



DÉBORA MOREIRA DE SOUZA

CLIMA URBANO NO PLANEJAMENTO DO MUNICÍPIO DE OURINHOS - SP

**CAMPINAS
2013**



NÚMERO: 199/2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

DÉBORA MOREIRA DE SOUZA

CLIMA URBANO NO PLANEJAMENTO DO MUNICÍPIO DE OURINHOS – SP

Orientador : Jonas Teixeira Nery

**DISSERTAÇÃO DE Mestrado APRESENTADA AO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM 2013 DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE MESTRA EM GEOGRAFIA NA ÁREA DE CLIMATOLOGIA.**

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO
DEFENDIDA PELA ALUNA DÉBORA
MOREIRA DE SOUZA E ORIENTADO
PELO PROF. DR. JONAS TEIXEIRA
NERY**

**CAMPINAS
2013**

© by Débora Moreira de Souza, 2013.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
CÁSSIA RAQUEL DA SILVA – CRB8/5752 – BIBLIOTECA “CONRADO PASCHOALE”
DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
UNICAMP

So89c Souza, Débora Moreira de, 1985-
Clima urbano no planejamento do município de
Ourinhos - SP / Débora Moreira de Souza --
Campinas, SP.: [s.n.], 2013.

Orientador: Jonas Teixeira Nery.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Geociências.

1. Climatologia urbana. 2. Conforto térmico. 3.
Planejamento urbano. I. Nery, Jonas Teixeira. II.
Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.
III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

Título em inglês: Climate urban in planning of Ourinhos – SP

Palavras-chaves em inglês:

Urban climatology

Thermal confort

Urban planning

Área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Territorial

Titulação: *Mestra em Geografia.*

Banca examinadora:

Jonas Teixeira Nery (Orientador)

Ana Cláudia Carfan

Lucí Hidalgo Nunes

Data da defesa: 30-04-2013

Programa de Pós-graduação em Geografia



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL

AUTORA: Débora Moreira de Souza

CLIMA URBANO NO PLANEJAMENTO DO MUNICÍPIO DE OURINHOS - SP

ORIENTADOR: Prof. Dr. Jonas Teixeira Nery

Aprovada em: 30 / 04 / 2013

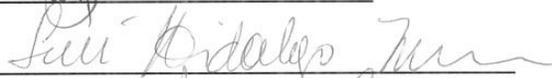
EXAMINADORES:

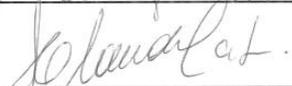
Prof. Dr. Jonas Teixeira Nery

Profa. Dra. Lucí Hidalgo Nunes

Profa. Dra. Ana Claudia Carfan


_____ - Presidente





Campinas, 30 de abril de 2013.

À minha avó materna (Luzia Tasca Rocha), aos meus pais (Ricardo José de Souza e Miria Moreira de Souza), aos meus irmãos (Elaine, Ricardo Filho, Lucas e Jéssica) e ao meu eterno namorado (Cleber Pereira Portela), pela educação que nenhuma faculdade pode oferecer.

AGRADECIMENTOS

Aos professores, colegas e funcionários da UNICAMP.

A Bruna Regina de Oliveira Lima, minha caríssima amiga, por ter me ajudado a realizar a escolha pela vida científica.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Mestrado, concedida durante o período de abril de 2011 a março de 2013.

A Professora Doutora Ana Cláudia Carfan, que prestou preciosas contribuições para a realização deste trabalho e que, juntamente com a Professora Doutora Lucí Hidalgo Nunes, aceitou com prontidão participar da banca examinadora.

E agradeço especialmente o meu orientador, Professor Doutor Jonas Teixeira Nery, o qual despertou o meu interesse pela pesquisa científica e me deu todo o apoio necessário durante esta difícil, mas prazerosa empreitada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CLIMA URBANO NO PLANEJAMENTO DO MUNICÍPIO DE OURINHOS – SP

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Débora Moreira de Souza

Diante dos diversos conhecimentos técnicos e científicos reunidos recentemente, observa-se que ainda existe uma grande barreira no que se refere à aplicação das informações climáticas no planejamento urbano, sendo que a falta de integração entre estes tem contribuído para problemas de ordem ambiental, entre os quais envolve o sistema climático urbano. Ourinhos (cidade média do sudoeste de São Paulo), por exemplo, apresenta configurações urbanas e climáticas que tendem a ocorrência de desconforto térmico. O objetivo desta pesquisa foi analisar o clima urbano, do ponto de vista do conforto térmico, no município de Ourinhos. Entrevistas junto ao poder público foram realizadas. Dados de precipitação pluvial e temperaturas (máximas, médias e mínimas) foram usados para fornecer uma caracterização do clima da área de estudo durante os anos 2001 e 2012. Através do *software SURFER* foi possível obter a distribuição espacial da temperatura do ar e da umidade relativa, considerando episódios específicos de 2011 e 2012. Com base nestes dois parâmetros discutiu-se o índice de desconforto. Analisou-se também o comportamento da direção e da velocidade do vento. Através do modelo microclimático tridimensional ENVI-met foi possível discutir a temperatura média radiante (TMR) e os índices Voto Médio Predito e Percentual de Pessoas Insatisfeitas (PMV e PPD, siglas em inglês para *Predicted Mean Vote* e *Predicted Percentage of Dissatisfied*, respectivamente). Foi constatado que Ourinhos não faz uso das informações climáticas em seu planejamento/gerenciamento urbano e ambiental. Discutiu-se que Ourinhos apresenta dois períodos climáticos bem marcados: verão (quente e úmido) e inverno (frio e seco). Verificou-se que os diferentes ambientes microclimáticos são propícios à ocorrência de desconforto térmico (tanto por calor quanto por frio), o qual contribui para provocar diversas consequências negativas para a sociedade (como doenças e gastos desnecessários de energia), sobretudo diante de determinados quadros sinóticos. Concluiu-se que as configurações urbanas de Ourinhos influenciam no conforto térmico desta população e que o *ENVI-met* mostrou-se ser uma ferramenta capaz de simular satisfatoriamente as condições climáticas observadas, podendo ser usada como suporte no processo de gestão municipal. Entende-se que a dinâmica climática é extremamente importante na organização do espaço e que considerar suas especificidades no planejamento e gerenciamento contribui diretamente para a qualidade de vida da sociedade.

Palavras-chave: Clima Urbano; conforto térmico; planejamento urbano.



**UNIVERSITY OF CAMPINAS
INSTITUTE OF GEOSCIENCE**

CLIMATE URBAN IN PLANNING OF OURINHOS – SP

ABSTRACT

Masters Degree

Débora Moreira de Souza

Among the many technical and scientific knowledge gathered recently notes that there is still a big barrier in relation to the application of climate information in urban planning, and the lack of integration between these has contributed to the environmental problems, among which involves the urban climate system. Ourinhos (city average southwest of Sao Paulo), for example, notes that climatic and urban settings tend to occurrence of thermal discomfort. The aim of this study was to analyze the urban climate, from the point of view of thermal comfort in Ourinhos. Interviews with the government were held. Data from rainfall and temperatures (maximum, medium and minimum) were used to provide a characterization of the climate of the study area during the years 2001 and 2012. Through software SURFER was possible to obtain the spatial distribution of air temperature and relative humidity, considering specific episodes from 2011 and 2012. Based on these two parameters discussed the discomfort index. It was also analyzed the behavior of direction and wind speed. Through three dimensional microclimatic model ENVI-met was possible to discuss the mean radiant temperature (MRT) and the Predicted Mean Vote and Percentage of Persons Dissatisfied (PMV and PPD). It was found that Ourinhos makes no use of climate information in planning/urban and environmental management. It was argued that Ourinhos presents two well-marked climatic periods: summer (hot and humid) and winter (cold and dry). It was found that the different climatic environments are conducive to the occurrence of thermal discomfort (both by heat and by cold), which contributes to cause several negative consequences for society (such as diseases and unnecessary expenditures of energy), especially in front of certain paintings synoptic. It was concluded that urban settings Ourinhos influence the thermal comfort of this population and the ENVI-met proved to be a tool able to simulate satisfactorily observed climatic conditions and can be used to support the process of municipal management. It is understood that the climate dynamics is extremely important in the organization of space and to consider their specific planning and management contributes directly to the quality of life of society.

Key Words: Urban Climate; thermal comfort; urban planning.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Hipótese	4
1.2	Objetivos da Pesquisa	4
2	REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1	Problemática do Clima Urbano	7
2.2	Problemática do Planejamento Urbano	13
2.3	O Modelo Microclimático Tridimensional ENVI-met	16
3	MATERIAIS E MÉTODO	21
3.1	Metodologia usada para a análise das entrevistas	21
3.2	Metodologia usada para a análise da evolução temporal e das anomalias de precipitação pluvial e temperatura do ar.	22
3.3	Metodologia usada para a análise da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e vento (direção e velocidade)	22
3.4	Metodologia usada para a análise do Índice de Desconforto	26
3.5	Metodologia para a análise da TMR, do PMV e do PPD	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1	Análise das entrevistas direcionadas ao poder público: o uso das informações climáticas no planejamento urbano e ambiental no município de Ourinhos	37
4.2	Análise da precipitação pluvial e da temperatura do ar no município de Ourinhos, durante o período de 2001 a 2012	39
4.3	Análise das variáveis coletadas em 24 de janeiro de 2011	44
4.4	Análise das variáveis coletadas em 15 de julho de 2011	52
4.5	Análise das variáveis coletadas em 14 de fevereiro de 2012	60
4.6	Análise das variáveis coletadas em 9 de junho de 2012	67
4.7	Análise do coeficiente de determinação (R^2) e da evolução horárias das temperaturas (reais e simuladas)	74
4.8	Análise da TMR e dos índices PMV e PPD do dia 24 de janeiro de 2011.	81
4.9	Análise da TMR e dos índices PMV e PPD do dia 15 de julho de 2011	91
4.10	Análise da TMR e dos índices PMV e PPD do dia 14 de fevereiro de 2012.	101
4.11	Análise da TMR e dos índices PMV e PPD do dia 9 de junho de 2012.	111
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	122
	REFERÊNCIAS	127
	ANEXOS	137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Pontos de coleta dos dados dentro e fora do limite urbano de Ourinhos.	24
Figura 2	Estrutura do modelo <i>ENVI-met</i> .	28
Figura 3	Planta baixa da região central do município de Ourinhos.	30
Figura 4	Planta Baixa da Vila Brasil, Ourinhos.	31
Figura 5	Planta Baixa da UNESP de Ourinhos.	32
Figura 6	Percentual de Pessoas Insatisfeitas em função do Voto Médio Predito.	34
Figura 7	Evolução das temperaturas e da chuva mensal em Ourinhos, 2001 - 2012.	39
Figura 8	Anomalias da precipitação pluvial total em Ourinhos (2001 a 2012).	42
Figura 9	Anomalias da temperatura média em Ourinhos (2001 a 2012).	43
Figura 10	Temperatura às 9 h no dia 24 de janeiro de 2011.	45
Figura 11	Umidade às 9 h no dia 24 de janeiro de 2011.	45
Figura 12	Temperatura às 15 h no dia 24 de janeiro de 2011.	47
Figura 13	Umidade às 15 h no dia 24 de janeiro de 2011.	47
Figura 14	Temperatura às 21 h no dia 24 de janeiro de 2011.	49
Figura 15	Umidade às 21 h no dia 24 de janeiro de 2011.	49
Figura 16	Imagens de satélite (a) às 9 h, (b) às 15 h e (c) às 21 h no dia 24 de janeiro de 2011.	51
Figura 17	Temperatura às 9 h no dia 15 de julho de 2011.	53
Figura 18	Umidade às 9 h no dia 15 de julho de 2011.	53
Figura 19	Temperatura às 15 h no dia 15 de julho de 2011.	55
Figura 20	Umidade às 15 h no dia 15 de julho de 2011.	55
Figura 21	Temperatura às 21 h no dia 15 de julho de 2011.	57
Figura 22	Umidade às 21 h no dia 15 de julho de 2011.	57
Figura 23	Imagens de satélite (a) às 9 h, (b) às 15 h e (c) às 21 h no dia 15 de julho de 2011.	59
Figura 24	Temperatura às 9 h no dia 14 de fevereiro de 2012.	61
Figura 25	Umidade às 9 h no dia 14 de fevereiro de 2012.	61
Figura 26	Temperatura às 15 h no dia 14 de fevereiro de 2012.	63
Figura 27	Umidade às 15 h no dia 14 de fevereiro de 2012.	63
Figura 28	Temperatura às 21 h no dia 14 de fevereiro de 2012.	65
Figura 29	Umidade às 21 h no dia 14 de fevereiro de 2012.	65
Figura 30	Imagens de satélite (a) às 9 h, (b) às 15 h e (c) às 21 h no dia 14 de fevereiro de 2012.	67
Figura 31	Temperatura às 9 h no dia 9 de junho de 2012.	68
Figura 32	Umidade às 9 h no dia 9 de junho de 2012.	68
Figura 33	Temperatura às 15 h no dia 9 de junho de 2012.	70
Figura 34	Umidade às 15 h no dia 9 de junho de 2012.	70
Figura 35	Temperatura às 21 h no dia 9 de junho de 2012.	72
Figura 36	Umidade às 21 h no dia 9 de junho de 2012.	72

Figura 37	Imagens de satélite (a) às 9 h, (b) às 15 h e (c) às 21 h no dia 9 de junho de 2011.	74
Figura 38	Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 24 (7 h) e 25 (6 h) de janeiro de 2011, no Centro de Ourinhos.	76
Figura 39	Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 24 (7 h) e 25 (6 h) de janeiro de 2011, na Vila Brasil.	76
Figura 40	Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 24 (7 h) e 25 (6 h) de janeiro de 2011, na UNESP.	76
Figura 41	Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 15 (7 h) e 16 (6 h) de julho de 2011, no Centro de Ourinhos.	77
Figura 42	Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 15 (7 h) e 16 (6 h) de julho de 2011, na Vila Brasil.	77
Figura 43	Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 15 (7 h) e 16 (6 h) de julho de 2011, na UNESP.	77
Figura 44	Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 9 (7 h) e 10 (6 h) de fevereiro de 2012, no Centro de Ourinhos.	78
Figura 45	Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 9 (7 h) e 10 (6 h) de fevereiro de 2012, na Vila Brasil.	78
Figura 46	Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 9 (7 h) e 10 (6 h) de fevereiro de 2012, na UNESP.	78
Figura 47	Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 14 (7 h) e 14 (6 h) de junho de 2012, no Centro de Ourinhos.	79
Figura 48	Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 14 (7 h) e 14 (6 h) de junho de 2012, na Vila Brasil.	79
Figura 49	Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 14 (7 h) e 14 (6 h) de junho de 2012, na UNESP.	79
Figura 50	TMR no Centro no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.	82
Figura 51	TMR no Centro no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.	82
Figura 52	PMV no Centro no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.	83
Figura 53	PMV no Centro no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.	83
Figura 54	PPD no Centro no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.	84
Figura 55	PPD no Centro no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.	84
Figura 56	TMR na Vila Brasil no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.	85
Figura 57	TMR na Vila Brasil no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.	85
Figura 58	PMV na Vila Brasil no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.	86
Figura 59	PMV na Vila Brasil no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.	86
Figura 60	PPD na Vila Brasil no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.	87
Figura 61	PPD na Vila Brasil no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.	87
Figura 62	TMR na UNESP no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.	88

Figura 63	TMR na UNESP no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.	88
Figura 64	PMV na UNESP no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.	89
Figura 65	PMV na UNESP no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.	89
Figura 66	PPD na UNESP no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.	90
Figura 67	PPD na UNESP no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.	90
Figura 68	TMR no Centro no dia 15 de julho de 2011, às 9 h.	92
Figura 69	TMR no Centro no dia 15 de julho de 2011, às 15 h.	92
Figura 70	PMV no Centro no dia 15 de julho de 2011, às 9 h.	93
Figura 71	PMV no Centro no dia 15 de julho de 2011, às 15 h.	93
Figura 72	PPD no Centro no dia 15 de julho de 2011, às 9 h.	94
Figura 73	PPD no Centro no dia 15 de julho de 2011, às 15 h.	94
Figura 74	TMR na Vila Brasil no dia 15 de julho de 2011, às 9 h.	95
Figura 75	TMR na Vila Brasil no dia 15 de julho de 2011, às 15 h.	95
Figura 76	PMV na Vila Brasil no dia 15 de julho de 2011, às 9 h.	96
Figura 77	PMV na Vila Brasil no dia 15 de julho de 2011, às 15 h.	96
Figura 78	PPD na Vila Brasil no dia 15 de julho de 2011, às 9 h.	97
Figura 79	PPD na Vila Brasil no dia 15 de julho de 2011, às 15 h.	97
Figura 80	TMR na UNESP no dia 15 de julho de 2011, às 9 h.	98
Figura 81	TMR na UNESP no dia 15 de julho de 2011, às 15 h.	98
Figura 82	PMV na UNESP no dia 15 de julho de 2011, às 9 h.	99
Figura 83	PMV na UNESP no dia 15 de julho de 2011, às 15 h.	99
Figura 84	PPD na UNESP no dia 15 de julho de 2011, às 9 h.	100
Figura 85	PPD na UNESP no dia 15 de julho de 2011, às 15 h.	100
Figura 86	TMR no Centro no dia 14 de fevereiro de 2012, às 9 h.	102
Figura 87	TMR no Centro no dia 14 de fevereiro de 2012, às 15 h.	102
Figura 88	PMV no Centro no dia 14 de fevereiro de 2012, às 9 h.	103
Figura 89	PMV no Centro no dia 14 de fevereiro de 2012, às 15 h.	103
Figura 90	PPD no Centro no dia 14 de fevereiro de 2012, às 9 h.	104
Figura 91	PPD no Centro no dia 14 de fevereiro de 2012, às 15 h.	104
Figura 92	TMR na Vila Brasil no dia 14 de fevereiro de 2012, às 9 h.	105
Figura 93	TMR na Vila Brasil no dia 14 de fevereiro de 2012, às 15 h.	105
Figura 94	PMV na Vila Brasil no dia 14 de fevereiro de 2012, às 9 h.	106
Figura 95	PMV na Vila Brasil no dia 14 de fevereiro de 2012, às 15 h.	106
Figura 96	PPD na Vila Brasil no dia 14 de fevereiro de 2012, às 9 h.	107
Figura 97	PPD na Vila Brasil no dia 14 de fevereiro de 2012, às 15 h.	107
Figura 98	TMR na UNESP no dia 14 de fevereiro de 2012, às 9 h.	108
Figura 99	TMR na UNESP no dia 14 de fevereiro de 2012, às 15 h.	108
Figura 100	PMV na UNESP no dia 14 de fevereiro de 2012, às 9 h.	109
Figura 101	PMV na UNESP no dia 14 de fevereiro de 2012, às 15 h.	109
Figura 102	PPD na UNESP no dia 14 de fevereiro de 2012, às 9 h.	110
Figura 103	PPD na UNESP no dia 14 de fevereiro de 2012, às 15 h.	110
Figura 104	TMR no Centro no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.	112
Figura 105	TMR no Centro no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.	112
Figura 106	PMV no Centro no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.	113
Figura 107	PMV no Centro no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.	113

Figura 108	PPD no Centro no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.	114
Figura 109	PPD no Centro no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.	114
Figura 110	TMR na Vila Brasil no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.	115
Figura 111	TMR na Vila Brasil no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.	115
Figura 112	PMV na Vila Brasil no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.	116
Figura 113	PMV na Vila Brasil no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.	116
Figura 114	PPD na Vila Brasil no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.	117
Figura 115	PPD na Vila Brasil no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.	117
Figura 116	TMR na UNESP no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.	118
Figura 117	TMR na UNESP no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.	118
Figura 118	PMV na UNESP no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.	119
Figura 119	PMV na UNESP no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.	119
Figura 120	PPD na UNESP no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.	120
Figura 121	PPD na UNESP no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Localização dos pontos de coleta de dados e suas respectivas características.	23
Tabela 2	Classificação das velocidades do vento, segundo a Escala Beaufort.	25
Tabela 3	Classificação do Índice de Desconforto, segundo o laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER – IAG/USP).	27
Tabela 4	Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 9 h do dia 24 de janeiro de 2011.	46
Tabela 5	Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 15 h do dia 24 de janeiro de 2011.	48
Tabela 6	Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 21 h do dia 24 de janeiro de 2011.	50
Tabela 7	Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 9 h do dia 15 de julho de 2011.	54
Tabela 8	Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 15 h do dia 15 de julho de 2011.	56
Tabela 9	Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 21 h do dia 15 de julho de 2011.	58
Tabela 10	Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 9 h do dia 14 de fevereiro de 2012.	62
Tabela 11	Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 15 h do dia 14 de fevereiro de 2012.	64
Tabela 12	Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 21 h do dia 14 de fevereiro de 2012.	66
Tabela 13	Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 9 h do dia 9 de junho de 2012.	69
Tabela 14	Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 15 h do dia 9 de junho de 2012.	71
Tabela 15	Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 9 h do dia 21 de junho de 2012.	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASAS	Anticiclone Semipermanente do Atlântico Sul
CIAGRO	Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
CPTEC/INPE	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ID	Índice de Desconforto
PD	Plano Diretor
PET	<i>Physiological Equivalent Temperature</i>
PMV	<i>Predicted Mean Vote</i>
PPD	<i>Predicted Percentage of Dissatisfied</i>
SAE	Superintendência de Água e Esgoto de Ourinhos.
SET	<i>Standard Effective Temperature</i>
TE	Temperatura Efetiva
TMR	Temperatura Média Radiante
UTCI	<i>Universal Thermal Climate Index</i>
ZCOU	Zona de Convergência de Umidade

1 INTRODUÇÃO

Com o advento das revoluções tecnológicas, sobretudo aquelas associadas aos meios computacionais, as informações disseminam-se com maior velocidade no espaço. Este avanço social traz muitas vantagens, como a coleta e a disponibilização de variados tipos de dados, bem como a divulgação de resultados e conclusões acerca dos mesmos.

Uma vantagem importante diz respeito às atividades científicas, já que a produção em massa destas publicações permite compartilhar teorias e métodos entre as mais diferentes disciplinas, levando ao rompimento de certos entraves que as pesquisas isoladas apresentam.

Entretanto, pode-se notar que mesmo diante das vastas informações registradas e compartilhadas por diferentes atores envolvidos o atual conhecimento ainda se detém diante de barreiras que dificultam a compreensão global das relações que se dão entre processos físicos, biológicos e sociais, as quais ocorrem em diferentes escalas do espaço e do tempo.

A temática da mudança do clima, por exemplo, é uma área que, embora tenha se beneficiado com as novas ferramentas de compartilhamento do conhecimento, ainda tem se deparado com problemas no campo teórico e metodológico. Tais dificuldades têm contribuído substancialmente para impedir a almejada compreensão global dos processos que envolvem direta ou indiretamente a atmosfera.

As diferentes teorias e metodologias usadas para explicar seus fenômenos, independentemente de sua natureza, trazem embutidas as mais diferentes visões de como se comportam os mais variados e complexos elementos observados. Se por um lado tais divergências impelem as ciências para a busca de novos conhecimentos, por outro provoca disputas que dificultam a integração dos diferentes domínios dessa ciência. Assim, diminui-se a margem de erro na obtenção de resultados (KATES, 2000).

