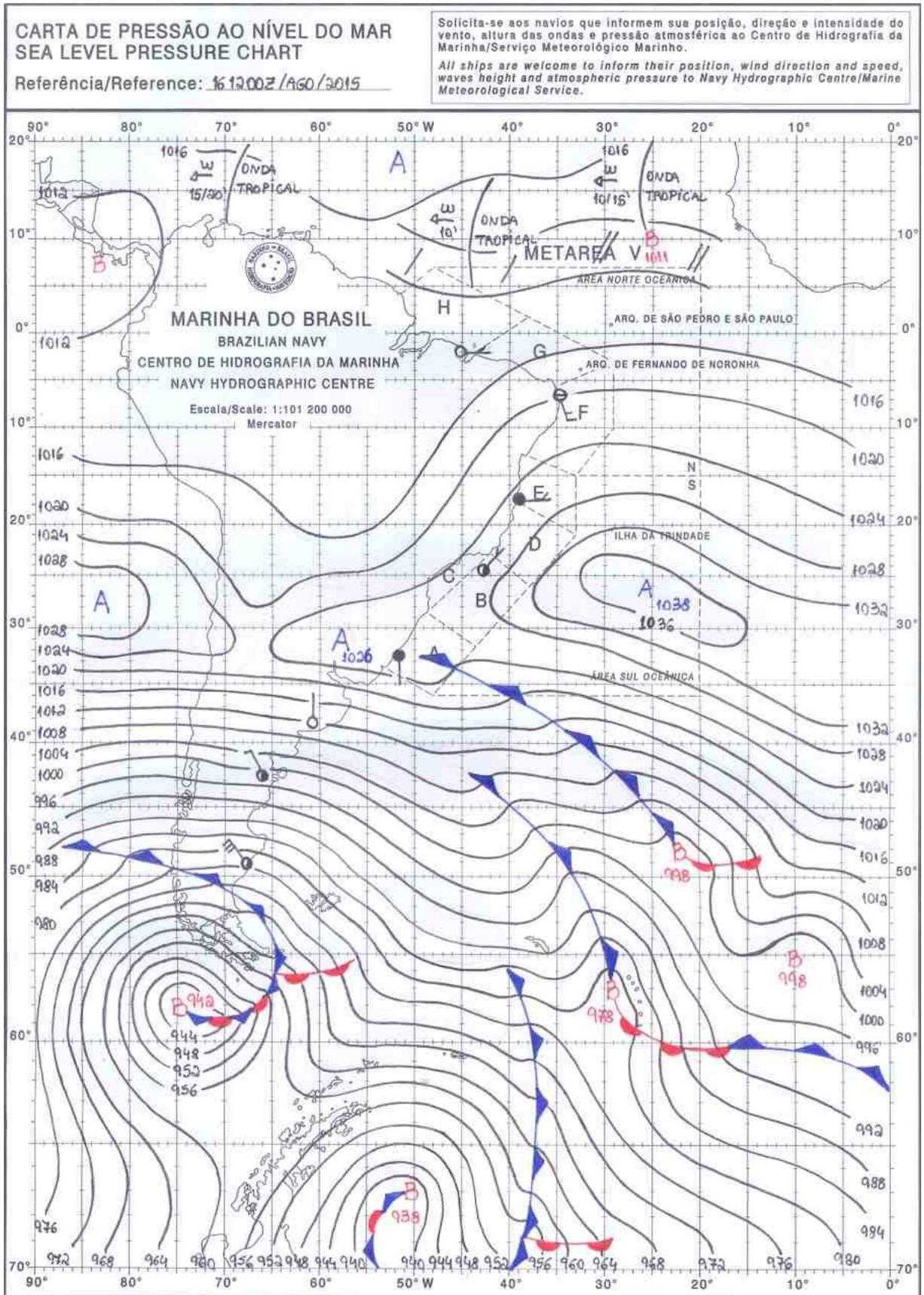
Anexo 4 – Carta Sinótica do dia 14/08/2016.