De acordo com Kates (2000), a integração entre escalas espaço-temporais é outro entrave para a compreensão global das relações físicas, biológicas e sociais, principalmente em relação aos estudos climáticos, pois em nível global os fenômenos meteorológicos podem ter diferentes respostas devido às particularidades geomorfológicas (nível regional) e/ou urbanas (nível local), por exemplo. Assim, a enorme gama de

possibilidades ajuda a aumentar as incertezas acerca de como, quando e onde determinados processos ocorrerão, provocando, conseqüentemente visões diferenciadas acerca de um mesmo fenômeno.

Além das dificuldades em se considerar os processos naturais em diferentes escalas do tempo e do espaço, também a inclusão das atividades antrópicas nos discursos teóricos e nas práticas metodológicas representam entraves para as ciências em geral (KATES, 2000). Isto se deve ao fato de que as diferentes sociedades respondem de diferentes maneiras a um mesmo acontecimento, dependendo de suas necessidades físicas e/ou culturais, de seu modelo econômico, bem como dos equipamentos tecnológicos de que dispõem.

É importante ressaltar que as persistentes barreiras teóricas, metodológicas e políticas, que ainda persistem, culminam na baixa previsibilidade de modelos climáticos, dificultando a elaboração de medidas que permitam a mitigação e/ou adaptação de possíveis impactos que tornam o meio físico suscetível e a sociedade vulnerável a determinados eventos climáticos.

Diante das atuais mudanças ambientais globais, uma provável mudança do clima pode tornar os países em desenvolvimento, principalmente os locais urbanos, ainda mais suscetíveis à ocorrência de desastres de natureza meteorológica (secas severas, ciclones tropicais intensos, fortes ondas de calor, entre outros), o que impulsiona os pesquisadores e técnicos envolvidos com a questão a buscarem melhores meios de previsão, bem como medidas de mitigação e adaptação, mediante possíveis impactos.

Independentemente da questão das mudanças climáticas, as cidades merecem especial atenção, já que a interação dos fatores meteorológicos se dá de forma diferente entre o sítio urbano e seu contorno.

A intensa impermeabilização do solo, a alteração do ciclo hidrológico, as mudanças no balanço de energia, entre outras modificações criadas pelas cidades, favorecem a condição de clima tipicamente urbano. Muitas vezes, esta situação implica, por exemplo, na criação de ilhas de calor, ambientes com baixa umidade do ar, ventos canalizados, bem como na ocorrência de desconforto térmico.

A cidade de Ourinhos (assim como muitas outras cidades brasileiras) apresenta características típicas que a torna suscetível à ocorrência de eventos climáticos extremos, decorrentes de seu histórico político de uso e ocupação da terra.

Este município, em específico, teve seu crescimento econômico associado a sua localização geográfica (bacia do Médio Paranapanema inserida no Planalto Ocidental Paulista) e aos seus fatores naturais (latossolo e clima de transição tropical e subtropical) e atualmente é considerado como o “portal” do comércio de São Paulo com outros estados brasileiros e com o MERCOSUL, por exemplo.

Diante do atual grau de urbanização (mais de 97,0 %, segundo dados da Prefeitura) mais as dinâmicas climáticas que aí ocorrem (intensos bloqueios, entrada de fortes frentes frias, entre outras) tem-se observado que, cada vez mais, esta população fica exposta a quadros de vulnerabilidade.

Também o modelo de estrutura urbana (geometria, forma e tipo de material) adotado no município de Ourinhos é ineficaz do ponto de vista dos parâmetros atmosféricos, já que é altamente propício a uma série de problemas para a sua população (que até 2011 somava 103.930 habitantes, dados da Prefeitura), como as recorrentes situações de desconforto térmico que aí ocorrem.

Destaca-se que a problemática relacionada ao desconforto térmico, tanto por frio quanto por calor, interfere diretamente na saúde humana (já que pode levar à morte em casos extremos), nos altos níveis de consumo de energia e até mesmo no baixo rendimento do trabalho humano.

O conforto térmico é de suma importância para o ser humano, sobretudo para aqueles que fazem constante uso do ambiente urbano, uma vez que reduz o risco de ocorrência de doenças cardiovasculares, possibilita a conservação de energia, bem como aumenta a qualidade de vida.

Sob o ângulo das variáveis climáticas a combinação da radiação, da temperatura, da umidade relativa ar e do vento (direção e velocidade) é de extrema importância para a ocorrência de conforto ou desconforto térmico, daí a necessidade em monitorá-los ou mesmo de simulá-los quando não disponíveis.

Diante do quadro apresentado para a realidade de Ourinhos, realizou-se a análise dos elementos envolvidos nesta problemática, considerando-se determinadas dinâmicas atmosféricas que ocorreram nos anos de 2011 e 2012.

Assim, no que tange especificamente a Climatologia, esta ciência tem o compromisso de, a partir dos conhecimentos próprios da Geografia, em conjunto com as demais ciências, conferir suporte as atividades de desenvolvimento da sociedade ao priorizar as temáticas relacionadas à atmosfera.

1.1 Hipótese

Busca-se comprovar que a associação dos parâmetros meteorológicos com a composição e disposição urbana e suas relações são os principais agentes causadores do desconforto térmico na população de Ourinhos, tal como se dá nas grandes metrópoles.

1.2 Objetivos da Pesquisa

O objetivo geral desta pesquisa foi pesquisar o clima urbano, do ponto de vista do conforto térmico, no município de Ourinhos.

Os objetivos específicos foram:

- a) analisar o comportamento temporal da precipitação pluvial e da temperatura do ar, durante o período de 2001 a 2012, com o intuito de verificar comportamentos meteorológicos padrões;
- b) entender como se dá a relação do comportamento espacial e temporal da temperatura, umidade relativa e vento (direção e velocidade) com os diferentes tipos de uso e ocupações presentes na área de estudo, considerando determinados episódios de 2011 e 2012;
- c) compreender como se estabelecem os principais quadros de desconforto térmico no município em relação as suas características urbanas e climáticas, tendo como referência os dados meteorológicos coletados entre os anos de 2011 e 2012;

- d) verificar se os atuais gestores políticos fazem uso dos conhecimentos climáticos na administração do espaço urbano e então oferecer subsídios ao planejamento ambiental e urbano.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Problemática do Clima Urbano.

Na atual formação socioeconômica observa-se a degradação das riquezas naturais com o intuito de fornecer uma infraestrutura que alimente constantemente o desenvolvimento da sociedade.

É neste processo que se percebe a reciprocidade estabelecida entre a sociedade e os diferentes sistemas da Terra (geosfera, atmosfera, biosfera, hidrosfera e criosfera), por intermédio das relações de trabalho no espaço, intensificada desde as primeiras formações urbanas.

A permanente e intensa alteração deste sistema por parte dos seres humanos têm causado o esgotamento de fontes de energia, o comprometimento dos recursos hídricos, o aumento da taxa de extinção de espécies e do desmatamento, entre outros tipos de degradação ambiental (PNUMA, 2012).

Ressalta-se que tais problemas são ainda mais evidentes nas grandes cidades devido à concentração de pessoas e suas atividades, onde há uma maior produção de resíduos. Assim, os sistemas da Terra muitas vezes têm sido encarados como “problemas ambientais”, embora sejam vitais para os processos bióticos e abióticos.

Neste contexto, tem-se observado que as atividades urbanas ao se expandirem exportam para as pequenas e médias cidades o modelo de vida sustentado no desenvolvimento econômico, sem levar em conta a relação dependente com o ambiente, de tal forma ao evidenciar a singularidade de diferentes espaços que, de acordo com a relação estabelecida entre sociedade e ambiente (portanto de acordo com a produção espacial, fixos e fluxos, de cada localidade), pode provocar alterações específicas nestes sistemas.

Com as crescentes taxas de urbanização, em se tratando mais especificamente do sistema climático, a verificação da ocorrência de problemas relacionados à atmosfera urbana tem cada vez mais colaborado para causar impactos negativos sobre seus subsistemas e seus respectivos canais de percepção (MONTEIRO, 1976), a saber:

- a) hidrometeorológico: impacto meteorológico;
- b) físico-químico: qualidade do ar;
- c) termodinâmico: conforto térmico.

Dentro do contexto abordado, entende-se que a natureza vem tornando-se cada vez mais posta a serviço do capital, de tal maneira a se verificar a segregação do espaço urbano também a partir do ponto de vista da Climatologia Urbana (SANT'ANNA NETO; AMORIM, 2009).

Um evento climático excepcional em um espaço urbano, por exemplo, tende a recair sobre os mais diversos setores da sociedade, embora seus impactos possam ocorrer com diferentes graus de intensidade de acordo com as características naturais da área atingida (solo exposto, sobretudo sobre relevos acidentados, por exemplo) e sociais (seja por falta de habitações adequadas, pela falta de planos de emergência ou outros fatores).

Segundo Castellano e Nunes (2009), os impactos advindos de um evento climático extremo, tal como a ocorrência de precipitação pluvial intensa numa área urbana, pode atingir a sociedade de diferentes formas, ao provocar inundações, escorregamentos de encostas, desabastecimento de água, entre outros.

Em muitos casos percebe-se que a posição econômica de classes sociais mais carentes impele estas pessoas a residirem em locais desvalorizados, uma vez que estes são, geralmente, suscetíveis à ocorrência de desastres naturais. Dependendo da estrutura do terreno, tal episódio pode levar a situação de movimentação ou escorregamento de terra, o que tende a provocar desde rachaduras nas casas até perda de vidas. Assim, nota-se claramente que tais catástrofes de natureza hidrometeorológica são também resultado da trajetória de segregação espacial.

Merece nota o fato de que, embora este tipo de evento climático não seja seletivo, ele tende a provocar maiores impactos em áreas naturalmente suscetíveis e em populações historicamente vulneráveis.

O exemplo de segregação espacial dado no caso de chuvas extremas (de ordem hidrometeorológica) pode ser ainda estendido para os casos de áreas onde há uma má qualidade do ar (de ordem físico-química) e também para aquelas que sofrem com as consequências do desconforto térmico (de ordem termodinâmica).

Ao tratar da qualidade do ar urbano e suas relações com a saúde, por exemplo, Grosso (2010) identificou três bairros com maior concentração de população que se internou devido a doenças do trato respiratório em Presidente Prudente. Em trabalho de

campo a estas localidades, a autora verificou que esta população está exposta a ambientes “favoráveis a riscos para o adoecimento por agravos respiratórios”: uma população, cuja situação econômica é inferior a dois salários mínimos, situada próxima de (a) indústrias altamente poluidoras, (b) lixão e/ou (c) encostas acentuadas, situação esta que favorece as bruscas mudanças de temperaturas.

Grosso (2010) destaca que a metodologia levou em consideração somente os dados de internação hospitalar fornecida pelo governo, os quais não contêm informações a respeito dos hospitais particulares (usados pela população de maior poder aquisitivo). Ainda assim, a análise realizada pela autora indica os diferentes níveis de vulnerabilidade social possíveis de estarem relacionados a estes ambientes urbanos.

Segundo Lima e Nery (2012) embora Ourinhos ainda não apresente níveis alarmantes de dióxido de carbono (CO₂) e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) o município tem características espaciais que podem futuramente vir a ocasionar problemas mais sérios a esta população, principalmente em bairros periféricos aos quais normalmente possuem baixa arborização e proximidades com movimentadas rodovias, ou seja, devido à estrutura urbana, que também inclui a existência de bairros situados em locais de difícil dispersão de poluentes atmosféricos.

A problemática do desconforto térmico (envolvendo as reações humanas ao frio e ao calor) envolvem também questões de bioclimatologia (saúde pública), de rendimento do trabalho humano, de consumo de energia e até mesmo de sociabilidade.

Ressalta-se que ondas de calor e de frio podem levar a ocorrência de mortes, conforme se nota constantemente em notícias veiculadas pela mídia: onda de frio deixou 14 mortos no Chile, no dia 05 de julho de 2012, quando os termômetros marcaram -4,0 °C (HOJE EM DIA, 2012). Por outro lado, no dia 24 de julho de 2012 a mídia noticiou:

A onda de calor que afeta várias regiões do Japão há uma semana, com temperaturas superiores a 35°C, provocou 13 mortes e levou cerca de 5,5 mil pessoas a hospitais, segundo a agência responsável pela gestão de desastres do país. A maior parte das internações envolve pessoas idosas. Do total, 45,9 % dos pacientes atendidos têm mais de 65 anos (CORREIO DO BRASIL, 2012).

No Japão as mortes devido ao calor intenso se deram principalmente entre os idosos, enquanto no Chile as vítimas das baixas temperaturas foram os moradores de rua, uma vez que os abrigos noturnos estiveram superlotados na ocasião. Segundo a imprensa veiculadora da notícia, o governo chileno “anunciou um plano de inverno por meio do qual aumentará *de 37 para 57 o número de abrigos para os cerca de 12.000 indigentes que vivem nas ruas em todo o país*” (grifo da autora).

Ao verificar a existência da relação de crises hipertensivas e determinados tipos de tempo (grandes amplitudes térmicas e dias com baixos valores de umidade relativa) no município de Santa Gertrudes (SP), Pitton e Domingues (2004) propuseram que:

Como alguns sintomas estão vinculados a mudanças do tempo e estes são previsíveis pelos Serviços de Meteorologia, dispondo de certo número de estudos regionais e locais que indicam a situação meteorológica determinante para o desenvolvimento de certas doenças, haveria a possibilidade de advertir a população e solicitar-lhe a tomar as devidas iniciativas e precauções.

Salienta-se que os serviços meteorológicos também poderiam ser aplicados para a prevenção de desgastes físicos decorrentes de determinadas combinações das variáveis climáticas – com destaque para os períodos de elevada temperatura e baixa umidade – durante as atividades diárias do ser humano, tanto àquelas que são realizadas ao ar livre (por atletas, carteiros, motoristas, recenseadores, entre outros), quanto àquelas atividades realizadas em ambientes internos (caso de edifícios expostos à intensa radiação solar).

Segundo Herrington “para o trabalho físico, o aumento da temperatura ambiente de 20 °C para 24 °C diminui o rendimento em 15 %”, enquanto “a 30 °C de temperatura ambiente, com umidade relativa 80 %, o rendimento cai 28 %”, dados que evidenciam a influência das condições térmicas e higrométricas sobre o desempenho humano (FROTA; SCHIFFER, 2003).

Nogueira, Durante e Nogueira (2005), em estudo de caso do conforto térmico em uma escola pública de Cuiabá (MT), observaram que até mesmo no período noturno a escola apresentou temperaturas elevadas, não atendendo as necessidades de conforto dos seus usuários. Diversos estudos brasileiros apresentam resultados semelhantes, os quais

demonstram que determinados espaços urbanos (como edifícios públicos e habitações populares) são relegados para segundo plano.

Sobre a questão da segregação urbana paulista e carioca a partir do sistema climático, Villaça (2011) ressaltou que:

Até o clima - que supostamente não seria obra dos homens - é mais ameno no Quadrante Sudoeste do que no restante da cidade. Isso se deve ao fato de essa região ter muito mais parques e ser muito mais arborizada do que o restante da cidade (como também da metrópole). No caso do Rio de Janeiro, o clima não é produzido (como em São Paulo), mas as camadas de mais alta renda sempre se apossaram das regiões ambientalmente mais favoráveis.

Mesmo quando há a possibilidade de trabalhar em ambientes climaticamente controlados, ainda existe a questão relacionada ao consumo de energia, já que este tende a ser cada vez maior em ambientes urbanos e ainda mais elevado quando em situações de altas temperaturas, como foi o caso do Rio Grande do Sul no dia 14 de dezembro de 2006:

O intenso calor desta quinta-feira determinou um novo recorde no consumo de energia no Rio Grande do Sul. O recorde de demanda instantânea foi registrado pela Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica (CEEE GT) às 15h08min de hoje. O novo recorde é 4.517 megawatts (MW) e foi registrado no momento em que a temperatura era de 37,2°C na sede da empresa na Avenida Ipiranga em Porto Alegre (NACHTIGALL, 2006).

Para Goulart (1993) os países pobres sofrem com os projetos de edificações que não consideram adequadamente os fatores ambientais, enquanto nos países ricos há um grande desperdício de energia para climatizar o ambiente interior mediante calefação e refrigeração artificiais.

Em 2006, Souza (2010a) observou um aumento de 8,5 % do consumo de energia elétrica à medida que ocorre um incremento de 1,0 °C na intensidade da ilha de calor no verão em Bauru (SP), por outro lado, há queda 12,0 % no consumo de energia elétrica em pontos sob a influência de ilhas de frescor, bem como verificou que a população de maior poder aquisitivo, na maioria das vezes, é o maior consumidor de energia elétrica.

O que indica que a população carente economicamente não dispõe de meios para condicionar ambientes internos.

Embora a temática do estresse térmico e da sociabilidade deva levar em conta diversos fatores (econômicos, culturais, psicológicos, entre outros), destaca-se que determinadas pesquisas científicas afirmam que condições climáticas específicas podem contribuir para a ocorrência de comportamentos violentos por parte dos seres humanos.

Em pesquisa desenvolvida no Belém do Pará sobre a relação da violência urbana com parâmetros meteorológicos, entre os anos de 1998 e 2007, Oliveira, Pereira e Ferreira (2011) concluíram que houve correlação positiva entre temperatura do ar e crime contra a pessoa.

Ainda em relação à temática “clima e criminalidade”, Mendonça (2001) discute que embora o determinismo natural não seja viável, não se pode desconsiderar totalmente a influência da natureza em relação às ações. Assim, ainda que a criminalidade esteja associada às condições sociais e econômicas, por exemplo, a temperatura desempenha um papel potencializador para a ocorrência da mesma (MENDONÇA, 2001).

Todas estas questões, relacionadas ao clima urbano e especificamente ao conforto térmico, estão sendo cada vez mais especializadas, reforçando-se a tese do papel da atual forma de produção do espaço na formação de segregações sociais, as quais são cada vez mais identificadas em cidades de diferentes portes.

Portanto, entende-se que:

Para alterar esta realidade é essencial que o planejamento urbano incorpore nas suas políticas os aspectos climáticos, dentre outras características ambientais, em relação à dinâmica social, de maneira a permitir o desenvolvimento econômico, sem que este seja priorizado, mas que antes, integre-se àqueles. Trabalhos científicos de diversas áreas do conhecimento procuram contribuir para a solução de diferentes problemas relacionados ao clima, no entanto estes esforços não contemplam de maneira interdisciplinar a componente climática, principalmente no que diz respeito à participação política (SOUZA, 2010b).

2.2 Problemática do Planejamento Urbano.

O atual discurso do Desenvolvimento Sustentável tem sido um exemplo típico da falta de planos, programas e projetos que consigam colocar em prática as políticas que promovam a integração entre meio ambiente e desenvolvimento econômico.

Efetivamente, poucos esforços têm sido realizados para reverter os atuais quadros de degradação do meio ambiente. Mesmo o município de Curitiba, do qual se vende a imagem de cidade modelo, apresenta problemas de desconforto por frio durante a maior parte do ano e com mais intensidade nos meses de inverno em determinadas áreas, de modo que tais locais ficam sujeitos a menor qualidade de vida, já que a estrutura e forma de ocupação e uso da terra priorizaram a presença do capital e não os aspectos ambientais, o que levou Dumke (2007) a questionar o modelo exemplar do planejamento urbano adotado.

A segregação espacial observada no caso de Curitiba não se restringe unicamente ao clima, exemplos outros também são verificados a partir da relação da sociedade paulista com o lixo doméstico (RODRIGUES, 2006), do acesso à água pela população de baixa renda às áreas de proteção de mananciais na grande São Paulo (FERRARA, 2011), dentre tantos outros exemplos.

Assim, é notável que a prioridade em obter vantagens individuais ao invés de sociais, sobretudo no âmbito econômico, tem acentuado as transferências espaciais (problemas criados em um lugar repercutem em outros) e temporais (relegados às gerações futuras) de nocivos ambientais, o que acentua as disparidades que rapidamente se cristalizam no território.

Entende-se que tais disparidades – embora mais evidentes em cidades de grande porte – também estão se reproduzindo nas pequenas e médias cidades. Como mostra o exemplo dado por Collischonn (2010) sobre a cidade de Venâncio Alves:

(...) se de um lado, é inegável que, de modo geral, se vive melhor hoje em pequenas cidades (...), de outro, a crescente degradação ambiental, a deterioração urbana e a priorização dos valores econômicos sobre os sociais têm aumentado as incertezas sobre a continuidade desses avanços, sobretudo em relação à questão da melhoria da qualidade de vida com mais justiça social.

Para Mendonça (2003), em relação às grandes cidades, as de pequeno e médio porte carecem de estudos que considerem suas dinâmicas climáticas, uma vez que estas têm apresentado problemas de ordem ambiental que são igualmente decorrentes do acelerado processo de crescimento urbano em conjunto com a falta de planejamento, mas que merecem atenção pelo fato de apresentarem condições mais favoráveis à implantação de projetos arquitetônicos que priorizem a vegetação enquanto fator climático.

Eliasson (2000) e Oke (1984, apud Alcoforado, 1999) discutiram que muitas vezes os planejadores urbanos não fazem uso dos conhecimentos climáticos porque não há uma articulação entre estes e os climatologistas na organização do espaço urbano, acarretando no baixo impacto das informações existentes.

Em relação ao planejamento das cidades brasileiras, Lamberts, Gomes e Gomes (2006) afirmaram que “A partir dos anos 1990, no Brasil, percebe-se que a questão ambiental começou a tomar posição de destaque”.

Contudo, o desafio é transformar os dados de clima urbano em critérios de ocupação, em índices urbanísticos, em dados para projetos dos espaços externos dos edifícios a fim de amenizar o rigor climático nas zonas tropicais como o Brasil. Oferecendo [*sic*] dessa forma, a oportunidade para que o conhecimento que vem sendo acumulado sobre o meio ambiente possa ser incorporado às legislações municipais (LAMBERTS; GOMES; GOMES, 2006).

Mesmo diante de aplicabilidade de instrumentos como o Estudo de Impacto de Vizinhança (presente no Estatuto da Cidade, Lei Federal 10.257, de 2001), no qual se observa a necessidade de elaboração de estudos sobre os impactos positivos e negativos do empreendimento em questão sobre a ventilação e iluminação, levando-se em conta a qualidade de vida da população residente nas proximidades, por exemplo, Lamberts, Gomes e Gomes (2006) consideram que informações dessa natureza têm sido negligenciadas ou pouco utilizadas no contexto da legislação urbanística.

Amorim (2010) observou que além de não considerar as condições climáticas locais, a ocupação colonial no Brasil “deixou como herança, técnicas de construção e desenho urbano adotado dos países europeus, além da estrutura arquitetônica vigente nos Estados Unidos e Europa”.

Sobre “esta tendência estética e técnica indisfarçável a igualar o mundo todo”, Monteiro (1976) afirmou “(...) ou essas edificações dispõem de uma tecnologia de conforto tão especializada a ponto de anular completamente a realidade climática, ou [*sic*] há lugares onde o grau de desconforto é enorme”.