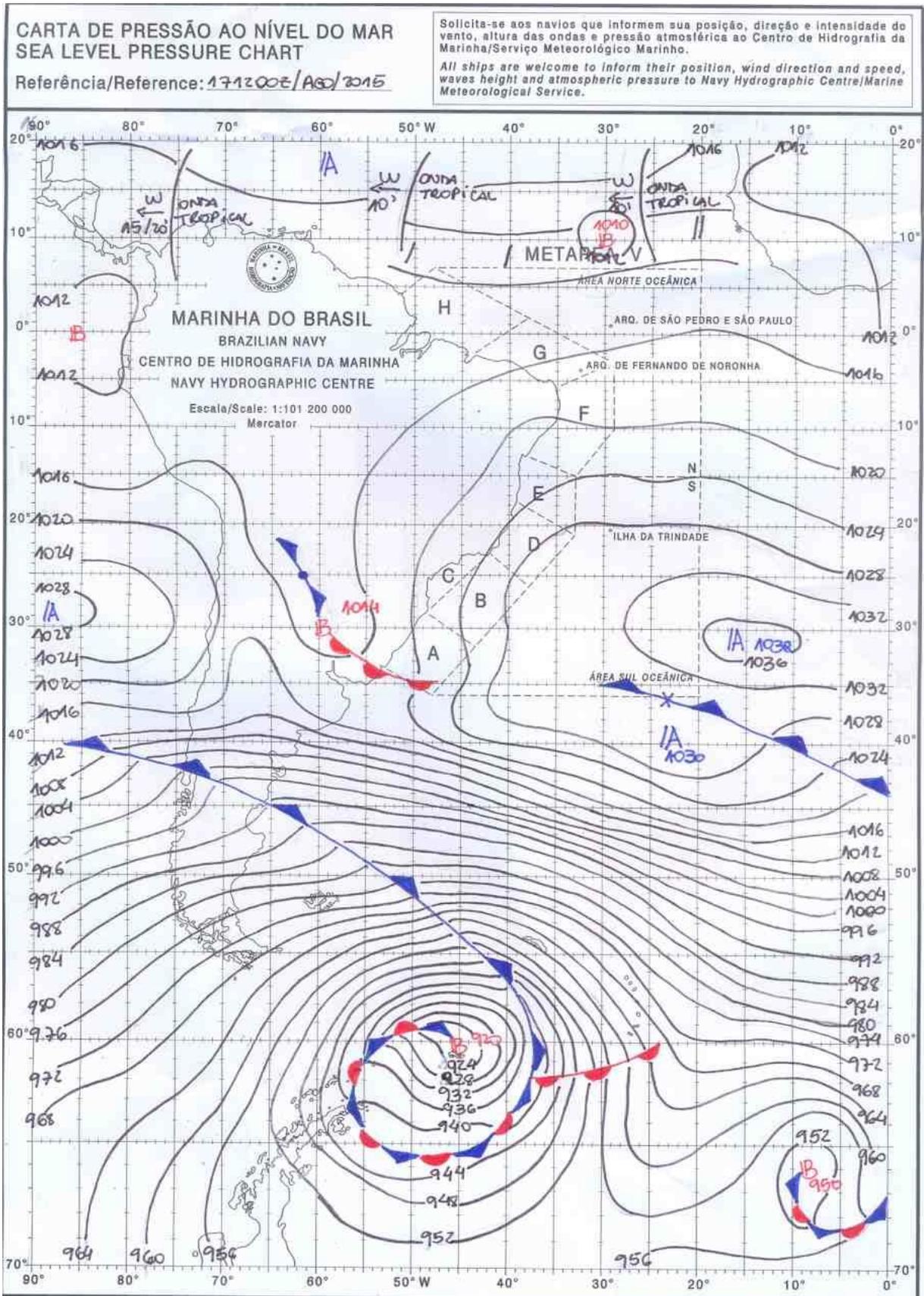
Anexo 5 – Carta Sinótica do dia 15/08/2016.