Segundo Alcoforado (1999), o que se nota é que os imperativos econômicos são demasiadamente priorizados em relação à sociedade e ao meio ambiente, embora existam aplicações práticas acerca do conhecimento climático no meio urbano, sendo Brasília um exemplo de cidade projetada para suportar o clima quente e seco e Fermont (Canadá) uma cidade adaptada para o clima frio.

Trabalhos interdisciplinares em diversas cidades alemãs, por exemplo, produziram mapas climáticos que resultaram em normas para o planejamento (ALCOFORADO, 1999). Assis (2005) reforça que:

Enquanto *recurso*, o clima pode contribuir para uma maior utilização de fontes renováveis de energia no espaço urbano, tais como a solar e a eólica, bem como para a recarga dos aquíferos que abastecem a cidade. Os recursos climáticos locais também podem ser mobilizados para a adequação ambiental dos edifícios, tornando-os menos dependentes de energia operante, através do controle da acessibilidade ao sol e aos ventos e das trocas térmicas através das suas envoltórias. Enquanto *risco*, a consideração do clima pode ajudar a prevenir, através do planejamento e projeto urbano, os prejuízos materiais e sociais decorrentes de tempestades e enchentes que representam condições de curto período. Entretanto, as políticas contemporâneas que consideram a economia de energia como uma estratégia importante para diminuir a velocidade da mudança climática em escala mundial se restringem ainda, na maior parte dos países que as adotam, à escala dos edifícios, havendo muito poucas iniciativas no sentido de compreender o impacto da forma urbana na demanda de energia pelos edifícios, para a construção, para o transporte e outras funções urbanas.

Assis (2005) ainda ressaltou que, independentemente da divergência de opiniões sobre a possibilidade de ocorrer o aquecimento global, “os pesquisadores geralmente concordam sobre o impacto do ambiente construído no clima, pelo menos em nível local ou mesoclimático”.

Diante do exposto, coloca-se em evidência a necessidade dos municípios em incorporar no planejamento e gerenciamento do espaço urbano os conhecimentos

climáticos, o que permitiria avaliar os efeitos e consequências (benéficos ou maléficos) de mudanças a serem realizadas. Enfim, de modo a aproximar as políticas de integração entre meio ambiente e desenvolvimento econômico.

2.3 O Modelo Microclimático Tridimensional *ENVI-met*.

A construção de modelos microclimáticos (*SOLWEIG*, *RayMan*, *TVM*, *Munich Energy Balance for Individuals*, *UBILKLIM*, *ENVI-met*, entre outros) tem sido constantemente desenvolvidos, o que possibilita pesquisar e compreender o comportamento de diversos parâmetros meteorológicos em relação à superfície urbana.

Por suas diversas possibilidades de estudo, o modelo microclimático tridimensional *ENVI-met* tem sido amplamente aplicado nos campos da climatologia, do planejamento urbano, da arquitetura e do *design* de construções (HUTTNER; BRUSE, 2009), pois diante do atual grau de urbanização presenciado nas últimas décadas, tem-se questionado muito sobre o impacto das cidades no clima e vice-versa. De acordo com Bruse (2009a):

A construção de casas e pavimentações de superfícies muda significativamente as condições ambientais das áreas urbanas, levantando questões de como o ambiente urbano pode ser projetado para oferecer melhores condições climáticas para os seus cidadãos. Mas não somente condições climáticas regionais extremas como as de desertos - que são ambientes hostis -, mas um projeto urbano ruim também pode gerar condições locais desagradáveis. Bem se sabe que os efeitos de tais projetos são: rajadas de vento causadas por correntes que se formam entre *canyons* urbanos, a acumulação da poluição do ar ou o desconforto térmico em ambientes exteriores. Planejadores e arquitetos que desejam manter ou aumentar a qualidade de áreas urbanas devem estar cientes de que o microclima urbano é um sistema extremamente complexo, que consiste de muitos ciclos de retroalimentação e de muitas relações não lineares entre os diferentes elementos naturais e artificiais (tradução livre).

Barbosa, Drach e Corbella (2010), ao discutirem modelos de cidades compactas ou espraiadas, consideraram que “as características climáticas são determinantes para definir a localização da urbe e o contexto urbano, portanto devem ser consideradas antes de se realizar proposições de projetos urbanos de densificação ou espraiamento”. Entretanto, dado que a maioria da população mundial já vive em cidades, as informações climáticas

dentro do contexto urbano deveriam ser usadas para projetar futuras mudanças nestes espaços.

A simulação computacional pode atuar como uma aliada, complementando informações e permitindo que futuras intervenções possam ser testadas antes de serem colocadas em prática. A possibilidade de avaliar previamente permite a redução de custos, uma vez que as configurações que atendem a uma maior adequação do projeto ao sítio podem ser selecionadas (BARBOSA; DRACH; CORBELLA, 2010).

Huttner, Bruse e Dostal (2008), por exemplo, mostraram resultados que podem ser aplicados na prática a partir das simulações projetadas pelo *ENVI-met* ao simular o impacto do aquecimento global no microclima em cidades da Europa Central, as quais são constantemente afetadas por longas e intensas ondas de calor. Entre outras afirmações, os autores concluíram que “Em toda a área do modelo, para o período simulado, o estresse térmico aumentou significativamente” (tradução livre).

Já na pesquisa desenvolvida por Carfan (2011), o *ENVI-met* mostrou marcada correlação existente entre o conforto térmico humano e a parte física da cidade de Ourinhos. Entretanto, a proposta de alterações (a troca de uma área predial por um parque urbano) que mitigassem o estresse térmico devido ao calor em toda a quadra central da cidade não foi suficiente. Os resultados apresentados indicam a necessidade de aprofundar mais a questão do impacto da vegetação sobre o conforto térmico em áreas abertas, uma vez que os pedestres necessitam realizar constantes deslocamentos por este local em suas rotinas.

Ao estudar especificamente o efeito da vegetação sobre o microclima e o conforto térmico, Oke (1989) *apud* Spangenberg et al. (2008) ponderou que:

Entre outros fatores, os efeitos da vegetação no microclima dependem do tamanho da área vegetada. Embora o efeito de resfriamento na temperatura do ar seja limitado para uma única árvore ou por um pequeno grupo de árvores em uma rua (Oke, 1989), áreas de maiores dimensões, tais como os parques, podem ter um significativo efeito de resfriamento (Yu; Hien, 2006). A evapotranspiração de áreas vegetadas é altamente dependente da umidade do solo; para solos secos, comuns em áreas urbanas devido à impermeabilização do terreno, o resfriamento por evapotranspiração pode ser limitado (tradução livre).

Ainda sobre a questão da vegetação, Souza e Faria (2010) consideraram que “Embora a vegetação cause o resfriamento pelo processo de evapotranspiração, quando mal inseridas no local, formam barreiras vegetais, comprometendo a circulação de ar (...)”.

Tais estudos, entre outros, tem reforçado que o uso do modelo *ENVI-met*, por meio de um diálogo entre climatologistas e planejadores, pode justamente evitar riscos, como discutido por Assis (2005) anteriormente.

O *ENVI-met* oferece também a possibilidade de trabalhar em conjunto com outros programas, como o *BOTworld*, o qual simula o conforto térmico ao nível dos pedestres (criados virtualmente). Este oferece a possibilidade de avaliar a temperatura do corpo dos transeuntes, a temperatura da pele dos mesmos e a opinião deles em relação ao seu estado interno e a situação do ambiente, bem como relacionar tais dados às informações meteorológicas simuladas em determinados trajetos. Desta maneira, a associação de ambos os modelos auxilia a compreender o comportamento e preferência do pedestre em relação aos parâmetros que se pretende analisar (NAKATA; SOUZA; FARIA, 2010).

A radiação, por exemplo, é um importante parâmetro meteorológico a ser considerado, pois é o principal mecanismo de transmissão de calor, de forma tal que as temperaturas registradas em um ponto qualquer da Terra dependerão, em primeiro lugar, do balanço de radiação nesse ponto. Esta energia é transmitida até a Terra na forma de ondas eletromagnéticas. O saldo de radiação vai determinar a quantidade de energia disponível no meio e que será utilizada em diversos processos como, por exemplo, na transmissão de calor por convecção, advecção e evaporação (SOUZA; CARFAN; NERY, 2012).

Segundo Kántor e Unger (2011) “A temperatura média radiante é um dos fatores chaves que governam o conforto térmico em ambientes urbanos e devido à complexidade radiante da geometria das cidades, este é também o parâmetro de entrada mais difícil para o cálculo dos índices de conforto” (tradução livre).

A temperatura média radiante (TMR) é um parâmetro básico para o estudo bioclimático, já que muitos índices de conforto térmico, como o Voto Médio Predito (PMV, sigla em inglês para *Predicted Mean Vote*, o qual está associado ao índice Percentual de Pessoas Insatisfeitas - PPD, sigla para *Predicted Percentage of Dissatisfied*),

Temperatura Fisiológica Equivalente (PET - *Physiological Equivalent Temperature*), Temperatura Efetiva Padrão (SET - *Standard Effective Temperature*) e Índice Termoclimático Universal (UTCI - *Universal Thermal Climate Index*) se dão a partir desta variável (KÁNTOR; UNGER, 2011).

Diversos estudos desenvolvidos em vários países e com diferentes enfoques têm mostrado que o uso do modelo microclimático tridimensional *ENVI-met* é uma ferramenta que tem simulado com certa precisão os dados coletados em campo, demonstrando ser este uma ótima ferramenta para análise climática do ambiente urbano.

Atenta-se para o fato de que a ciência ainda tem grandes dificuldades em incorporar a interação entre componentes físicos e sociais (NUNES, 2006). Tal problema reduz a margem de segurança dos dados de saída do modelo, ainda que os modelos climáticos tenham apresentado resultados que correspondem satisfatoriamente aos parâmetros reais.

Contudo, dado que o ambiente tem se tornado um importante indicador de desenvolvimento social (FOLHA, 2012), a sociedade tem mostrado cada vez mais interesse no desenvolvimento de tais ferramentas.

Neste ínterim, a integração entre planejadores urbanos e climatologistas, sobretudo diante da disponibilidade e aperfeiçoamento destas ferramentas de análise, pode ajudar a promover as melhorias necessárias, consequentemente garantir melhores condições de conforto térmico no ambiente urbano, redução do consumo de energia, bem como menores gastos com o setor da saúde pública.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A princípio foram realizadas entrevistas junto ao poder público para verificar a aplicação das informações climáticas ao planejamento do ambiente urbano ourinhense. Também foram selecionadas as seguintes variáveis meteorológicas: precipitação pluvial, temperatura do ar, umidade relativa e vento (direção e velocidade), bem como a TMR e os índices PMV e PPD. Entende-se que tais dados permitem compreender parte da problemática do clima urbano de Ourinhos, mais especificamente em relação ao desconforto térmico.

O desenvolvimento desta pesquisa foi realizado com base em constante revisão da bibliografia pertinente, bem como foram utilizadas como suporte à análise: imagens de satélites, boletins sinóticos e sínteses sinóticas, divulgadas constantemente pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

3.1 Metodologia usada para a análise das entrevistas.

Entrevistas junto ao poder público foram aplicadas no mês de outubro de 2011, cujo conteúdo pretendeu verificar se há uso das informações climáticas no planejamento urbano e ambiental no município de Ourinhos.

As questões versaram em torno do nível de envolvimento no Plano Diretor (PD) de Ourinhos, o nível de conhecimento acerca dos processos climáticos, acesso às informações climáticas que predominam em nível local, se tais dados são usados no planejamento do município, quais as motivações e/ou barreiras quanto à aplicabilidade destas e sobre a importância dada às informações climáticas nas atuais tomadas de decisões (Anexo 1).

Para a realização das entrevistas procurou-se selecionar diferentes agentes que trabalham direta ou indiretamente com as informações climáticas, em nível local. Inicialmente entrou-se em contato com oito pessoas (com diferentes níveis de participação no poder público), as quais poderiam contribuir para entender estas questões dentro do contexto urbano de Ourinhos. Entretanto, uma pessoa não foi encontrada e outra não aceitou participar da entrevista.

Também foi analisado o PD do município de Ourinhos para verificar o conteúdo do mesmo a respeito desta temática. De forma geral, o questionário pretendeu verificar como as informações climáticas são usadas na organização territorial, cujas respostas sofreram análises qualitativas.

3.2 Metodologia usada para a análise da evolução temporal e das anomalias de precipitação pluvial e temperatura do ar.

Os dados de precipitação pluvial e temperatura do ar (máximas e mínimas) foram coletados junto ao *site* do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO).

Esta base de dados obtida compreende o período de 2001 a 2012. Esta foi trabalhada no aplicativo *Excel*, o qual possibilitou a construção de gráficos que auxiliaram a interpretação e a análise dos totais de precipitação pluvial, das temperaturas médias (Anexo 2) e das anomalias destes parâmetros (Anexos 3 e 4) no município de Ourinhos.

O gráfico de evolução temporal da chuva e das temperaturas (máxima, média e mínima) foi construído a partir das médias mensais, enquanto os gráficos de anomalias foram confeccionados a partir das diferenças entre o valor médio de cada ano destas variáveis e o valor médio de todo o período.

3.3 Metodologia usada para a análise da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e vento (direção e velocidade).

Os dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar, bem como a direção e velocidade do vento, foram coletados a partir de nove estações automáticas Campbell, situadas em diferentes pontos do município de Ourinhos (Tabela 1, Figura 1 e Anexo 5).

Tabela 1 - Localização dos pontos de coleta de dados e suas respectivas características.

Ponto de Coleta	Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)	Altitude (metros)	Descrição dos Pontos de Coleta de dados em Ourinhos
Aeroporto (Aero)	22° 58'	49° 55'	476,0	Relativamente afastado do centro e de outros bairros. Região descampada, propícia a ocorrência de ventos intensos pela baixa rugosidade.
Condomínio (Cond)	23° 03'	49° 52'	445,0	Zona rural, baixa densidade de construções, vegetação esparsa, próxima ao rio Paranapanema.
Córrego Fundo (CF)	22° 52'	49° 52'	447,0	Área tipicamente rural, com resquícios de mata nativa e plantações de soja ou de milho.
Fazenda Santa Maria (FSM)	23° 01'	49° 53'	445,0	Em contato com bairros de significativa densidade habitacional e uma zona de reserva da mata nativa, propiciando a variação dos elementos meteorológicos.
Ribeirão Grande (RG)	22° 52'	49° 50'	426,0	Área afastada do perímetro urbano, com índice de arborização elevado e presença hídrica em sua proximidade.
Superintendência de Água e Esgoto - Central (Centro)	22° 59'	49° 52'	496,0	O Centro é o ponto mais elevado do município, intensamente urbanizado, com vegetação esparsa, edificações de um e dois pavimentos, prédios isolados com mais de sete pavimentos entre pequenas propriedades e ruas que apresentam, de modo geral, baixo índice de escoamento de águas pluviais.
Superintendência de Água e Esgoto - Vila Brasil (VB)	22° 57'	49° 52'	415,0	Ponto mais baixo do município, próximo a um importante corpo d'água (rio Pardo) e de um bairro periférico da cidade com significativa densidade habitacional (Vila Brasil).
UNESP (UNE)	22° 59'	49° 55'	448,0	Área localizada no meio de uma plantação de eucalipto.
UNIMED (UNI)	22° 58'	49° 53'	422,0	Junto ao córrego Chumbeadinha e de uma plantação de eucalipto, com características urbanas (bairros populares, um condomínio fechado e uma área comercial periférica).

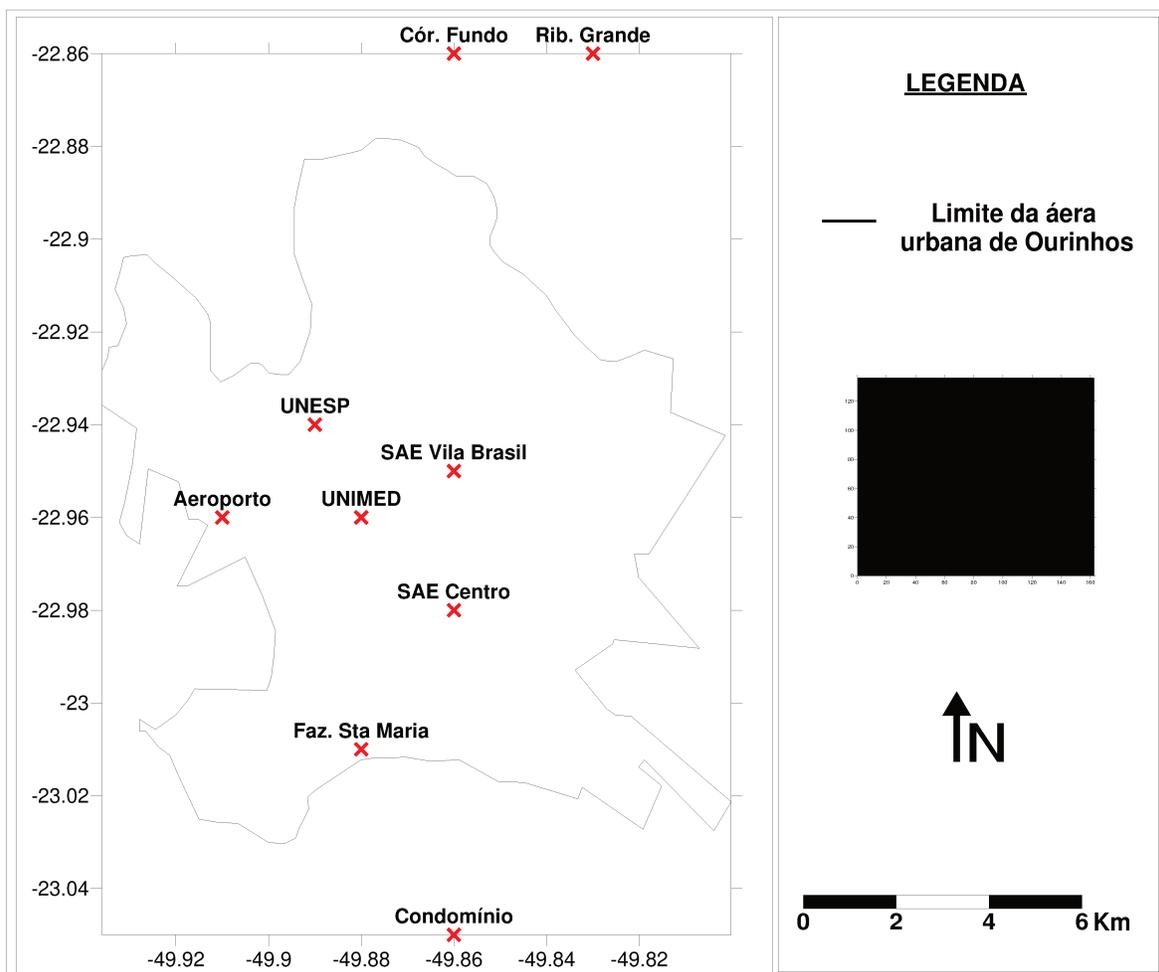


Figura 3 - Pontos de coleta dos dados dentro e fora do limite urbano de Ourinhos.

As variáveis selecionadas para análises compreendem os seguintes horários: 9, 15 e 21 h. Foram escolhidas situações específicas para cada mês dos anos de 2011 e 2012. Dos dados analisados, foram selecionados para discussão dois dias específicos de verão e dois de inverno referentes aos anos de 2011 e 2012, os quais representaram as dinâmicas que costumam ocorrer na área de estudo. Os dias 24 de janeiro e 15 de julho de 2011 e os dias 14 de fevereiro e 9 de junho de 2012 foram escolhidos por apresentar diferentes condições sinóticas, conseqüentemente serem capazes de promover diferentes sensações térmicas.

Tais dados climáticos mostraram diferentes configurações espaciais e temporais, sendo de suma importância estudá-los, a fim de compreender suas variabilidades e seus efeitos sobre a sensação térmica.

Os dados de temperatura e umidade relativa foram tabelados em planilhas eletrônicas do *Excel* e mapeados no *software Surfer 8*, usando-se a técnica de interpolação por *krigagem*, já que este método representa a espacialização dos dados meteorológicos com adequabilidade (FARIA et al., 2008; BRUNELLI, REBONATTO, 2007; MARCUZZO, CARDOSO, MELLO, 2010). Destaca-se que a espacialização dos dados foi útil, na medida em que auxilia na visualização dos resultados e nas discussões.

Ressalta-se que devido a alguns problemas, ora técnicos (como o ocorrido no sensor de umidade da estação do Centro), ora na baixa capacidade de armazenagem das estações, alguns dados ficaram impossibilitados de serem considerados na discussão dos resultados.

Além da questão do conforto térmico, a direção e velocidade do vento, sobre o meio urbano, afeta a dispersão de poluentes, sobretudo em situações atmosféricas estáveis. Assim, foi imprescindível considerar a classificação da velocidade do vento de acordo com a escala Beaufort (Tabela 2).

Tabela 2 - Classificação das velocidades do vento, segundo a Escala Beaufort.

Força	Designação	Metros por segundo (m/s)	Influência em terra
0	Calmaria (ventos calmos)	0,0 - 0,5	A fumaça sobe verticalmente.
1	Aragem (brisa branda)	0,6 - 1,7	A direção da brisa branda é indicada pela fumaça, mas a grimpa ainda não reage.
2	Brisa leve	1,8 - 3,3	Sente-se o vento no rosto, movem-se as folhas das árvores e a grimpa começa a funcionar.
3	Brisa fraca	3,4 - 5,2	As folhas das árvores se agitam e as bandeiras se desfraldam.
4	Brisa moderada	5,3 - 7,4	Poeira e pequenos papéis soltos são levantados. Movem-se os galhos das árvores.
5	Brisa forte	7,5 - 9,8	Movem-se as pequenas árvores. Nos a água começa a ondular.
6	Vento fresco	9,9 - 12,4	Assobios na fiação aérea. Movem-se os maiores galhos das árvores. Guarda-chuva usado com dificuldade.

Fonte: Universidade Federal do Rio de Janeiro (s.d.), modificado pela autora.

3.4 Metodologia usada para a análise do Índice de Desconforto.

Diante das diversas técnicas existentes para analisar o conforto térmico foi utilizada a equação Índice de Desconforto (equação 1), proposta por Giles, Balafoutis e Maheras (1990), adaptada de Thom (1959), pois a mesma oferece a oportunidade de obter resultados a partir de duas variáveis meteorológicas fáceis de serem coletadas: temperatura e umidade relativa do ar.

$$ID = T - 0,55 (1 - 0,01UR) (T - 14,5) \quad (1)$$

Sendo que *ID* é o Índice de Desconforto (em °C), *T* é a temperatura do ar (dado em °C) e *UR* é a umidade relativa do ar (em %).

A classificação do ID proposta por Giles, Balafoutis e Maheras (1990), não se aplica a esta pesquisa, uma vez que não corresponde às preferências térmicas de populações aclimatadas em regiões tropicais. Assim, optou-se por avaliar o ID a partir da classificação que o laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER - IAG/USP) trabalha para prever a Temperatura Efetiva (TE) em grande parte território brasileiro (Tabela 3).

Na Tabela 3 é possível observar que cada faixa de TE ou ID corresponde a uma sensação térmica e ao respectivo grau de estresse fisiológico sobre o ser humano. Esta classificação considera como termicamente confortável o intervalo entre 22,0 e 25,0 °C. Por outro lado, valores abaixo de 22,0 °C correspondem a sensações que variam de ligeiramente fresco a muito frio e acima de 25,0 °C variam de ligeiramente quente a muito quente, ou seja, representam situações de desconforto térmico.

Tabela 3 - Classificação do Índice de Desconforto, segundo o laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER - IAG/USP).

TE/ID (°C)	Sensação Térmica	Grau de estresse fisiológico
< 05	Muito Frio	Extremo estresse ao frio
05 10	Frio	Extremo estresse ao frio
10 13	Moderadamente Frio	Tiritar
13 16	Ligeiramente Frio	Resfriamento do corpo
16 19	Pouco Frio	Ligeiro resfriamento do corpo
19 22	Ligeiramente Fresco	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 termoregulação

Fonte: Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER - IAG/USP).

A equação e a classificação usadas nesta pesquisa devem ser consideradas como valores de referência, tendo como base os parâmetros meteorológicos temperatura e a umidade relativa, somente. Faz-se necessário reforçar que estas sensações podem mudar dependendo das variáveis individuais, como idade, sexo, hábitos alimentares e atividades exercidas.

3.5 Metodologia para a análise da TMR, do PMV e do PPD.

O *ENVI-met* é um modelo microclimático tridimensional não hidrostático, cuja resolução varia de 0,5 a 10,0 m. Este tem por objetivo simular as diversas interações entre os sistemas superfície, vegetação e atmosfera de uma área urbana, numa altitude de até 2.500 m (BRUSE, 2004).

A estrutura do modelo *ENVI-met* versão 3.1 (Figura 2) permite visualizar como é definida a edição dos dados de entrada (ou *input folder*) e de saída (*output folder*) do local que se pretende simular as condições microclimáticas.

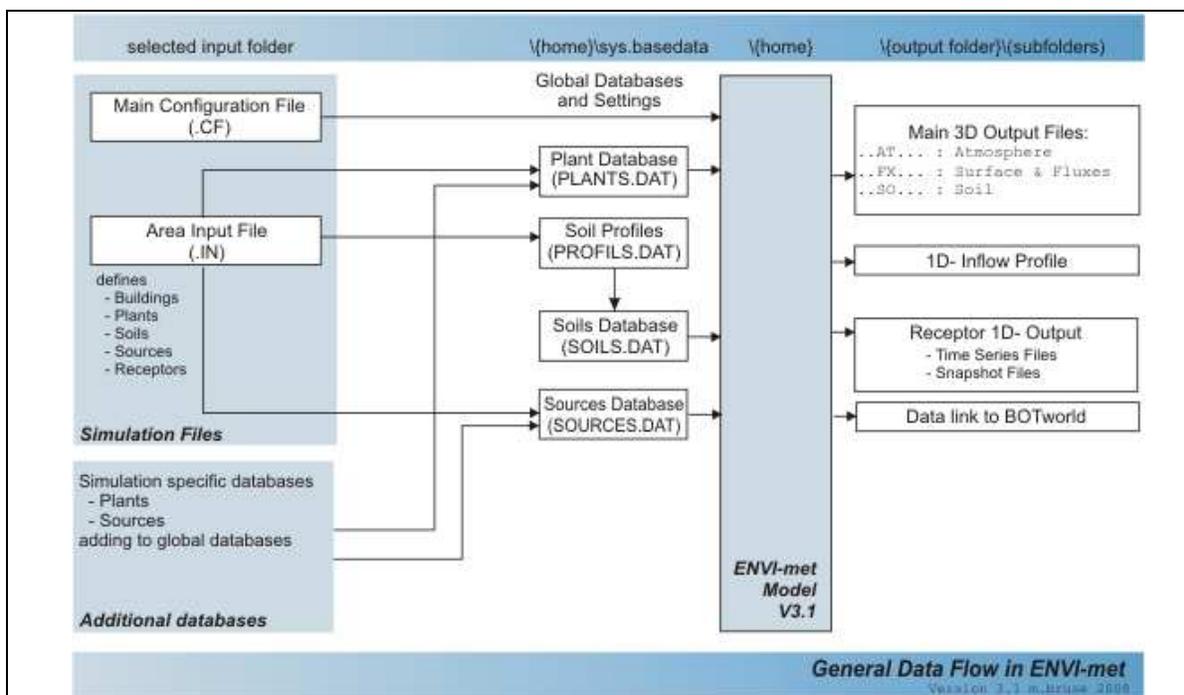


Figura 2 - Estrutura do modelo *ENVI-met*.

Fonte: [www.envi-met](http://www.envi-met.com).

O programa exige dois arquivos de entrada, os quais se referem à planta baixa do terreno (*Area Input File [.IN]*) e às configurações climáticas (*Main Configuration File [.CF]*).

No primeiro arquivo são editadas as características do local a ser simulado: o tipo de solo, a localização e a orientação geográfica da área de estudo, a estrutura das construções e de vegetações, bem como a posição dos receptores, sendo que esta última característica define a posição dos dados climáticos iniciais, bem como oferece a possibilidade de realizar estudos detalhados em um ou mais pontos específicos dentro da área de estudo. Tais dados podem ser inseridos a partir de um banco de dados fornecido pelo próprio modelo.

No segundo arquivo faz-se necessário incluir as informações meteorológicas referentes à inicialização da simulação; para tanto se faz necessário inserir o nome do arquivo da planta baixa que estará associado à simulação, a data e a hora, a direção e a velocidade do vento, a temperatura do ar, a umidade específica (a 2.500 metros de altitude – valor médio da camada limite urbana), a umidade relativa (a 2,0 metros de altura), entre

outros dados opcionais (quantidade de nuvens presentes, se o PMV deverá ser calculado e outros). O modelo permite também definir o total de horas a ser simulada e o tempo (em minutos) que o modelo salvará os cálculos realizados. Os dados de configuração climática analisados nesta pesquisa podem ser consultados no Anexo 6.

Durante a simulação, o sistema solo do *ENVI-met* leva em consideração os cálculos de temperatura e fluxo de água e quando este inclui corpos hídricos o modelo considera também a transmissão e a absorção da radiação de ondas curtas dentro da água (BRUSE, 2009a).

O sistema vegetação tem seus próprios cálculos para o balanço de energia da superfície das folhas, para o fluxo de turbulência de calor e de vapor e para os fluxos radioativos (BRUSE, 2009a).

Dentro do sistema atmosfera são considerados os cálculos de fluxos de vento, a partir dos quais também é calculada a advecção e difusão da temperatura e umidade; neste sistema é considerada também a turbulência. Todas as rotinas numéricas realizam a simulação do clima da área do modelo (BRUSE, 2009a).

Os dados de saída permitem realizar diversas consultas, como a temperatura média radiante, fluxos de calor latente e de calor sensível, o perfil vertical da velocidade, índices de conforto, entre outros dados, os quais muitas vezes não estão disponíveis *in loco*.

Os resultados da simulação realizada ainda possibilitam analisar a relação dos dados meteorológicos com o ambiente urbano, servindo de apoio aos cientistas que direta ou indiretamente estão envolvidos no planejamento e gerenciamento do espaço urbano.

Para esta pesquisa, as simulações no *ENVI-met* levaram em consideração as mesmas datas selecionadas para discutir as variáveis meteorológicas de episódios específicos de 2011 e 2012 (considerando os seguintes horários: 9 e 15 h), o que permitiu explorar a TMR, PMV e PPD (variáveis calculadas pelo próprio modelo) em um nível mais detalhado, já que tais parâmetros ajudam a estimar a sensação térmica ambiental.

Foram eleitas como áreas de interesse para este estudo o entorno das estações localizadas no Centro de Ourinhos, na Vila Brasil e na UNESP. Carfan (2011), ao estudar estas, classificou-as como urbano denso, urbano permeável e expansão urbana.

As Figuras 3, 4 e 5 representam o uso da terra das áreas de estudo. As células em branco, ao redor do núcleo do modelo, representam a área de contorno. Esta configuração é extremamente importante, pois permite mover as bordas do modelo a partir da área de interesse e minimizar efeitos indesejáveis, ou seja, os erros durante a simulação.

Na Figura 3 é possível visualizar as três dimensões da planta baixa da área central de Ourinhos. Em preto está representado o asfalto, em cinza escuro a calçada e em cinza claro as edificações. O solo exposto está em marrom. Os tons de verde representam a vegetação, sendo que em verde claro está representada a parte gramada (densidade média e 50,0 cm de altura) e em verde escuro estão representadas as árvores (muito densa e com 15,0 m de altura). O ponto em vermelho identifica a localização da estação meteorológica, a 6,0 m de altura a partir do solo, aproximadamente.

Juntas, as dez quadras que estão no entorno da estação meteorológica do Centro têm 360,0 m x 330,0 m, sendo que em cada lado da célula da grade mede 5,0 m do terreno real. A maioria dos prédios apresenta 5,0 m de altura, sendo que o mais alto tem 45,0 m de altura. Os prédios estão orientados a 346,0°.

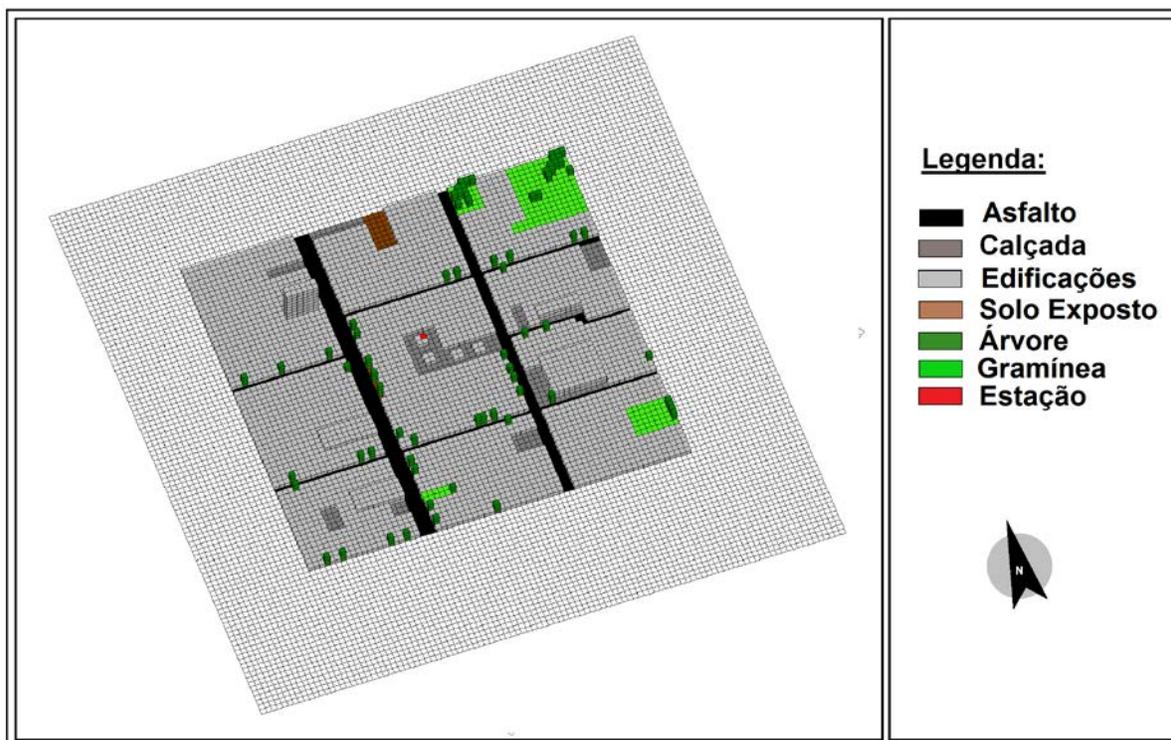


Figura 3 - Planta baixa da região central do município de Ourinhos.

Na Figura 4 tem-se a representação das três dimensões da Vila Brasil, a qual é composta, em cinza escuro, por calçadas e, em cinza claro, por edificações.

Os prédios possuem de 3,0 a 11,0 m de altura e a escala usada para as simulações equivale a 2,0 m, totalizando os valores reais de 143,0 m x 84,0 m.

O solo exposto é representado pela cor marrom, as árvores (densas, com 10,0 m de altura e copa com distintas camadas) estão em verde escuro, a grama (densa e com média de 50,0 cm de altura) está em verde claro e a água está em azul.

A estação meteorológica é visualizada pelo ponto em vermelho, a cerca de 12,0 metros de altura. Os prédios estão orientados a 0,0°.

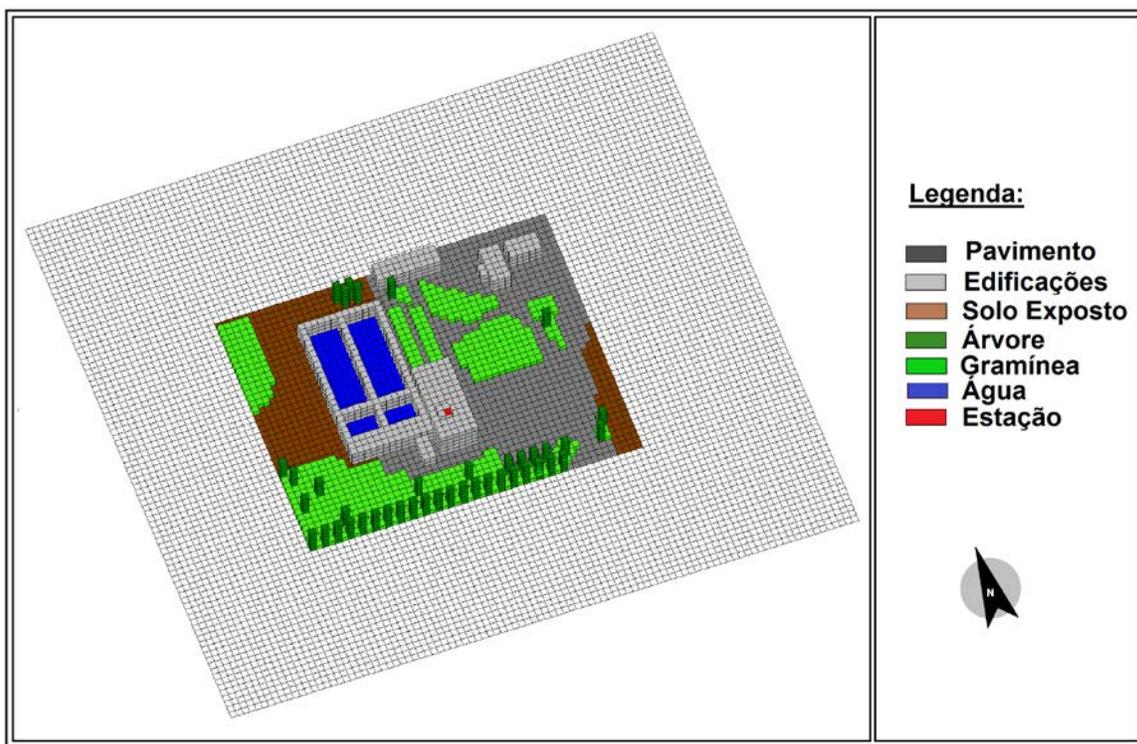


Figura 4 - Planta Baixa da Vila Brasil, Ourinhos.

Na Figura 5 visualiza-se a área da UNESP em 3D. A calçada é representada pelo cinza escuro e a edificação (de 10,0 m x 60,0 m x 5m) está em cinza claro.

O solo exposto está identificado pela cor marrom e a cor verde identifica a grama densa (50,0 cm de altura, aproximadamente).

A estação automática é representada pelo ponto em vermelho (a 1,5 de altura).

A área total é de 60,0 m x 140,0 m, sendo que cada lado da célula representa 2,0 m do terreno real. O prédio está orientado a 300,0°.

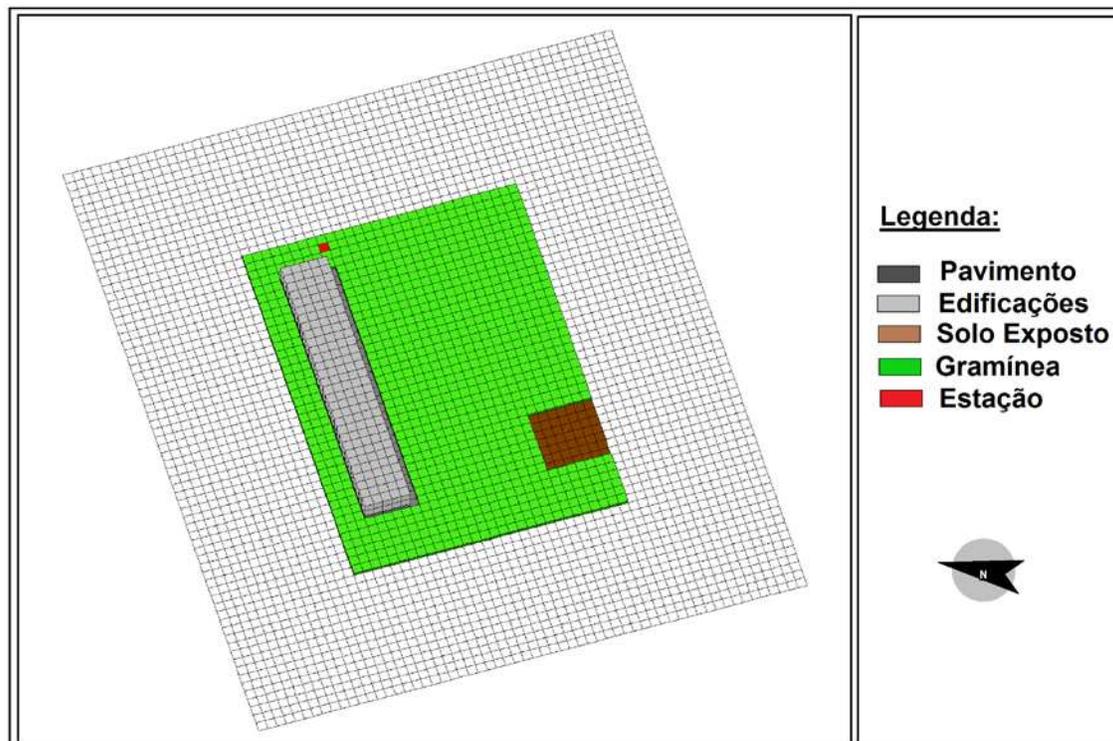


Figura 5 - Planta Baixa da UNESP de Ourinhos.

Uma vez rodado os modelos, foram elaborados os gráficos para comparar visualmente a evolução horária dos dados reais com os dados simulados pelo *ENVI-met*. Contudo, com o intuito de assegurar que os dados discutidos oferecem ampla margem de segurança foram feitos os cálculos do coeficiente de determinação (R^2), o qual explica a relação matemática existente entre a variável medida e a simulada e os gráficos de dispersão, os quais fornecem a representação gráfica do comportamento do coeficiente de determinação. Nesta etapa foi escolhido como ferramenta de suporte o aplicativo *Excel*.

Conferido que as simulações apresentaram resultados satisfatórios, fez-se uso do aplicativo gráfico *Leonardo* (fornecido juntamente com o modelo *ENVI-met*) para espacializar os resultados da TMR, do PMV e do PPD nas áreas em questão.

A variável TMR é entendida como as trocas de radiação de ondas curtas e longas, tanto direta quanto refletida entre elementos de um mesmo ambiente. Para Carfan,

Galvani e Nery (2010), esta variável é importante do ponto de vista do conforto térmico, já que o indivíduo diretamente exposto à radiação solar pode estar sujeito a um valor muito superior à temperatura do ar daquele ambiente, sobretudo em ambientes com presença de asfalto ou concreto, ou seja, ambientes tipicamente urbanizados.

Evidencia-se que para ser considerada pela maior parte da população como estando dentro da faixa de conforto a temperatura média radiante deverá estar entre 10,0 e 40,0 °C (ISO 7730/1994).

Já o PMV, como descrito por Bruse (2009a), “refere-se ao equilíbrio de energia do corpo humano em relação ao sentimento pessoal dos indivíduos expostos a determinados climas” (tradução livre).

A equação do PMV necessita dos dados de temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento, temperatura média radiante, taxa metabólica e resistência térmica do tipo de vestimenta dos indivíduos (FANGER, 1972). Observa-se que para os dois últimos itens a presente pesquisa considerou como padrão os respectivos valores: 116 kcal/h/m² (corresponde a um caminha leve) e 0,5 *clo* (equivalente ao uso de calça e camisa).

O índice PMV, desenvolvido por Fanger (1972) sob condições climáticas controladas (câmaras climatizadas) e adaptado para áreas externas por Jendritzky (1993), varia de -3,0 (muito frio) a +3,0 (muito quente), podendo atingir valores menores ou maiores. Para ser considerado um ambiente confortável é recomendável que o PMV esteja entre -0,5 e + 0,5, enquanto o PPD (que está diretamente associado ao PMV) deva estar abaixo de 10,0 % (ISO 7730/1994).

Fanger (1972) em sua pesquisa salientou que, dentro de uma determinada faixa de sensação térmica, o PPD expressa a magnitude de pessoas insatisfeitas e destaca que em um grupo de pessoas (com vestimentas similares e desenvolvendo as mesmas atividades), sob condições climáticas uniformes, sempre haverá um mínimo de 5,0 % de pessoas termicamente insatisfeitas, dado que, mesmo considerando um ambiente com condições climáticas padrões, as pessoas, ainda assim, apresentam metabolismos diferentes, por exemplo.

Pela Figura 6 é possível inferir que quanto mais o PMV afasta-se do zero (região de conforto) maior é a porcentagem de pessoas insatisfeitas com as condições

térmicas do ambiente em que se encontram, assim é possível colocar em evidência a estreita relação entre tais valores (FANGER, 1972).