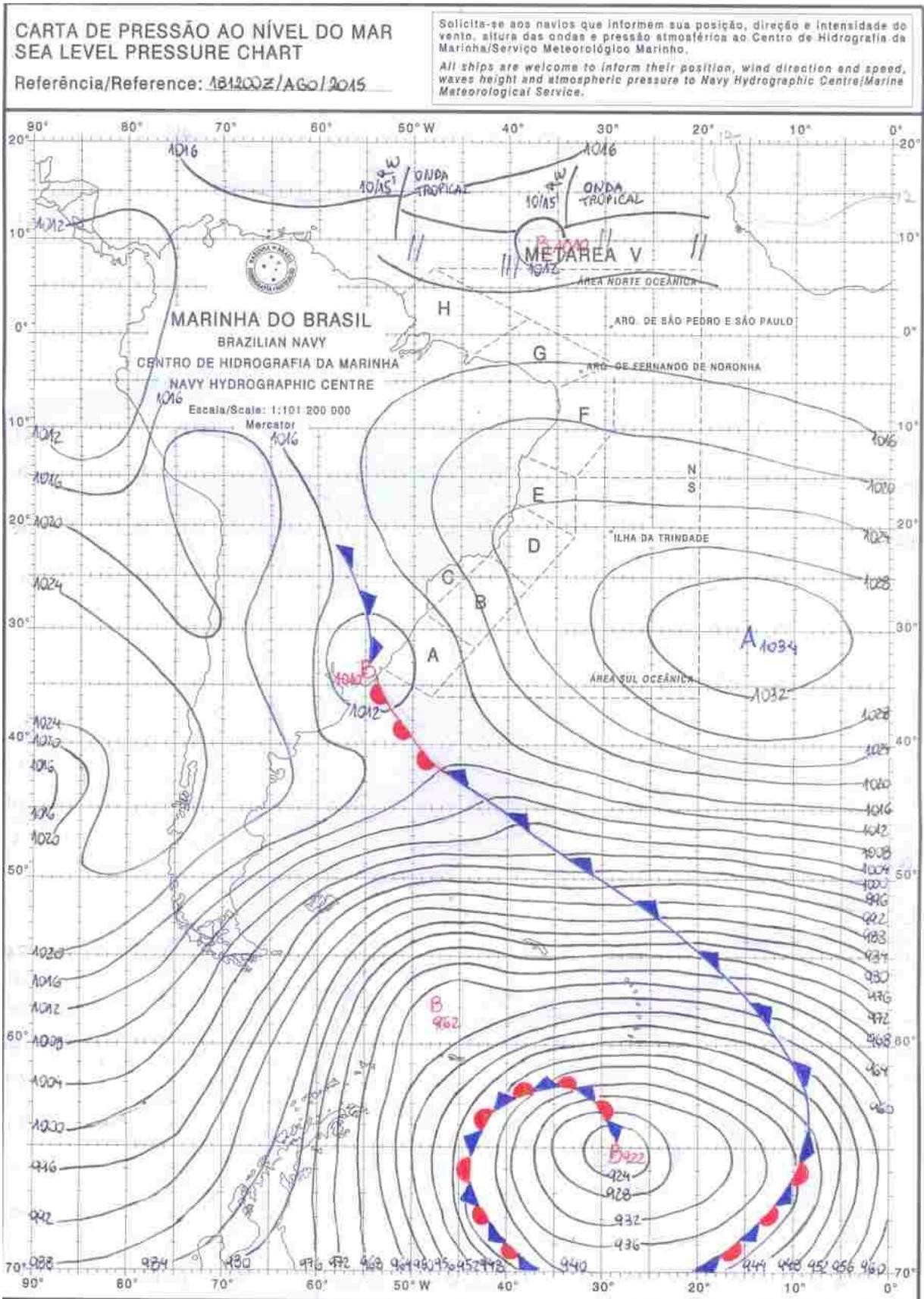
Anexo 6 – Carta sinótica do dia 16/08/2016.