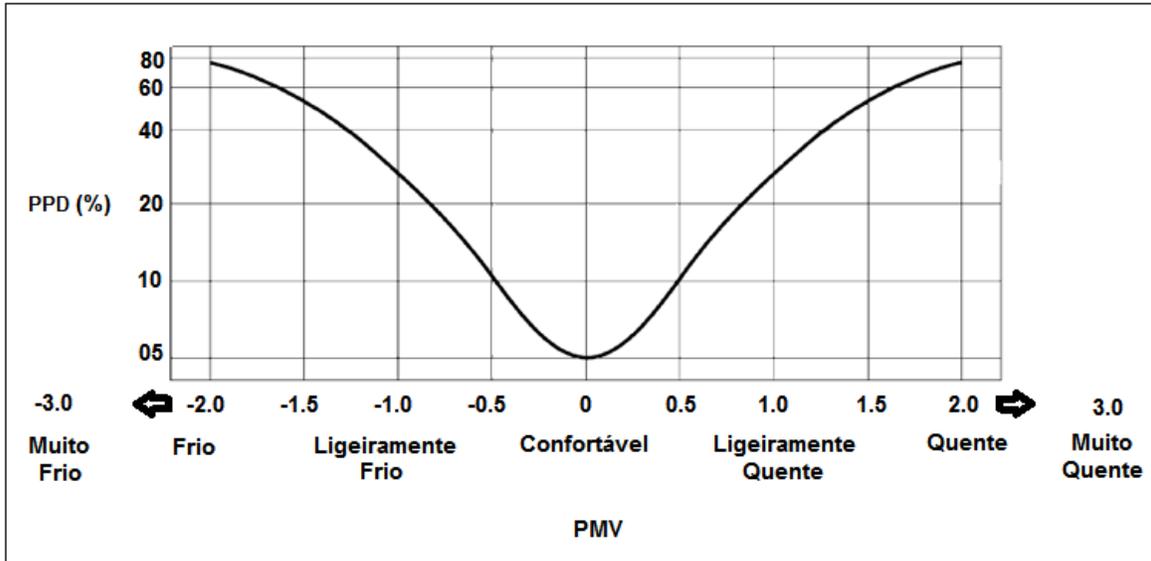


Figura 6 - Percentual de Pessoas Insatisfeitas em função do Voto Médio Predito.
Fonte: Fanger (1972), adaptada pela autora.

As potencialidades da TMR, do PMV e do PPD já foram exploradas por diversos autores, demonstrando a importância e a aplicabilidade destes para o clima urbano.

Bruse (2009b), por exemplo, através do modelo *BOTworld* (simulador dos impactos microclimáticos no conforto térmico de pedestres virtuais) aninhado ao *ENVI-met*, demonstrou que no cenário real as mesas de um restaurante diretamente expostas a radiação solar são inutilizadas, enquanto no cenário hipotético (ou verde) a frequência aos bancos e cadeiras deste mesmo restaurante aumenta significativamente. Com isto, o autor conseguiu demonstrar o quanto a temperatura média radiante influencia na percepção e no uso de espaços urbanos abertos.

Carfan, Galvani e Nery (2010) também simularam o PMV e o PPD através do *ENVI-met* no bairro da Consolação, em São Paulo. Na situação real (altura original dos edifícios) o PMV evidenciou desconforto por frio e na situação hipotética (edifícios com altura reduzida) o mesmo índice indicou desconforto por calor. Com os resultados discutidos, os autores conseguiram demonstrar a importância da estrutura urbana no clima local de um bairro de São Paulo, bem como sobre as sensações térmicas resultantes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise das entrevistas direcionadas ao poder público: o uso das informações climáticas no planejamento urbano e ambiental no município de Ourinhos.

A maioria dos entrevistados afirmou que suas secretarias estiveram envolvidas no processo de elaboração do PD de Ourinhos. O Diretor de Meio Ambiente afirmou ainda que na época da aprovação do mesmo (em 2006) a atual Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura (SMMAA - inaugurada em junho de 2010) ainda era parte da Secretaria do Desenvolvimento Urbano. Observou-se que com a sua recente “independência” tem surgido mais atividades referentes à temática ambiental.

Quando questionados acerca do nível de conhecimento referente aos processos climáticos (exemplo: frentes, anticiclones e zonas de convergência) apenas o Coordenador de Urbanismo e o Assessor Técnico da Superintendência de Água e Esgoto (SAE) de Ourinhos afirmaram não ter conhecimento algum.

Foi possível verificar que a SMMAA e a SAE de Ourinhos costumam consultar informações climáticas para uso de prevenção de desastres climáticos (enchentes ou secas), sendo ressaltada a busca por informações, pelo primeiro órgão, acerca de previsão de precipitação pluvial, que pode afetar a saúde pública, bem como a captação de água para abastecimento, pelo segundo órgão.

O Coordenador de Urbanismo considerou que Ourinhos não apresenta flutuações climáticas consideráveis para a realização de projetos de arquitetura. Embora tais informações pudessem compor um banco de dados de ocorrência de períodos de seca, já que estes estão relacionados a um período de baixa qualidade do ar, conseqüentemente aos problemas para a saúde e bem estar da população ourinhense, sendo que esta última consideração também foi apresentada pelo Diretor da SMMAA.

De forma geral, ao serem questionados sobre as motivações e/ou barreiras quanto aplicabilidade das informações climáticas no planejamento e gerenciamento urbano/ambiental os representantes do poder público consideraram a existência de barreiras de ordem técnica (como à falta de dados concretos, atrelada aos baixos recursos em pesquisas) e de ordem política (como a troca de prioridades conforme a gestão governante).

Por outro lado, o Diretor de Meio Ambiente, na época da entrevista, salientou que o município vem tentando obter o Selo Município Verde Azul¹, o qual contribui para a implantação de diversas ações, tal como o Programa de Arborização Urbana, por exemplo.

Durante o primeiro plantio de árvores no município, em março de 2011, o prefeito, Toshio Misato, reconheceu que “A arborização é fundamental para o meio ambiente da área urbana, proporcionando sombra, temperatura mais amena [*sic*] e beneficia o ambiente como um todo” (COORDENADORIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DE OURINHOS, 2011). Entretanto, além desta iniciativa não foi observado outros programas que visem usar os recursos climáticos a favor do planejamento e da gestão urbana/ambiental.

Apesar de todas as qualidades pertinentes, o referido programa não é suficiente para atender diretamente as necessidades de um município que visa o crescimento e desenvolvimento econômico e que, ao mesmo tempo, garanta conforto térmico para seus munícipes.

Entretanto, notou-se a existência de diversas leis municipais que tratam indiretamente da questão climática, tal como a lei sobre a implantação da Educação Ambiental (5527, de setembro de 2010) e a de controle da poluição atmosférica (5531, de setembro de 2010), já previstas no PD (Lei 499 de 2006).

Por fim, pode-se confirmar que no município de Ourinhos é dada pouca importância às bases de dados climáticos, tanto referentes às escalas temporais quanto às escalas espaciais, sobretudo no que diz respeito ao uso das mesmas para a realização de um planejamento e gestão urbano/ambiental.

Destaca-se que a necessidade de produzir e fazer uso de bases de dados climáticos possibilita não somente prever a ocorrência de eventos climáticos extremos, mas também permite prevenir ou reduzir condições de desconforto térmico que se mostrem recorrentes, através de planos de ações específicos.

¹ Programa do estado de São Paulo que propõe dez diretrizes ambientais que abordam questões prioritárias a serem desenvolvidas em nível municipal, cuja 8ª diretriz versa especificamente sobre a qualidade do ar. O município de Ourinhos conquistou este selo no dia 18 de dezembro de 2012, quatorze meses depois das entrevistas aplicadas, tendo obtido a 58ª posição dos 134 municípios paulistas certificados pela gestão ambiental.

4.2 Análise da precipitação pluvial e da temperatura do ar no município de Ourinhos, durante o período de 2001 a 2011.

A variabilidade temporal e espacial dos elementos meteorológicos influencia diretamente o conforto térmico, conseqüentemente as atividades humanas. Desta forma, é imprescindível coletar, avaliar e monitorar dados meteorológicos, principalmente no que tange ao comportamento da precipitação pluvial e da temperatura.

Na Figura 7 tem-se a representação gráfica das médias dos totais mensais da precipitação pluvial e das médias das temperaturas máxima, média e mínima, durante o período de 2001 a 2012, sobre o município de Ourinhos. Os dados do CIIAGRO permitem obter uma ideia do comportamento esperado do clima local, uma vez que não existem séries de dados meteorológicos maiores que estas.

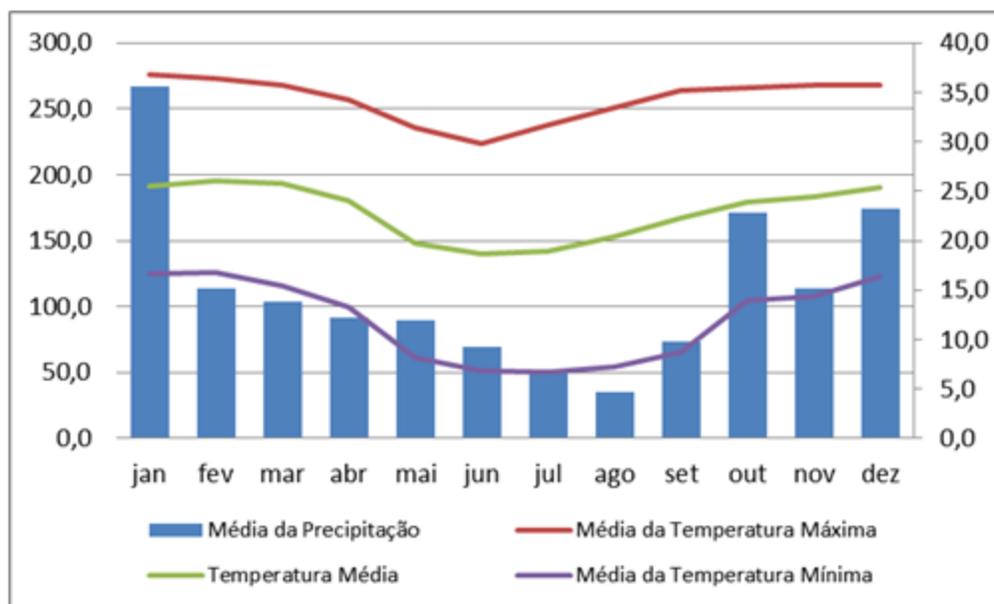


Figura 7 – Evolução das temperaturas e da chuva mensal em Ourinhos, 2001 - 2012.
Fonte: CIIAGRO, organizado pela autora.

Os dados da Figura 7 permitem identificar a ocorrência de dois períodos bem marcados: verão (tipicamente quente e úmido) e inverno (com características de tempo frio e seco). De maneira geral, tais características climáticas refletem as mesmas predominantes sobre a região Sudeste do Brasil.

Os três primeiros meses do ano (janeiro a março) e os três últimos (outubro a dezembro) são os que apresentaram valores médios dos totais de chuva acima de 100,0 mm, sendo que janeiro registrou o maior valor médio (267,3 mm). A precipitação pluvial foi menor que 100,0 mm nos demais meses do ano, destacando-se junho (69,8 mm), julho (51,0 mm) e agosto (35,5 mm).

Para um período de doze anos, pode-se perceber que Ourinhos apresenta um regime anual de, aproximadamente, 1.355,0 mm (ou 112,9 mm mensais). Entre o mês mais seco e o mais chuvoso a amplitude foi de 231,8 mm de chuva.

As médias das temperaturas máxima, média e mínima marcaram um comportamento similar, ou seja, os meses com as maiores médias foram os três primeiros e os três últimos; portanto os meses entre abril e setembro registraram os valores médios mais baixos. Pode-se afirmar que Ourinhos apresenta a temperatura média anual de 22,9 °C, com amplitude máxima de 7,3 °C entre o mês mais quente e o mais frio.

Com relação às temperaturas máximas, nota-se que em todos os meses ocorreram médias superiores a 29,0 °C, sendo que janeiro registrou o maior valor (36,8 °C). As máximas das temperaturas médias e mínimas foram, respectivamente, de 26,0 e 16,8 °C, ambas em fevereiro, enquanto os menores valores médios foram: 29,7 °C de temperatura máxima (junho), 18,7 °C de temperatura média (junho) e 6,7 °C de temperatura mínima (julho).

Tanto para a precipitação pluvial quanto para as temperaturas (máxima, média e mínima) pode-se dizer que há dois períodos de transição: outono (entre março e maio) e primavera (entre setembro e novembro). O primeiro pode ser descrito como sendo o período em que há declínio dos valores para estas variáveis e o segundo quando ocorre o aumento destes.

No verão, contribuem para estas dinâmicas a Massa de Ar Equatorial Continental (mEc), a Tropical Continental (mTc) e a Tropical Atlântica (mTa), as quais caracterizam o período quente e úmido. Por outro lado, a Massa de ar Polar Atlântica e Pacífica (mPa e mPp), a Massa de Ar Tropical Continental (mTc), bem como a Massa de Ar Tropical Atlântica (mTa) caracterizam o inverno de Ourinhos, já que são massas de ar frias e/ou secas.

Ainda é preciso evidenciar que a circulação geral da atmosfera desempenha importante papel sobre os processos climáticos de grande escala que atuam sobre a região de estudo.

A Zona de Convergência de Umidade (ZCOU), por exemplo, é um sistema de baixa pressão, que atua sobre o Sudeste do Brasil durante o verão e a primavera. E quando associado a Sistemas Frontais (SF – oriundos do sul do continente americano) intensificam a ocorrência de chuvas sobre esta região (QUADRO, 1999).

Por outro lado, o Anticiclone Semipermanente do Atlântico Sul (ASAS) é sistema de alta pressão que provoca episódios de veranico durante o inverno, quando intensifica sua ação sobre o interior do continente, apesar de também atuar como organizador das bandas de nebulosidade da ZCOU (REBOITA et al. 2010).

As configurações climáticas anteriormente citadas, dentre outras, descrevem o comportamento médio dos sistemas meteorológicos atuantes sobre este município, mas eventualmente ocorrem eventos extremos, decorrentes de fenômenos como o *El Niño* e a *La Niña*, por exemplo.

O *El Niño* e *La Niña* são eventos climáticos que provocam variabilidade climática interanual em diferentes partes do mundo devido ao aquecimento anormal das águas do Oceano Pacífico Equatorial (CPTEC/INPE, 2010a).

Com esse aquecimento do oceano e com o enfraquecimento dos ventos, começam a ser observadas mudanças da circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos, determinando mudanças nos padrões de transporte de umidade, portanto variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas. Em algumas regiões do globo também são observados aumento ou queda de temperatura (CPTEC/INPE, 2010a).

De acordo com Moraes e Nery (2010), o evento *El Niño* desempenha papel fundamental sobre a precipitação pluvial da Unidade de Gerenciamento do Médio Paranapanema (onde o município de Ourinhos está inserido), uma vez que torna o verão da região mais úmido, por exemplo.

Na Figura 8, por exemplo, notam-se as anomalias da precipitação pluvial anual que ocorreram entre os anos de 2001 e 2012 em relação à média dos totais de todo o

período analisado. Da base de dados disponibilizada pelo CIIAGRO, pode-se notar que o ano de 2009 se destaca pela anomalia positiva de 289,6 mm, enquanto o ano de 2010 marcou a anomalia negativa de 315,2 mm.

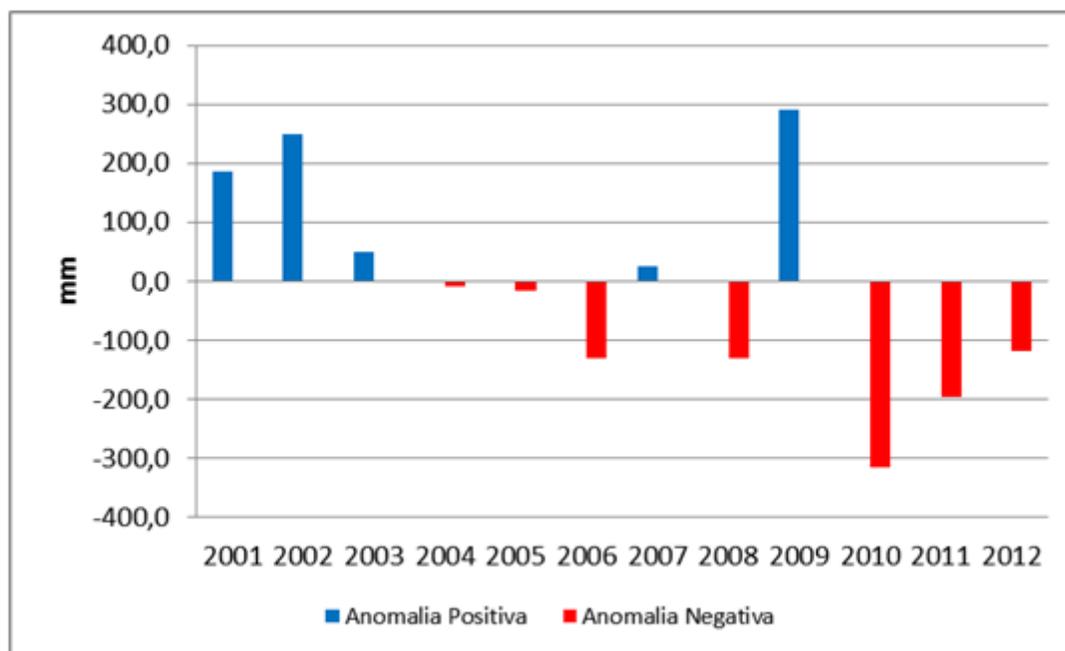


Figura 8 - Anomalias da precipitação pluvial total em Ourinhos (2001 a 2012).

Segundo a análise do CPTEC/INPE (2010b):

No segundo semestre de 2009, houve uma mudança no cenário das chuvas em decorrência do desenvolvimento do fenômeno *El Niño* (...). Este semestre foi marcado pelo excesso de chuva no sul da região Sudeste e na região Sul do Brasil. Estas chuvas estiveram associadas principalmente à atuação de sistemas frontais e às perturbações na média e alta troposfera, que resultaram em chuva forte e totais acumulados superiores a média climatológica.

Para o ano de 2010, o CPTEC/INPE (2010c) explicou que:

Em agosto, a distribuição espacial das chuvas em todo o Brasil refletiu a atuação do fenômeno *La Niña*, com chuvas acima da média no norte da região Norte e abaixo da média no sul das regiões Centro-Oeste e Sudeste e em toda a região Sul.

Chama-se atenção para o fato de que a *La Niña* atuou entre o período de julho de 2010 até meados do ano de 2011 (CPTEC/INPE, 2010c).

A máxima anomalia positiva da temperatura ocorreu no ano de 2002, a qual foi de 1,2 °C a mais que a média anual do período de 2001 a 2012 (Figura 9). Metade dos meses do ano de 2002 registrou valores de temperatura média que estiveram mais elevados quando comparados com os mesmos meses dos demais anos analisados. A anomalia positiva durante o mês de agosto, por exemplo, deveu-se a fraca intensidade das frentes frias, típicas neste período do ano (CPTEC/INPE, 2002).

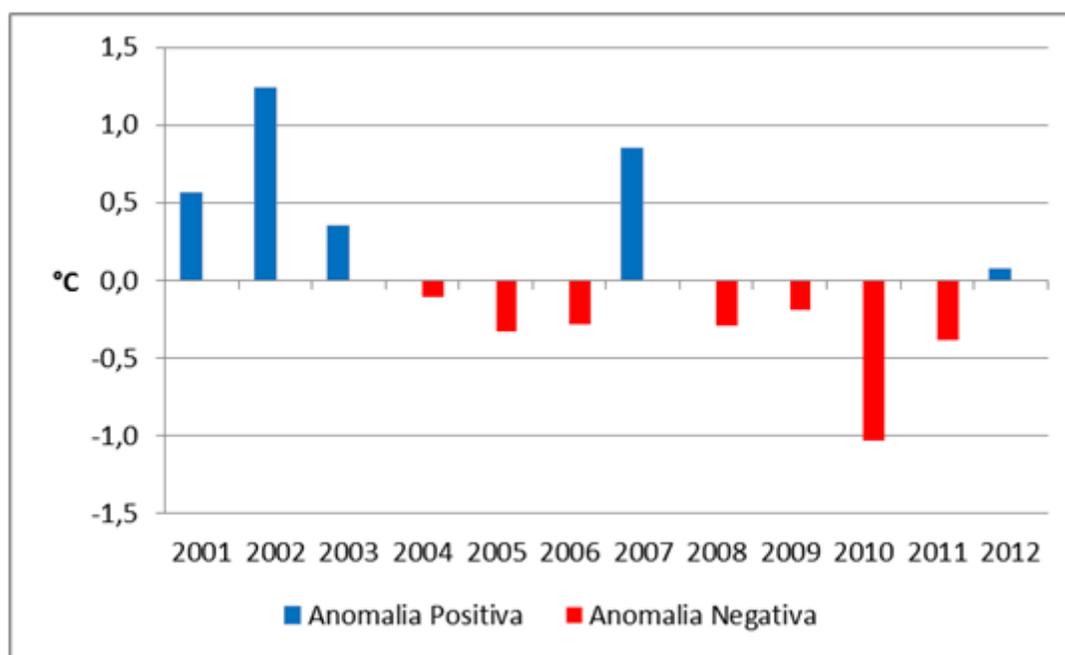


Figura 9 - Anomalias da temperatura média em Ourinhos (2001 a 2012).

Pela Figura 9, pode-se apurar que 2010 apresentou a máxima anomalia negativa (1,0 °C a menos que a média histórica). Em consulta a base de dados, verificou-se que outubro, novembro e dezembro deste mesmo ano foram os meses que registram os menores valores médios em relação aos demais anos considerados. No caso de dezembro, por exemplo, a queda pode estar vinculada a passagem de uma intensa frente fria, pois na maior parte do Brasil predominaram anomalias positivas, segundo dados do CPTEC/INPE (2010d).

Diante da variedade de comportamentos climáticos analisados pode-se perceber que os mesmos tendem a exercer diferentes sensações térmicas sobre a população ourinhense, que muitas vezes estão relacionados com quadros de desconforto térmico, bem

como com suas consequências sobre a fisiologia e atividades humanas, portanto sobre a qualidade de vida.

No verão, por exemplo, é comum o uso de sistemas de refrigeração interna para amenizar o estresse térmico, enquanto no inverno os sistemas de aquecimento são necessários. Contudo, tais situações de estresse (seja por calor ou por frio) muitas vezes refletem não só a ação dos elementos climáticos, mas também a falta de conhecimento de como estes interagem com o meio urbano.

Assim, deve-se ressaltar que considerar tais parâmetros meteorológicos auxilia a elaboração do planejamento e no gerenciamento do espaço urbano, bem como na gestão ambiental, uma vez que podem indicar critérios mais adequados de uso e ocupação do espaço, tal como o tipo de material de construção, a orientação das edificações, a criação de espaços verdes, dentre outros aspectos.

4.3 Análise das variáveis coletadas em 24 de janeiro de 2011.

Para o período de verão trabalhou-se com dados do dia 24 de janeiro de 2011, com o intuito de compreender a dinâmica regional do clima em relação ao município de Ourinhos e suas consequências sobre sua população.

É importante ressaltar que nos meses de verão (sobretudo entre as 10 e 16 h) as elevadas temperaturas geralmente tendem a ser um fator limitante para a ocorrência de conforto térmico, especialmente nas áreas densamente urbanizadas e localizadas dentro dos trópicos (AMORIM, 2000 *apud* AMORIM; SANT'ANNA NETO; DUBREUIL, 2009).

Na Figura 10 tem-se a distribuição da temperatura do ar às 9 h. Na UNESP houve máxima de 27,1 °C e na estação Vila Brasil foi registrada mínima de 25,0 °C, assim a amplitude foi de 2,1 °C. Apesar de ser esperado que uma área urbanizada como a Vila Brasil apresentasse valores mais altos comparativamente à UNESP (rodeada por eucaliptos), tem-se que considerar que a primeira está situada muito próxima ao rio Pardo, corpo d'água importante para o arrefecimento da temperatura do ar.