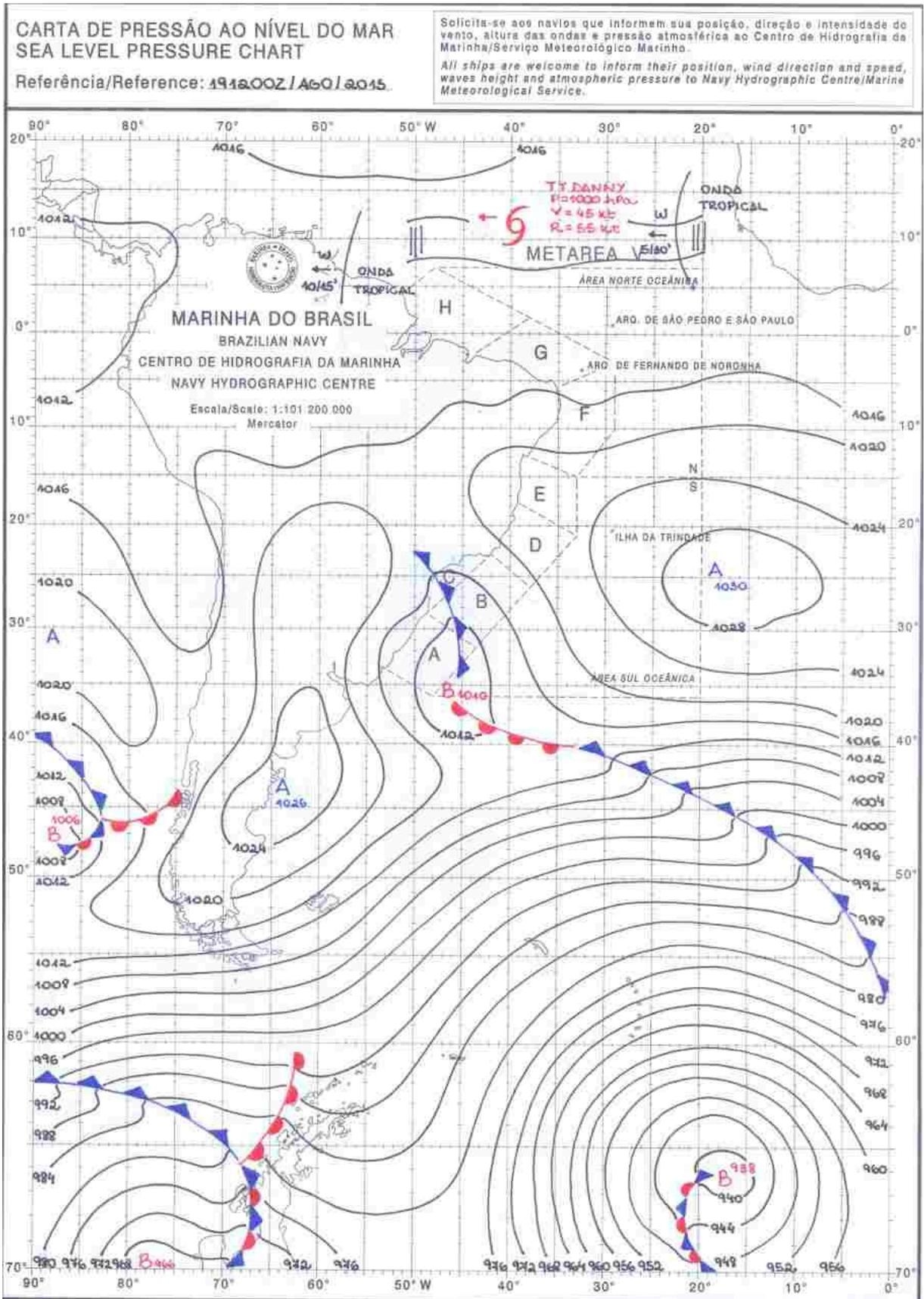
Anexo 7 – Carta sinótica do dia 17/08/2016.