Os menores valores de umidade estiveram dentro do perímetro urbano (Figura 11), sendo que na UNESP e na UNIMED foram registrados aproximadamente 60,0 % e o Córrego Fundo marcou a máxima de 78,0 %, resultando na amplitude de 18,5 %. Salienta-

se que este último ponto refletiu as condições de sua localidade (zona rural), onde a vegetação facilita as elevadas umidades relativas no ar, além de outros processos climáticos.

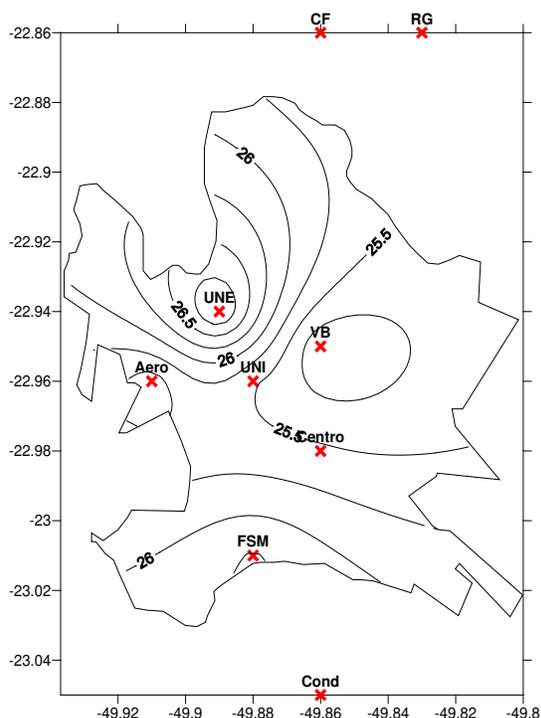


Figura 10 - Temperatura às 9 h, no dia 24 de janeiro de 2011.

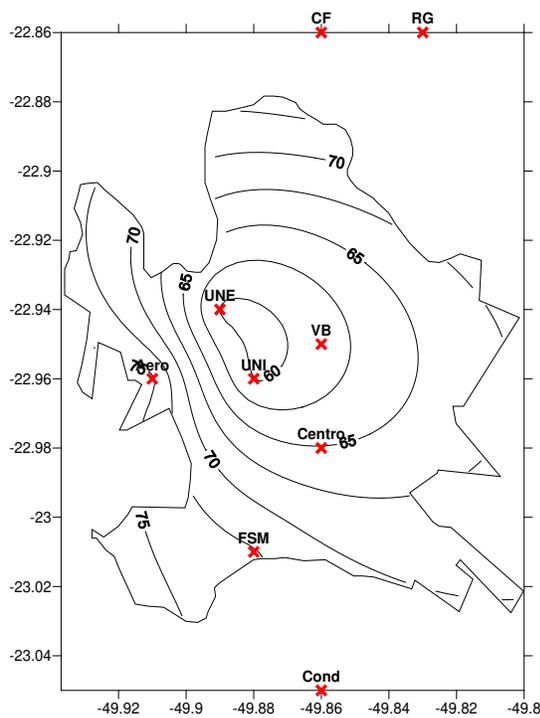


Figura 11 - Umidade às 9 h, no dia 24 de janeiro de 2011.

Quanto à direção do vento observaram-se diferentes configurações (Tabela 4). A maior parte das localidades demonstrou valores que variaram entre 90 e 180°, ou seja, um padrão de ventos que se dirigiu entre leste e sul. As exceções foram a UNESP e a UNIMED, onde a direção apontou para noroeste.

Quanto à velocidade, nota-se o padrão esperado, ou seja, os valores mais altos ocorreram no Aeroporto (3,4 m/s brisa fraca) e os mais baixos ocorreram na Fazenda Santa Maria (0,4 m/s - calmaria). Evidencia-se que as máximas do primeiro ponto resultaram em sua escolha para a instalação do Aeroporto da cidade, uma vez que ventos intensos dissipam com maior facilidade a instabilidade atmosférica, a qual é prejudicial para a realização de voos.

Os valores observados de temperatura e umidade relativa do ar, às 9 h, resultaram na sensação de conforto térmico (ID de aproximadamente 24,0 °C) em todas as áreas de estudo, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 9 h do dia 24 de janeiro de 2011.

Local	Temp (°C)	Umid (%)	Dir (°)	Vel (m/s)	Vento (Beaufort)	ID (°C)	Sensação Térmica
Aero	25,4	75,7	180,3	3,4	Brisa Fraca	23,8	Confortável
Cond	26,3	73,4	180,4	0,9	Brisa Branda	24,5	Confortável
CF	25,4	78,0	163,1	2,2	Brisa Leve	24,0	Confortável
FSM	26,3	72,7	113,0	0,4	Calmo	24,4	Confortável
RG	25,6	77,7	136,0	2,7	Brisa Leve	24,2	Confortável
Centro	25,5	-	95,8	1,0	Brisa Branda	-	-
VB	25,0	61,3	155,1	2,2	Brisa Leve	22,7	Confortável
UNE	27,1	59,5	338,2	1,0	Brisa Branda	24,2	Confortável
UNI	25,5	59,7	348,9	1,6	Brisa Branda	23,0	Confortável

Na Figura 12 podem ser observados valores superiores a 34,0 °C na UNESP e na UNIMED e mínimo de 32,9 °C no Centro. A amplitude térmica máxima foi de 1,5 °C. É interessante notar que em todas as localidades foram registrados valores acima de 30,0 °C.

A umidade para este episódio foi de 48,4 % na Fazenda Santa Maria (máxima) e de 13,8 % na UNIMED (mínima), resultando na amplitude de 34,6 %. Os menores valores se concentraram próximos das áreas mais urbanizadas (Figura 13). Landsberg (1956) explicou que a substituição da vegetação pela impermeabilização do solo dificulta as trocas de vapor de água com a atmosfera, acarretando na menor umidade em relação aos arredores da cidade.

Este episódio evidenciou a ocorrência de valores abaixo do recomendado, com destaque para a UNIMED (13,8 %), a Vila Brasil (18,9 %) e a UNESP (19,4 %), valores que representam riscos à saúde humana (de acordo com os valores de referência, Anexo 7).

A UNIMED merece ser colocada em evidência, uma vez que, por se tratar de um hospital, seu entorno deveria oferecer melhores condições higrométricas. Mesmo diante da observação de que estes pontos estão próximos de corpos de água e de vegetação, a urbanização parece ter maior relação com o comportamento da umidade, diferentemente do

que ocorre na Fazenda Santa Maria, que por estar localizada mais afastada das áreas mais urbanizadas (ainda que dentro do perímetro urbano), apresentou maior valor.

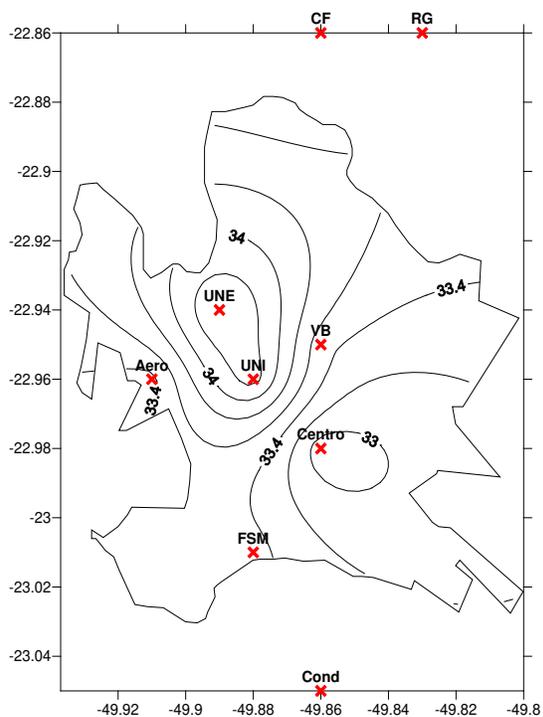


Figura 12 - Temperatura às 15 h, no dia 24 de janeiro de 2011.

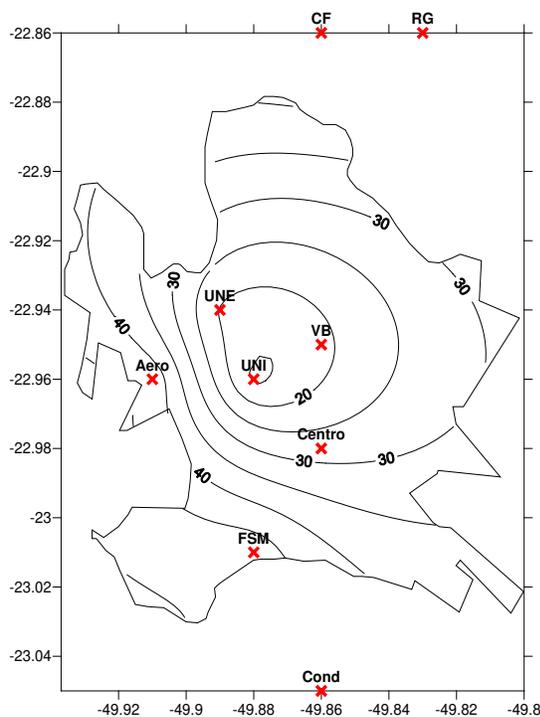


Figura 13 - Umidade às 15 h, no dia 24 de janeiro de 2011.

Na Tabela 5 é possível notar padrão de direções diversas do vento às 15 h, sendo que quatro dos nove pontos mostraram valores que variaram entre 180 e 270° (direcionados entre sul e oeste). Quanto à velocidade do vento, esta apresentou somente dois padrões: brisa branda (entre 0,6 e 1,6 m/s) na maior parte da área de estudo e brisa leve (1,9 m/s - valor máximo) no Aeroporto.

No período da tarde os valores para ID se diversificaram, bem como apresentaram valores que estiveram fora da região de conforto térmico (Tabela 5), quando comparados com as 9 h (Tabela 4). O desconforto por calor ($ID > 25,0$ °C, entre ligeiramente quente e quente moderado) ocorreu na maior parte dos locais de estudo.

Os dois casos (Vila Brasil e UNIMED) em que foi possível classificar o ID como confortável estiveram relacionados ao papel das baixas umidades (abaixo de 20,0 %), mesmo tendo registrado temperaturas altas (33,5 e 34,3 °C, respectivamente), ao contrário

do Ribeirão Grande, que registrou temperatura maior (33,8 °C), mas a umidade relativa foi maior (46,9 %), o que acentuou sensação de desconforto térmico (quente moderado).

Destaca-se então que locais com alto valor de umidade relativa apresentam maior dificuldade de ocorrência da evapotranspiração, sendo que este mecanismo é o principal método de perda de calor. Assim tais locais com elevada umidade e altas temperaturas tendem ao desconforto por calor, tal como o ocorrido no Ribeirão Grande.

Nota-se que a sensação de tempo ligeiramente quente provoca ligeiro suor e vasodilatação, enquanto a sensação de quente moderado leva ao suor, sendo que ambas são respostas físicas a situações térmicas inadequadas, as quais geralmente exigem mecanismos artificiais de arrefecimento em ambientes fechados, o que implica em um maior consumo de recursos naturais não renováveis, especificamente aqueles provenientes da energia elétrica.

Ainda neste contexto, é possível destacar a existência de literaturas que consideram a influência das temperaturas altas, ainda que indiretamente, sobre o aumento de determinadas criminalidades.

Tabela 5 - Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 15 h do dia 24 de janeiro de 2011.

Local	Temp (°C)	Umid (%)	Dir (°)	Vel (m/s)	Vento (Beaufort)	ID (°C)	Sensação Térmica
Aero	33,3	43,8	68,2	1,9	Brisa Leve	27,4	Ligeiramente Quente
Cond	33,4	45,0	183,5	1,0	Brisa Branda	27,6	Ligeiramente Quente
CF	33,2	47,6	233,3	1,6	Brisa Branda	27,7	Ligeiramente Quente
FSM	33,5	48,4	277,2	1,3	Brisa Branda	27,9	Quente Moderado
RG	33,8	46,9	234,8	1,4	Brisa Branda	28,0	Quente Moderado
Centro	32,9	-	59,9	0,7	Brisa Branda	-	-
VB	33,5	18,9	42,0	1,1	Brisa Branda	24,8	Confortável
UNE	34,4	19,4	224,1	0,6	Brisa Branda	25,4	Ligeiramente Quente
UNI	34,3	13,8	352,4	0,6	Brisa Branda	24,7	Confortável

Na Figura 14 pode-se observar a disposição das temperaturas às 21 h. Nesta situação a máxima se deu no centro da cidade, onde se registrou 29,1 °C e a diferença entre este e o ponto em que se registrou a menor temperatura noturna (Ribeirão Grande, com 25,8 °C) foi de 3,3 °C.

Destaca-se que a maior temperatura no Centro pode estar relacionada à baixa inércia térmica dos materiais que o constitui, o que gera o aquecimento por emissividade da camada de ar junto ao solo no período noturno.

A umidade foi máxima no Ribeirão Grande (82,8 %) e mínima na UNIMED (42,0 %), de maneira que a amplitude foi de 40,8 % (Figura 17). Sabe-se que as condições do Ribeirão Grande são favoráveis aos altos e recorrentes valores higrométricos, devido basicamente ao papel da permeabilidade de seu solo e a presença de vegetação em abundância.

É destacável que as características da UNIMED (proximidade de um córrego, composto por dois lagos e de uma área com plantações de eucalipto) não foram classificadas como dentro do limite higrométrico ideal para a saúde humana.

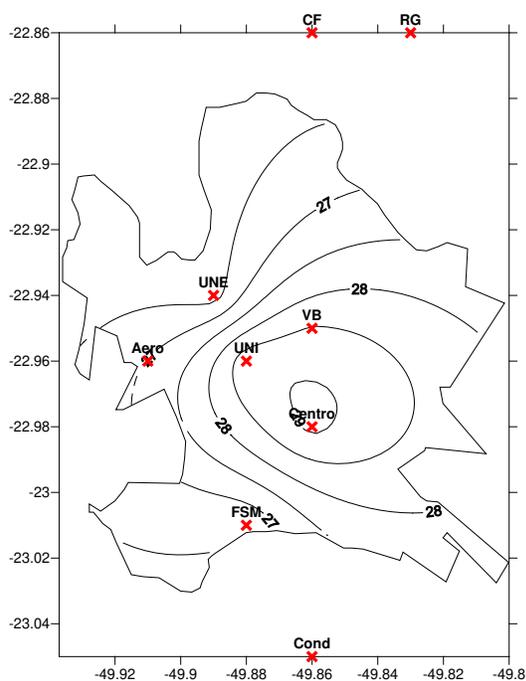


Figura 14 - Temperatura às 21 h, no dia 24 de janeiro de 2011.

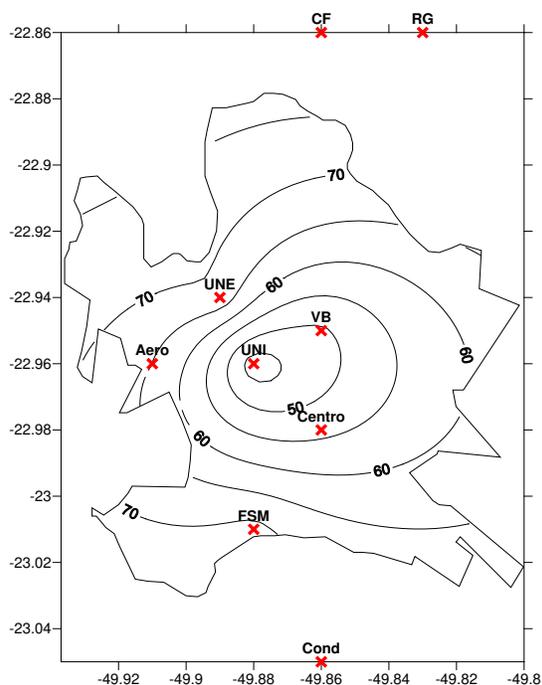


Figura 15 - Umidade às 21 h, no dia 24 de janeiro de 2011.

A configuração da direção e velocidade do vento para o episódio noturno de janeiro pode ser visualizada na Tabela 6, na qual se observa que os ventos apresentam padrão de dispersão variado, com quatro pontos apresentando predomínio de ventos se

dirigindo entre os graus 0 (norte) e 90 (leste), caso do Centro, por exemplo, e os demais com sentido predominante para o sudoeste ou sudeste, como ocorreu no Aeroporto.

Também na Tabela 6, vê-se que, mais uma vez, foi registrada a máxima velocidade do vento no Aeroporto (2,7 m/s - brisa leve) e mínimas (menores que 0,5 m/s - calmaria) no Córrego Fundo, no condomínio, na UNIMED e na UNESP - áreas que, devido as suas rugosidades espaciais (vegetação arbórea ou prédios), favorecem as baixas velocidades devido ao atrito do vento.

Considerando as combinações de temperatura e umidade coletadas, a sensação térmica foi predominantemente confortável às 21 h, ou seja, de ID menor que 25,0 °C, conforme disposto na Tabela 6. No Condomínio (26,8 °C e 74,7 %) pode-se afirmar que a maior parte da população experimentou a sensação de tempo ligeiramente quente, ou seja, desconforto por calor.

Salienta-se, portanto, que a umidade desempenha um papel crucial nos níveis de sensação térmica sobre o organismo humano, uma vez que a Vila Brasil, por exemplo, registrou a temperatura de 28,5 °C (1,7 °C superior ao valor encontrado no condomínio) e mesmo assim pode ser classificada como termicamente confortável, já que a umidade foi de apenas 49,2 %.

Tabela 6 - Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 21 h do dia 24 de janeiro de 2011.

Local	Temp (°C)	Umidade (%)	Dir (°)	Vel (m/s)	Vento (Beaufort)	ID (°C)	Sensação Térmica
Aero	27,0	65,0	240,7	2,7	Brisa Leve	24,5	Confortável
Cond	26,8	74,7	29,7	0,5	Calmo	25,1	Ligeiramente Quente
CF	26,3	80,0	55,9	0,5	Calmo	24,9	Ligeiramente Quente
FSM	26,5	71,6	231,3	0,7	Brisa Branda	24,6	Confortável
RG	25,8	82,8	33,1	0,7	Brisa Branda	24,7	Confortável
Centro	29,1	-	39,2	0,8	Brisa Branda	-	-
VB	28,5	49,2	110,1	1,2	Brisa Branda	24,5	Confortável
UNE	26,3	68,6	110,1	0,0	Calmo	24,2	Confortável
UNI	28,8	42,0	119,5	0,3	Calmo	24,1	Confortável

Neste dia a estação do CIIAGRO registrou 22,7 mm de precipitação pluvial, caracterizando o horário da manhã deste dia como instável (altas umidades e temperaturas relativamente baixas e ventos mais intensos). Entretanto, as baixas umidades (bem como as

temperaturas elevadas e ventos relativamente calmos) às 15 e 21 h, ocorreram devido à atuação da borda oeste do ASAS sobre o Sudeste e Sul do Brasil (CPTEC/INPE, 2011a).

O verão na cidade de Ourinhos é caracterizado como um período úmido e quente. Comparando os dados de 2001 a 2012, janeiro de 2011 foi marcado pela anomalia negativa de 46,6 mm de precipitação pluvial e a anomalia térmica positiva de 0,5 °C (de acordo a análise dos dados brutos, extraídos do CIIAGRO). É possível que a atuação da *La Niña* tenha contribuído para a anomalia negativa de chuva, já que este sistema atua com intensidade sobre o Sul do Brasil. As temperaturas (máximas e mínimas) marcaram anomalias mensais positivas na região de estudo devido à “forte radiação solar incidente e ao elevado conteúdo de umidade no ar, que dificulta a perda radiativa durante a noite”, segundo informações do CPTEC/INPE (2011b).

A chuva mensal apresentou dois períodos bem marcados: na primeira quinzena ocorreram dois episódios de ZCOU, diferentemente da segunda quinzena (CPTEC/INPE, 2011b), que caracterizou a atmosfera estável em relação aos episódios analisados. Na Figura 16, por exemplo, é possível verificar a baixa atividade convectiva sobre o sudoeste paulista às 9h e às 15 h do episódio analisado.

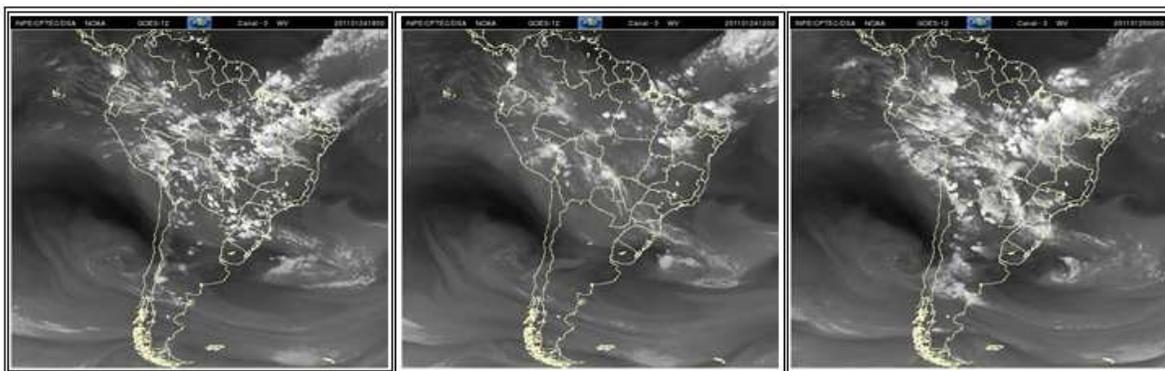


Figura 16 - Imagens de satélite (a) às 9 h, (b) às 15 h e (c) às 21 h no dia 24 de janeiro de 2011.

Fonte: CPTEC/INPE - Imagens GOES.

Apesar de ter predominado condições de estabilidade durante esse mês, a chuva que ocorreu na parte da manhã do dia em análise pode ter contribuído para conforto térmico na parte da manhã, enquanto o sistema anticiclônico nos demais horários, aliado as

condições locais, pode ter favorecido situações diversas de desconforto devido ao calor nos demais horários.

4.4 Análise das variáveis coletadas em 15 de julho de 2011.

Na média os meses de inverno são caracterizados por temperaturas mais baixas, em relação ao verão e tempo seco, devido à atuação mais intensa dos sistemas de alta pressão sobre o continente sul-americano, os quais evidenciam a estabilidade do tempo. Diante de tal quadro escolheu-se analisar uma situação em que tais dinâmicas climáticas se destacaram.

A amplitude das 9 h foi de 4,9 °C, com valores máximos nos arredores da cidade, sobretudo no Aeroporto (15,0 °C) e mínima na UNIMED (10,1 °C). Tal padrão é observado na Figura 17. Entretanto, esta situação se inverteu nos demais horários (vide as Figuras 19 e 21, quando a UNIMED passa a registrar as máximas).

Apesar do Aeroporto não apresentar frequentes valores máximos, é possível relacionar tal comportamento ao fato deste estar próximo de um setor industrial e de bairros periféricos, que, no geral, apresentam estruturas precárias e poucas áreas verdes, além de mal cuidadas.