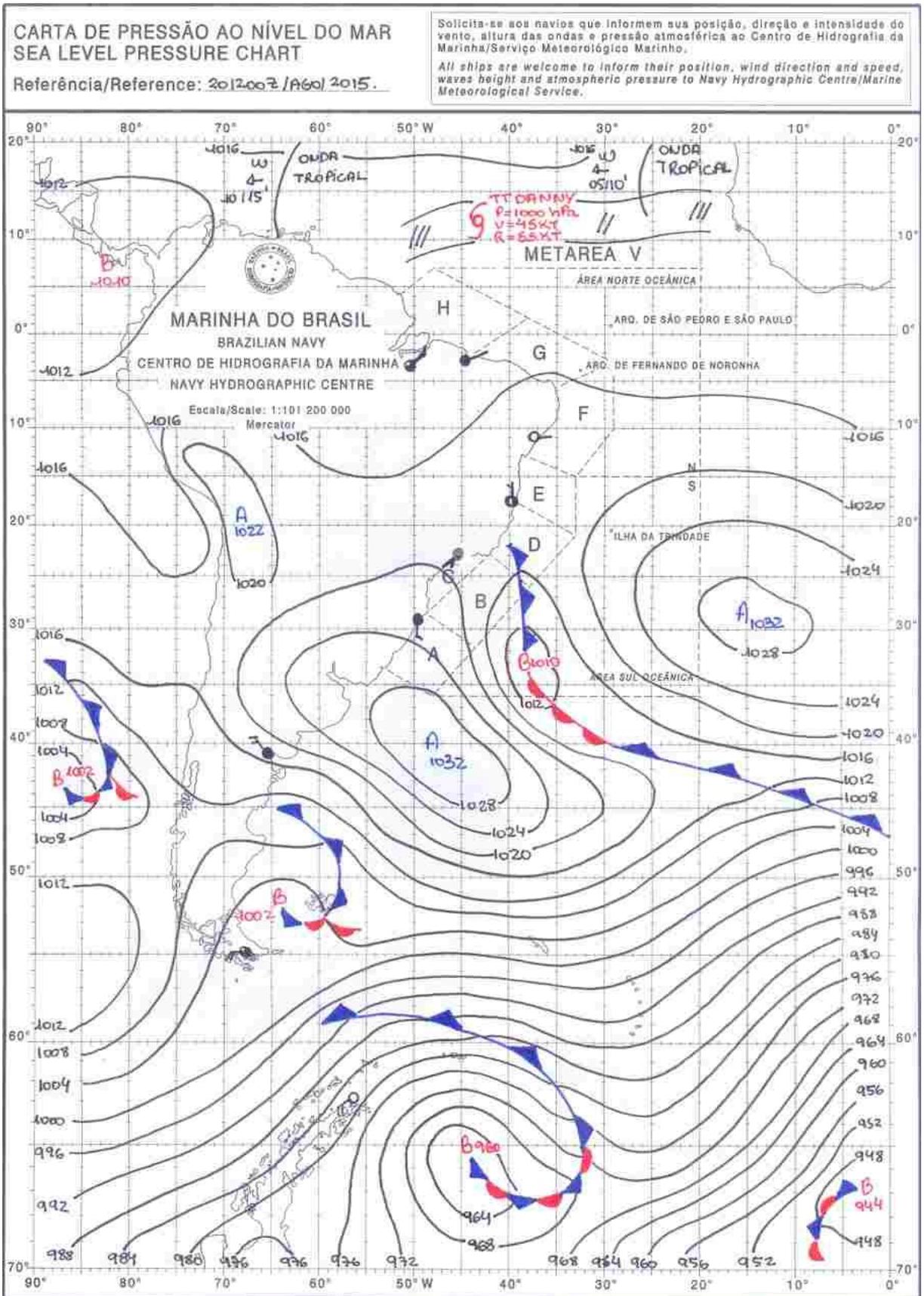
Anexo 8 – Carta sinótica do dia 18/08/2016.