Acompanhada da temperatura mínima, a UNIMED apresentou o máximo valor de umidade (99,8 %), enquanto o mínimo ocorreu na Vila Brasil (76,4 %). Assim, a amplitude foi de 23,4 %. Todo o campo higrométrico pode ser considerado ideal (acima de 60,0 %) para a saúde humana (Figura 18).

A alta umidade pode ser resultante de dinâmicas atmosféricas locais, uma vez que a análise sinótica do CPTEC/INPE (2011c) não evidenciou sistemas que favorecessem tal quadro sobre a região de estudo. Quanto ao máximo valor de umidade sobre a UNIMED, entende-se que esta situação é atípica, uma vez que este ponto tem apresentado recorrentes valores relativamente menores.

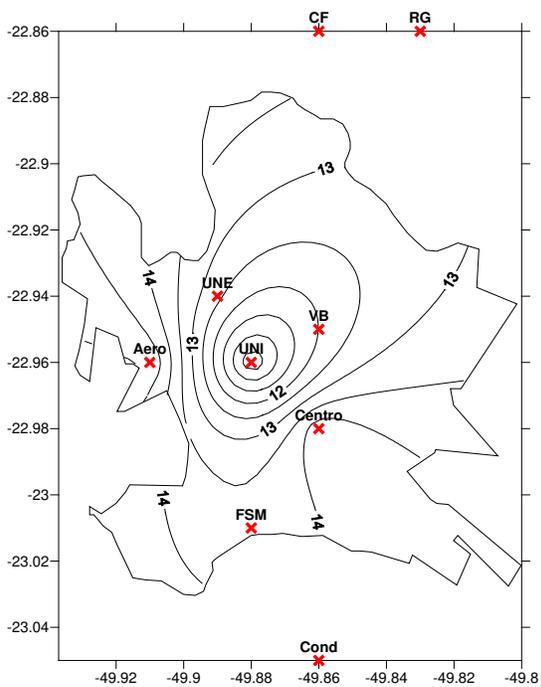


Figura 17 - Temperatura às 9 h, no dia 15 de julho de 2011.

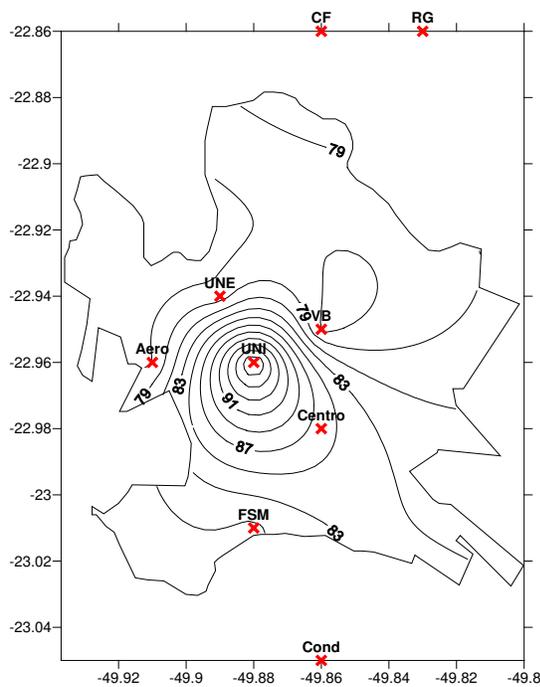


Figura 18 - Umidade às 9 h, no dia 15 de julho de 2011.

Às 9 h, a direção do vento variou entre 0° (norte) e 90° (leste) em quatro pontos de estudo e em cinco ocorreram variações entre sudoeste e sudeste. A velocidade teve sua máxima de 2,4 m/s (brisa leve) no Aeroporto; no Centro houve o registro de 0,8 m/s (brisa branda) e ventos calmos (abaixo de 0,5 m/s) se deram nas demais localidades, de acordo com a Tabela 7.

As menores temperaturas nos pontos mais internos da malha urbana (UNIMED, UNESP e Vila Brasil, abaixo de 13,0 °C) favoreceram o ID que corresponde à sensação térmica de tempo moderadamente frio (Tabela 7). Exposto a tal condição o corpo humano tende a reagir de modo involuntário ao tremer, entre outros sinais, respostas que buscam restabelecer as condições térmicas adequadas de seus processos fisiológicos.

Nos demais locais a sensação foi de tempo ligeiramente frio (ID de 13,9 °C, aproximadamente), devido às temperaturas e valores higrométricos relativamente mais elevados. Assim, o desconforto devido ao frio predominou em todos os pontos analisados.

Tabela 7 - Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 9 h do dia 15 de julho de 2011.

Local	Temp (°C)	Umidade (%)	Dir (°)	Vel (m/s)	Vento (Escala Beaufort)	ID (°C)	Sensação Térmica
Aero	15,0	76,8	125,7	2,4	Brisa Leve	14,9	Ligeiramente Frio
Cond	14,3	84,2	183,2	0,0	Calmo	14,2	Ligeiramente Frio
CF	13,8	82,8	87,5	0,4	Calmo	13,8	Ligeiramente Frio
FSM	13,5	80,5	202,5	0,0	Calmo	13,6	Ligeiramente Frio
RG	13,2	82,0	119,4	0,0	Calmo	13,2	Ligeiramente Frio
Centro	14,4	-	28,0	0,8	Brisa Branda	-	-
VB	12,0	76,4	63,7	0,3	Calmo	12,3	Moderadamente Frio
UNE	12,6	77,8	245,5	0,3	Calmo	12,8	Moderadamente Frio
UNI	10,1	99,8	25,3	0,0	Calmo	10,1	Moderadamente Frio

Às 15 h a amplitude térmica foi menor (1,2 °C) em relação às 9 h (que foi de 4,9 °C). As temperaturas se elevaram consideravelmente entre uma situação e outra (aproximadamente 16,0 °C), já que a média no período matutino foi de 13,2 °C, enquanto à tarde a mesma variável apresentou uma média de 29,4 °C (nota-se a elevada temperatura mesmo sendo inverno). Na ocasião, a UNIMED passou a apresentar a máxima (30,0 °C) e na Vila Brasil ocorreu o valor mínimo (28,8 °C), tal configuração é observável na Figura 19. Apesar de localizado dentro da malha urbana, o segundo ponto apresenta maior quantidade de vegetação e volume de água, que são fatores que amenizam tal condição.

Às 15 h, observaram-se valores críticos para o bem estar da saúde humana, uma vez que a baixa umidade do ar favorece as enfermidades no aparelho respiratório. A máxima de 20,5 % no Condomínio e mínima de 18,2 % no Aeroporto (o único ponto da área urbana que foi considerado) resultou na amplitude de 2,3 % (Figura 20), diferentemente dos valores matutinos (> 75,0 %). Mesmo os lugares com elevado índice de vegetação e/ou localizados próximos de corpos hídricos (tal como o condomínio) não registraram valores aceitáveis.

O episódio evidencia um quadro de estado de alerta para todos os pontos de estudo. Diante de tal gravidade, a população (principalmente pessoas predispostas a doenças relacionadas ao tempo seco, como as doenças do aparelho respiratório) certamente apresentou a necessidade de certos cuidados.

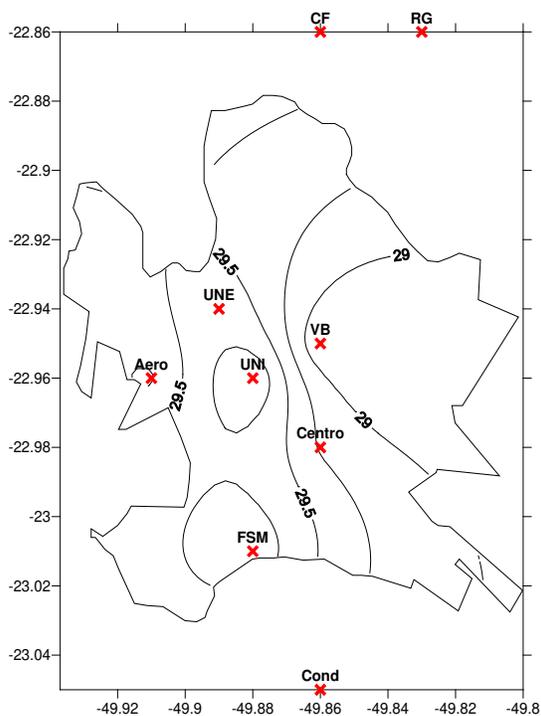


Figura 19 - Temperatura às 15 h, no dia 15 de julho de 2011.

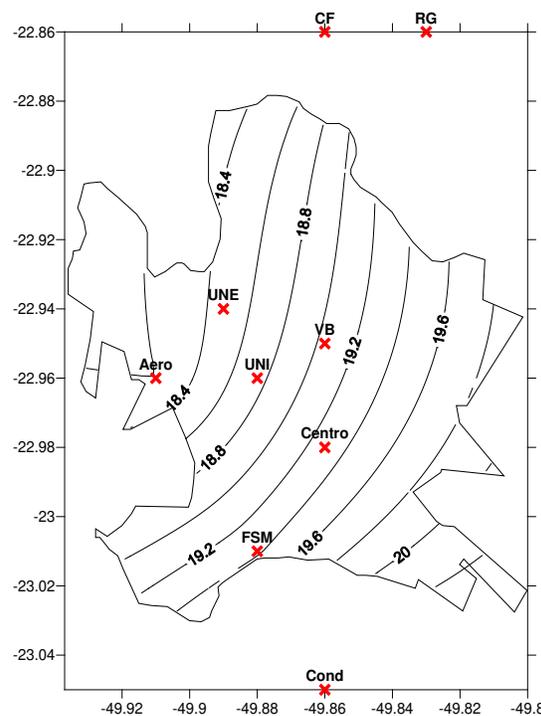


Figura 20 - Umidade às 15 h, no dia 15 de julho de 2011.

Na Tabela 8 tem-se que na UNESP e na UNIMED ocorreram direções de vento opostas as que predominaram nos demais pontos, os quais variaram entre 0 e 90° (entre norte e leste), enquanto nos primeiros a direção esteve voltada sobretudo para o sul. A máxima velocidade continuou a atuar sobre o Aeroporto, onde houve o registro de 3,4 m/s (brisa fraca). A UNESP e a UNIMED registram as mínimas de 1,1 e 1,2 m/s (brisa branda), respectivamente.

Há de se considerar que a região em que Ourinhos está inserida é produtora de cana-de-açúcar, a qual ainda realiza a queima da palha durante a colheita, que se dá nos meses de inverno e durante a noite.

Entende-se que, neste caso, a situação pode ser propícia à introdução de poluentes derivados de sua combustão para dentro do ambiente urbano e a baixa velocidade do vento na cidade (devido à própria rugosidade) é favorável à deposição, o que tende a trazer maiores riscos à saúde desta população.

Em todos os pontos considerados a sensação foi de conforto térmico (cerca de 22,6 °C), conforme disposto na Tabela 8. Por outro lado, dadas as elevadas temperaturas,

ressalta-se que se a umidade relativa fosse de no mínimo 60,0 %, então o ID corresponderia à sensação térmica de ligeiramente quente.

Tabela 8 - Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 15 h do dia 15 de julho de 2011.

Local	Temp (°C)	Umidade (%)	Dir (°)	Vel (m/s)	Vento (Escala Beaufort)	ID (°C)	Sensação Térmica
Aero	29,2	18,2	36,2	3,4	Brisa Fraca	22,4	Confortável
Cond	29,1	20,5	25,5	1,9	Brisa Leve	22,5	Confortável
CF	29,6	18,5	87,3	2,0	Brisa Leve	22,6	Confortável
FSM	29,9	19,4	6,4	1,8	Brisa Leve	22,9	Confortável
RG	29,5	20,0	78,0	2,7	Brisa Leve	22,7	Confortável
Centro	29,2	-	12,1	2,4	Brisa Leve	-	-
VB	28,8	-	59,1	2,7	Brisa Leve	-	-
UNE	29,7	-	215,5	1,1	Brisa Branda	-	-
UNI	30,0	-	174,8	1,2	Brisa Branda	-	-

Na Figura 21 observa-se que no Centro e na UNIMED foram registradas as máximas de 21,9 e 22,1 °C, respectivamente, e a mínima, cujo valor foi de 14,8 °C ocorreu no Córrego Fundo. Tais valores revelam a amplitude térmica de 7,3 °C (a maior dos quatro períodos em discussão).

Os mais altos valores de temperatura no período noturno sobre a área urbana (que também foi observado em outros momentos da pesquisa) põe em evidência a existência de particularidades locais que influenciam tal concentração de energia térmica.

A mesma distribuição continuou a ocorrer para a umidade relativa do ar e como esperado, seus valores aumentaram às 21 h, conforme se visualiza na Figura 22. Não obstante, nem todos os valores ficaram dentro do padrão ideal, com exceção do Córrego Fundo, que registrou a máxima (65,0 %).

A mínima ocorreu mais uma vez sobre a UNIMED (16,1 %) e a Vila Brasil registrou o segundo menor valor (29,0 %). Estes valores indicam estado de alerta para a saúde humana, ainda mais quando se considera o trato respiratório.

Os demais valores higrométricos apresentaram-se como aceitáveis. Salienta-se que a amplitude para o episódio em questão também foi alta (48,9 %).

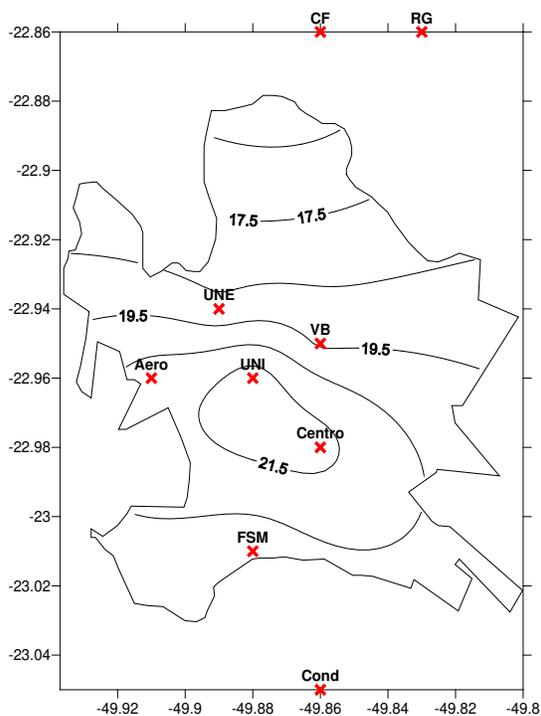


Figura 21 - Temperatura às 21 h, no dia 15 de julho de 2011.

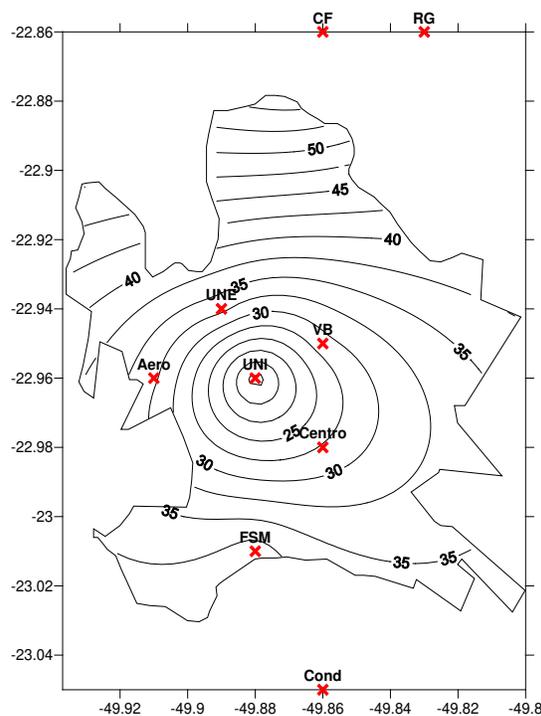


Figura 22 - Umidade às 21 h, no dia 15 de julho de 2011.

Quanto à direção do vento deste episódio noturno de julho, a Tabela 9 mostra o mesmo padrão das 9h, ou seja, direção variando entre 0 (norte) e 90° (leste) em cinco pontos dos nove analisados. A máxima velocidade novamente se deu no Aeroporto, (2,3 m/s, brisa leve) e valores mínimos (entre 0,0 e 0,2 m/s, calmaria) ocorreram no Córrego Fundo, na Vila Brasil, na UNESP e na UNIMED.

Uma vez que as queimadas são mais frequentes nas noites do período seco, a população poderia ser beneficiada com tais análises, já que o estudo da caracterização dos ventos predominantes pode ajudar a evitar a contaminação da atmosfera urbana ao indicar os locais adequados para este tipo de lavoura.

Dado a alta amplitude térmica e higrométrica (7,3 °C e 48,9 %) nota-se que também houve uma amplitude alta no ID, o qual variou entre 14,6 °C (ligeiramente frio no Córrego Fundo, onde houve a menor temperatura e a maior umidade) e 18,4 °C (pouco frio nos demais pontos), conforme a Tabela 9.

Os mais altos valores de temperatura na área urbana não foram suficientes para prover o conforto térmico. Assim, o ID abaixo de 19,0 °C em todos os pontos evidencia que

ocorreu desconforto por frio. Com exceção do Córrego Fundo, as demais localidades indicaram sensação de tempo pouco frio. Salienta-se que o estresse térmico (por frio ou calor) pode afetar diretamente a saúde humana, provocar queda do rendimento do trabalho e outras consequências para as atividades humanas.

Tabela 9 - Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 21 h do dia 15 de julho de 2011.

Local	Temp (°C)	Umidade (%)	Dir (°)	Vel (m/s)	Vento (Escala Beaufort)	ID (°C)	Sensação Térmica
Aero	21,0	33,1	89,7	2,3	Brisa Leve	18,4	Pouco Frio
Cond	19,9	38,2	91,1	1,3	Brisa Branda	17,9	Pouco Frio
CF	14,8	65,0	292,1	0,0	Calmo	14,6	Ligeiramente Frio
FSM	19,7	38,9	64,3	1,0	Brisa Branda	17,8	Pouco Frio
RG	17,1	51,1	40,0	1,3	Brisa Branda	16,2	Pouco Frio
Centro	21,9	-	25,7	0,5	Brisa Branda	-	-
VB	19,3	29,0	40,4	0,1	Calmo	17,3	Pouco Frio
UNE	18,7	33,3	272,0	0,0	Calmo	17,0	Pouco Frio
UNI	22,1	16,1	179,8	0,2	Calmo	18,4	Pouco Frio

Para entender a diferença entre as dinâmicas ocorridas entre o período da manhã e da tarde é preciso considerar que os sistemas de alta pressão dificultam os processos de convecção; logo a atmosfera se aquece rapidamente e com isto a umidade relativa também varia consideravelmente. À noite, a falta de cobertura de nuvens favorece a perda radioativa de calor, resultando nas variações das sensações térmicas discutidas.

No geral, os dados do período vespertino e noturno representaram as dinâmicas típicas que atuam durante o inverno, principalmente em relação aos baixos valores de umidade. Devido à variedade de configurações termohigrométricas sobre as áreas de estudo se verificaram diferentes situações de conforto térmico, ainda assim a sensação de desconforto por frio predominou.

Para este período de inverno, pode-se observar que as baixas velocidades do vento contribuíram para caracterizar o tempo estável que predominou na atmosfera da região Sudeste do Brasil durante este período. Assim, é de suma importância considerar a dinâmica da direção e velocidade do vento sobre o meio urbano, pois este tem a função de dispersar poluentes durante situações atmosféricas estáveis.

Nas duas primeiras semanas de julho de 2011 as temperaturas foram baixas em relação à segunda quinzena, ainda assim as anomalias térmicas (máxima e mínima) sobre a área de estudo foram positivas (CPTEC/INPE, 2011d).

(...) na segunda quinzena, as mínimas excederam os valores médios históricos no centro-sul do Brasil, principalmente no sul do Mato Grosso do Sul em São Paulo e no Paraná, onde os valores ficaram acima da média em até 5°C (CPTEC/INPE 2011e).

Segundo o CPTEC/INPE (2011d), a precipitação pluvial mensal foi marcada pela anomalia negativa na região. De acordo com os dados do CIIAGRO o mês de julho registrou que a precipitação pluvial foi 29,1 mm menor que a média, bem como a anomalia térmica esteve 0,3 °C maior em relação à média, considerando o mês de julho entre os anos de 2001 e 2012. Tais anomalias podem ser o reflexo das condições oceânicas e atmosféricas que ainda mostravam “alguns sinais do fenômeno *La Niña* na região equatorial do Oceano Pacífico” (CPTEC/INPE, 2011e).

No episódio analisado a mesma massa de ar seca sobre grande parte do território brasileiro permaneceu por vários dias (CPTEC/INPE, 2011d), favorecendo as baixas umidades analisadas. Tal situação durante o dia 15 de julho pode ser visualizado na Figura 23, com destaque para o sudoeste paulista.

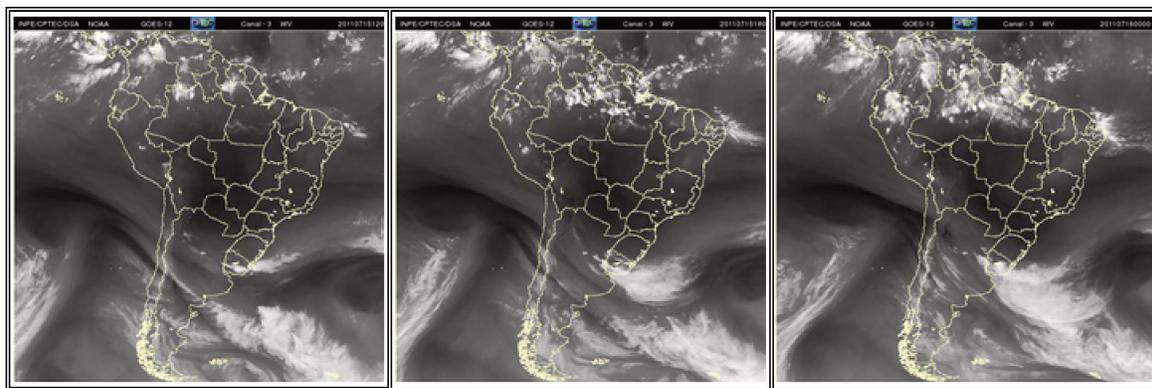


Figura 23 - Imagens de satélite (a) às 9 h, (b) às 15 h e (c) às 21 h no dia 15 de julho de 2011. Fonte: CPTEC/INPE - Imagens GOES.

O CPTEC/INPE (2011f) detectou valores de umidade relativa do ar abaixo dos 20,0 % em diversas localidades, como registrado nos arquivos de casos significativos deste

dia: “Umidade esteve baixa por mais um dia no interior do país. Os menores valores de umidade chegaram a 16 % em Cuiabá-MT, Rondonópolis-MT, Lins-SP e Ibitinga-SP”.

4.5 Análise das variáveis coletadas em 14 de fevereiro de 2012.

Se no episódio do verão de 2011 (24 de janeiro), anteriormente analisado, predominaram condições atmosféricas favoráveis à estabilidade, este episódio de verão se diferencia por ter ocorrido instabilidade, o que tende a refletir em diferentes dinâmicas climáticas e também em sensações térmicas diversas.