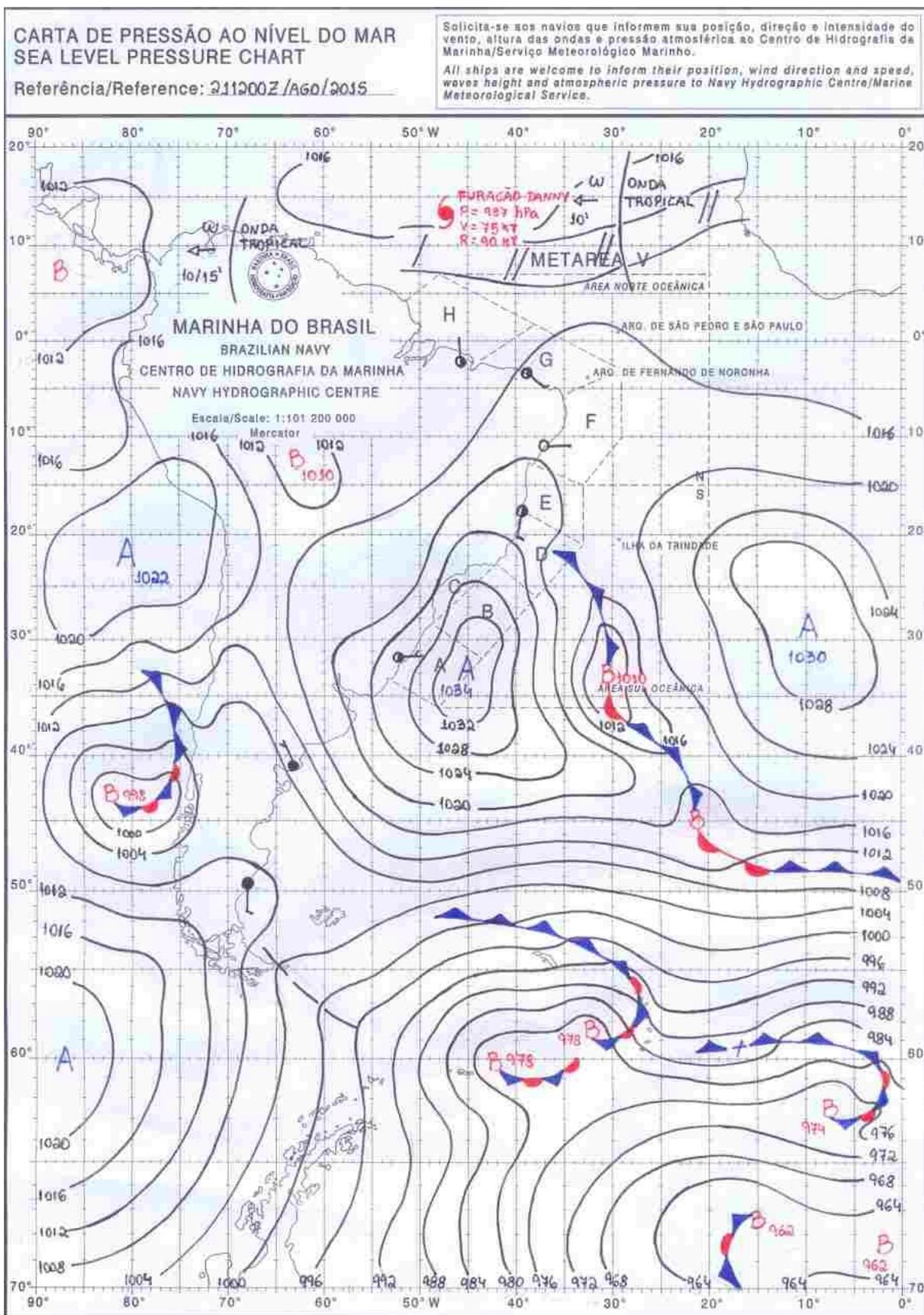
Anexo 9 – Carta sinótica do dia 19/08/2016.



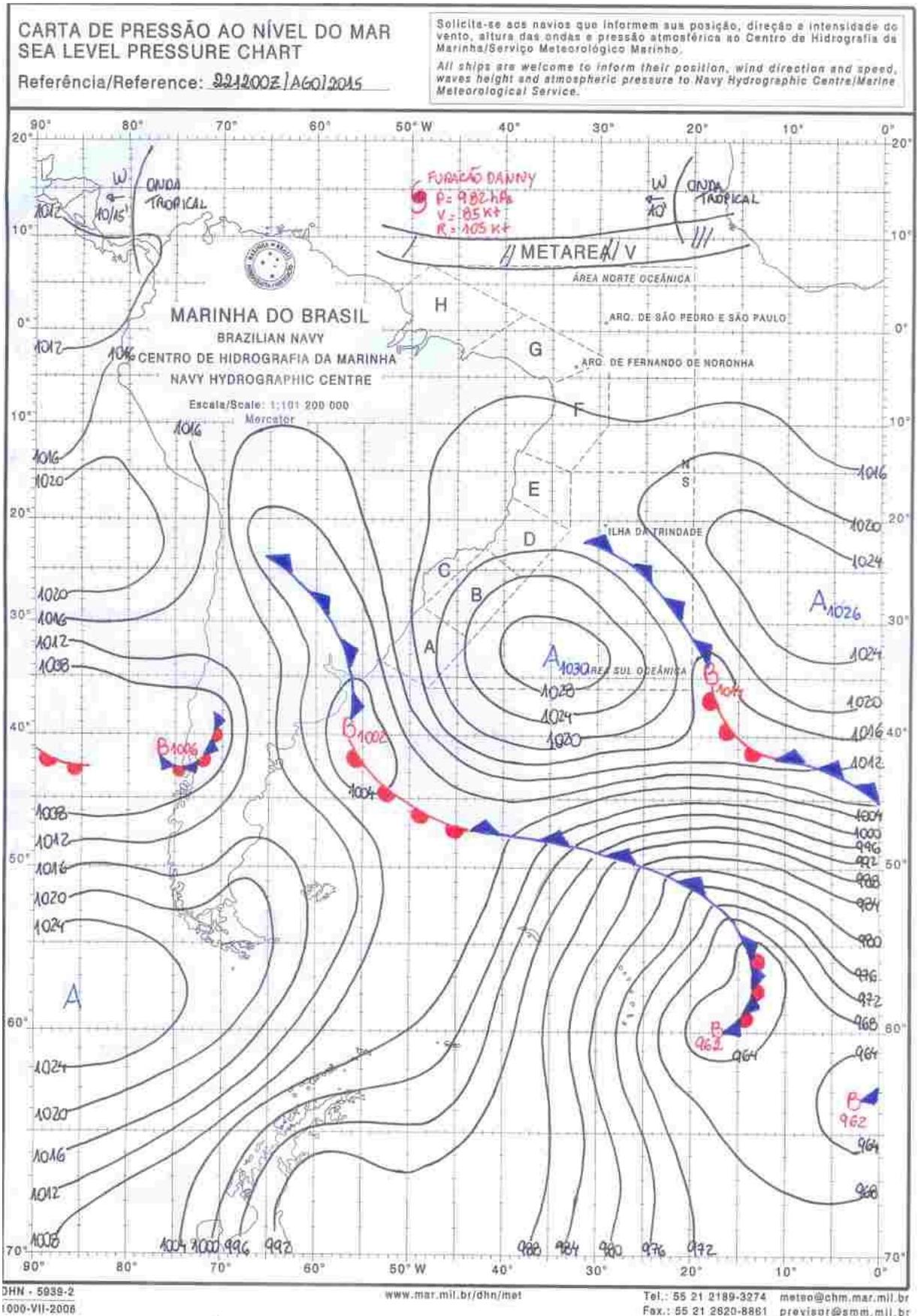
Anexo 10 – Carta sinótica do dia 20/08/2016.



Anexo 11 – Carta sinótica do dia 21/08/2016.



Anexo 12 – Carta sinótica do dia 22/08/2016.



Anexo 13 – Carta sinótica do dia 23/08/2016.