No período da manhã foi marcada a máxima temperatura (22,7 °C) no Ribeirão Grande e mínima (21,5 °C) no Centro. Na Figura 24 é possível observar tal distribuição, na qual se nota que quanto mais próximo do Centro de Ourinhos menores os valores, apesar da baixa amplitude (1,2 °C).

Na Figura 25 observa-se o campo higrométrico, cuja máxima de 97,1 % se deu no Centro e a mínima de 80,5 % ocorreu na UNIMED, resultando na amplitude de 16,6 %. Com exceção do Centro, os demais pontos mostraram valores esperados, ou seja, menores em áreas mais densamente urbanizadas. Entretanto, todos os pontos apresentaram condições favoráveis para ocorrer a saturação da umidade do ar e, portanto, precipitação.

Em relação aos demais pontos em análise, apenas a situação encontrada no centro da cidade mostrou um padrão diferente tanto para o campo térmico (menor valor) quanto para o campo higrométrico (maior valor).

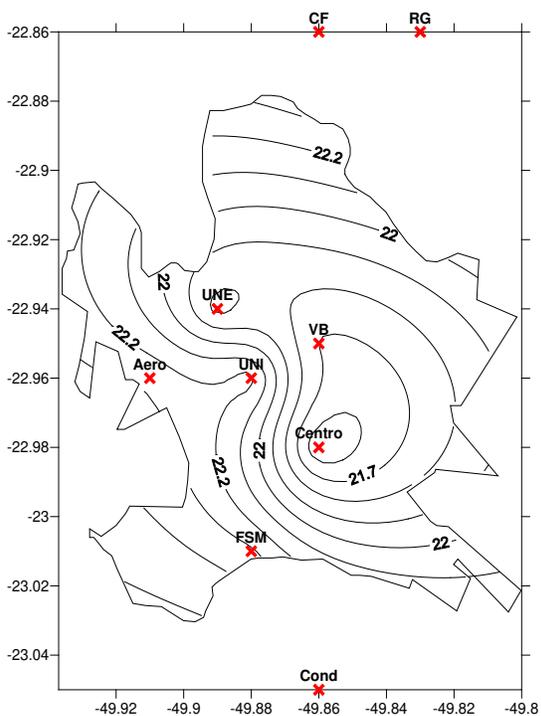


Figura 24 - Temperatura às 9 h, no dia 14 de fevereiro de 2012.

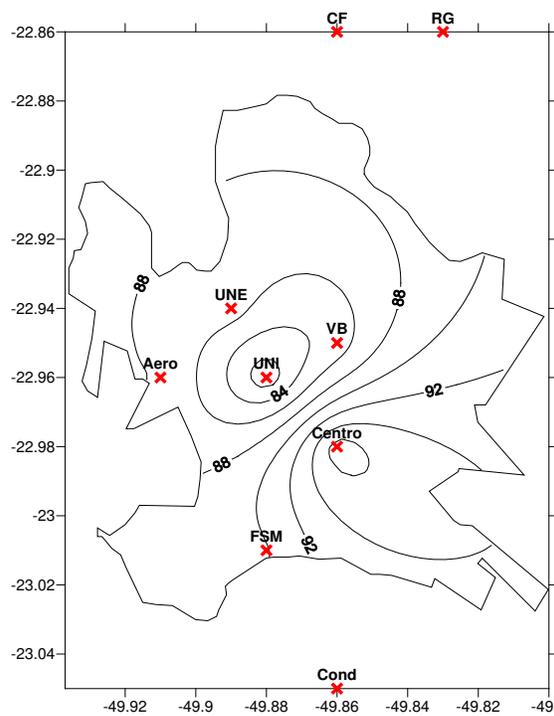


Figura 25 - Umidade às 9 h, no dia 14 de fevereiro de 2012.

O comportamento do vento para o episódio matutino pode ser acompanhado pela Tabela 10. No que se refere à direção, é observável que estas predominaram entre os graus 90 (leste) e 180 (sul) em cinco pontos e nas demais localidades as direções foram diversas.

Nota-se, também, que a velocidade foi máxima (1,7 m/s, brisa branda) no condomínio. Ainda houve brisa branda sobre boa parte da área de estudo. As mínimas ocorreram no Ribeirão Grande, na UNESP e na UNIMED (abaixo de 0,5 m/s, vento calmo), as quais, devido à presença arbórea, impediu o livre deslocamento do vento sobre a superfície. Nesta ocasião, o Aeroporto, diferentemente do observado em outros momentos, não foi o lugar a registrar o maior valor (1,3 m/s, brisa branda).

A partir das variáveis higrométrica e térmica, verifica-se que o ID mostrou dois padrões de sensação (Tabela 7). A sensação térmica da zona urbana (ou seja, em 6 pontos) foi classificada como tempo ligeiramente fresco (igual ou abaixo de 21,9 °C), enquanto nas demais (os 3 pontos afastados da malha urbana) a mesma foi tido como confortável (pouco acima de 22,0 °C).

Como as condições de desconforto devido ao frio implicam em estresse fisiológico para o ser humano, estas tendem a serem prejudiciais para a saúde, com diferentes graus de acordo com as condições da atmosfera. No caso da sensação de tempo ligeiramente fresco pode haver constrição dos vasos sanguíneos (principalmente nas extremidades do corpo).

Tabela 10 - Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 9 h do dia 14 de fevereiro de 2012.

Local	Temp (°C)	Umidade (%)	Dir (°)	Vel (m/s)	Vento (Escala Beaufort)	ID (°C)	Sensação Térmica
Aero	22,3	87,9	135,8	1,3	Brisa Branda	21,8	Ligeiramente Fresco
Cond	22,6	90,8	277,0	1,7	Brisa Branda	22,2	Confortável
CF	22,6	89,7	119,6	1,0	Brisa Branda	22,1	Confortável
FSM	22,3	89,8	97,2	0,5	Brisa Branda	21,9	Ligeiramente Fresco
RG	22,7	90,6	113,9	0,3	Calmo	22,3	Confortável
Centro	21,5	97,1	45,0	0,7	Brisa Branda	21,4	Ligeiramente Fresco
VB	21,7	84,8	168,3	1,2	Brisa Branda	21,1	Ligeiramente Fresco
UNE	21,8	87,1	279,2	0,3	Calmo	21,2	Ligeiramente Fresco
UNI	22,2	80,5	213,9	0,0	Calmo	21,4	Ligeiramente Fresco

Às 15 h, a amplitude foi de 1,4 °C, quando a temperatura foi máxima na UNIMED (29,0 °C) e o menor valor foi registrado na Vila Brasil (27,6 °C). Na Figura 26 pode-se visualizar como se configurou a distribuição dos dados.

É importante considerar que a Vila Brasil está dentro da zona urbana (muito próxima de bairros com relativa densidade habitacional), mas também próxima do Rio Pardo. Assim, diante de determinadas condições climáticas regionais, suas configurações locais podem influenciar o comportamento dos elementos meteorológicos, já que ambientes urbanos favorecem o aquecimento do ar, enquanto ambientes naturais amenizam este processo.

Para a umidade relativa do ar (Figura 27) foi verificado que a máxima ocorreu no condomínio, com 65,0 %, e a mínima foi de 25,8 % na UNIMED. Assim, a amplitude resultante foi de 39,2 %. Observou-se que persistiu o padrão de menores valores localizados dentro do espaço urbano, sobretudo na área do hospital da UNIMED. O valor registrado neste ponto (25,8 %) pode ser considerado como estado de atenção para a saúde humana.

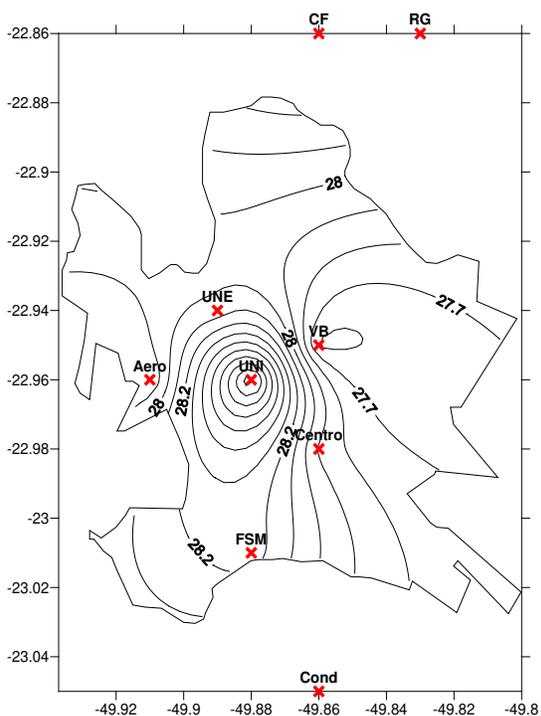


Figura 26 - Temperatura às 15 h, no dia 14 de fevereiro de 2012.

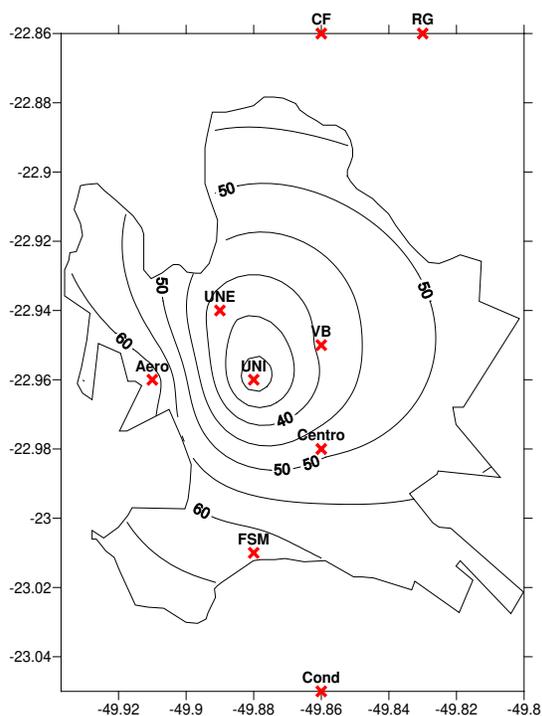


Figura 27 - Umidade às 15 h, no dia 14 de fevereiro de 2012.

Quanto ao vento, no período vespertino a direção não apresentou um padrão predominante (Tabela 11). Contudo, observou-se que a UNESP, por exemplo, apresentou direções que, na maioria das vezes, variam entre 180 (sul) e 270° (oeste). A velocidade máxima foi de 3,8 m/s (brisa fraca) na Vila Brasil, sendo que no Aeroporto e no Ribeirão Grande foram registrados valores muito próximos (3,7 m/s), por outro lado, as mínimas ocorreram na UNESP e na UNIMED, com 1,3 e 1,6 m/s (brisa branda), respectivamente.

A sensação térmica continuou a apresentar dois padrões (Tabela 11). Nas áreas mais afastadas do Centro (incluindo a Fazenda Santa Maria e o Aeroporto) esta foi de ligeiramente quente (ID de 25,4 °C, aproximadamente), enquanto no Centro, na Vila Brasil, na UNESP e na UNIMED a sensação foi de conforto (ID médio de 23,5 °C).

Salienta-se que as características ambientais afetam, principalmente, as atividades desenvolvidas em locais abertos, pois condições térmicas inadequadas (aquelas associadas ao desconforto por calor, por exemplo) estão associadas a menor rentabilidade do trabalho humano. Assim, em ambientes fechados é comum haver consumo de energia para condicioná-los e garantir condições de conforto.

Tabela 11 - Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 15 h, do dia 14 de fevereiro de 2012.

Local	Temp (°C)	Umid (%)	Dir (°)	Vel (m/s)	Vento (Escala Beaufort)	ID (°C)	Sensação Térmica
Aero	27,8	63,3	109,7	3,7	Brisa Fraca	25,1	Ligeiramente Quente
Cond	27,8	65,0	306,8	2,0	Brisa Leve	25,3	Ligeiramente Quente
CF	28,4	63,2	81,6	2,3	Brisa Leve	25,6	Ligeiramente Quente
FSM	28,3	63,4	108,8	1,9	Brisa Leve	25,5	Ligeiramente Quente
RG	28,3	64,5	79,9	3,5	Brisa Fraca	25,6	Ligeiramente Quente
Centro	27,9	48,9	8,0	2,6	Brisa Leve	24,1	Confortável
VB	27,6	41,4	148,3	3,8	Brisa Fraca	23,4	Confortável
UNE	28,0	36,8	267,1	1,3	Brisa Branda	23,3	Confortável
UNI	29,0	25,8	188,3	1,6	Brisa Branda	23,1	Confortável

A amplitude térmica durante o episódio das 21 h foi de 2,2 °C e a configuração das isotermas pode ser acompanhada através da Figura 28. Sobre a UNIMED foi observada a máxima de 21,7 °C, enquanto a mínima ocorreu no Aeroporto, cuja estação registrou 19,5 °C.

Ressalta-se que muitas das análises realizadas têm mostrado que no Centro e na UNIMED são recorrentes os valores máximos de temperatura no período noturno (tal como foi o caso das situações analisadas anteriormente).

Por outro lado, também se nota que, às 9 h, nestas mesmas localidades têm sido registrados os menores valores de temperatura. Tais dados confirmam que as características do entorno destes pontos favoreceram situações microclimáticas de transição.

Apesar da amplitude de 29,0 %, foi verificado que todos os valores coletados de umidade relativa do ar puderam ser considerados como ideais. A máxima umidade se deu no Ribeirão Grande e a mínima foi na UNIMED, as quais marcaram 94,0 e 65,0 %, respectivamente (Figura 19).

Quanto ao Ribeirão Grande, além de estar localizada em uma área com presença de cultivo de soja ou milho e de resquícios de vegetação nativa (solo permeável), a proximidade a um dos afluentes do rio Pardo contribui também para a ocorrência de elevados índices higrométricos.

Observou-se que apesar dos valores higrométricos terem apresentado números dentro do nível aceitável, ainda persistiu relativamente baixo na UNIMED (acompanhado de máxima temperatura).

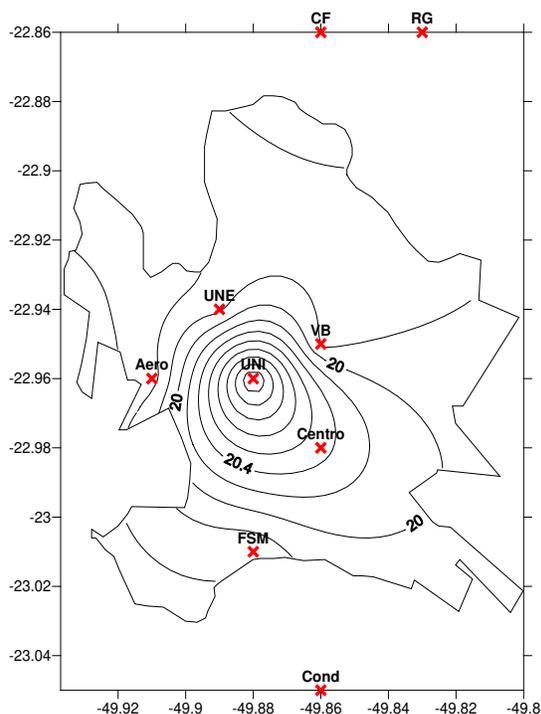


Figura 28 - Temperatura às 21 h, no dia 14 de fevereiro de 2012.

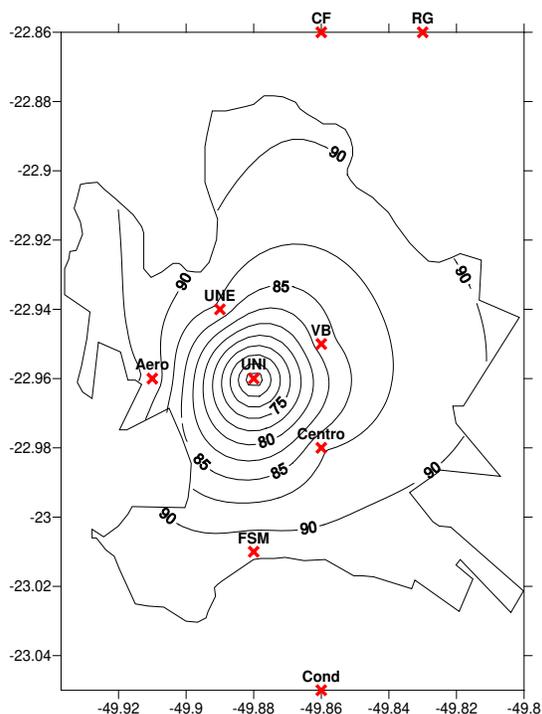


Figura 29 - Umidade às 21 h, no dia 14 de fevereiro de 2012.

A distribuição da direção do vento às 21 h (Tabela 11) ainda se manteve muito próxima das configurações do episódio referente às 15 h, ou seja, continuou a não haver um padrão de vento. A máxima velocidade ocorreu no Centro (3,5 m/s, brisa fraca) e a mínima foi localizada na UNESP (0,3 m/s, brisa branda).

Dos dados analisados, notou-se que, apenas nesta ocasião de tempo instável, a velocidade do vento não foi máxima no Aeroporto; no entanto a mesma continuou a registrar valores elevados. As mínimas continuaram a ocorrer nos pontos em que há vegetação arbórea próxima das estações.

Conforme a Tabela 11 ressalta-se que em todas as áreas o ID médio de 19,6 °C promoveu a sensação de tempo ligeiramente fresco, já que basicamente a temperatura foi de 20,1 °C. Para que a maior parte dos pontos alcançasse a sensação de confortável seria

necessário que a média térmica fosse de pelo menos 22,5 °C, pois a umidade mais alta ou mais baixa que a média (a qual foi de 87,0 %) não promoveria o conforto.

Tabela 12 - Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 21 h, do dia 14 de fevereiro de 2012.

Local	Temp (°C)	Umidade (%)	Dir (°)	Vel (m/s)	Vento (Escala Beaufort)	ID (°C)	Sensação Térmica
Aero	19,5	92,1	53,1	2,4	Brisa Leve	19,3	Ligeiramente Fresco
Cond	19,8	91,6	206,8	0,6	Brisa Branda	19,5	Ligeiramente Fresco
CF	20,1	90,2	49,7	1,0	Brisa Branda	19,8	Ligeiramente Fresco
FSM	19,6	91,7	92,6	1,4	Brisa Branda	19,4	Ligeiramente Fresco
RG	19,9	94,0	32,4	2,2	Brisa Leve	19,7	Ligeiramente Fresco
Centro	20,5	87,2	337,7	3,5	Brisa Fraca	20,1	Ligeiramente Fresco
VB	19,8	83,9	105,0	1,7	Brisa Branda	19,3	Ligeiramente Fresco
UNE	19,7	87,1	270,8	0,3	Calmo	19,4	Ligeiramente Fresco
UNI	21,7	65,0	170,9	2,4	Brisa Leve	20,3	Ligeiramente Fresco

Nesse mês, o fenômeno *La Niña* continuou a ser observado na bacia do Pacífico Equatorial, ainda que sinalizando transição para condições de neutralidade (CPTEC/INPE, 2012a). Assim a anomalia negativa de 28,4 mm para o mês de fevereiro de 2011, em relação à média de 2001-2012, pode ser decorrente dos efeitos regionais deste evento climático de escala global. Também há de se considerar que, de acordo com o CPTEC/INPE (2012b):

O mês de fevereiro teve pouca chuva e muito calor na região Sudeste do Brasil, devido à intensificação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, que adentrou uma crista para o leste do país. A umidade relativa do ar ficou baixa em vários municípios de SP, do RJ e de MG. Além disso [sic] o bloqueio atmosférico gerado pela alta manteve as frentes frias, que foram nove (9) no máximo no sul do RS.

Contudo, durante este episódio a ZCOU esteve atuando sobre a região de estudo (Figura 30), conforme explicou o boletim sinótico do CPTEC/INPE (2012c). Tal sistema contribuiu para o volume de 33,0 mm de precipitação pluvial no dia 14 de janeiro de 2012 (dados do CIIAGRO), conseqüentemente para valores mais altos de umidade relativa, se comparado com períodos de atmosfera estável durante o verão.

No geral, a anomalia negativa da temperatura foi de 0,2 °C para Ourinhos, em relação à média histórica. O baixo valor indica que a variável esteve próxima dos valores esperados.

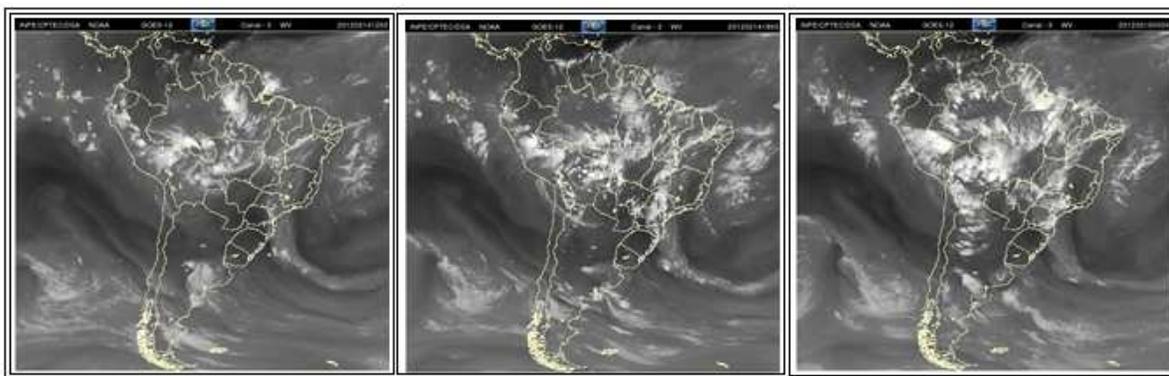


Figura 30 - Imagens de satélite (a) às 9 h, (b) às 15 h e (c) às 21 h no dia 14 de fevereiro de 2012.
Fonte: CPTEC/INPE - Imagens GOES.

Entende-se que esta atmosfera instável desempenhou um importante papel para as variações referentes aos índices de desconforto encontrados, já que nesta época do ano é comum a ocorrência de valores térmicos superiores a 30,0 °C, principalmente no período vespertino, acompanhados de umidades relativas menores do que aquelas encontradas para esta situação em específico.

Apesar de não ter havido um padrão predominante da direção dos ventos nos períodos da tarde e da noite, destaca-se que a distribuição deste elemento (direção e velocidade) é importante ao se considerar à possibilidade de introdução de poluentes para dentro da área da cidade, principalmente em relação à localização de indústrias ou outras fontes poluidoras.

4.6 Análise das variáveis coletadas em 9 de junho de 2012.

Na análise dos elementos meteorológicos e das sensações térmicas atreladas a estes, considerando a estação do inverno de 2012, avaliaram-se os episódios das 9, 15 e 21 h do dia 9 de junho de 2012, período que foi marcado por temperaturas relativamente baixas, devido à passagem de um sistema frontal.

No período matutino a máxima térmica foi encontrada no Córrego Fundo e no Ribeirão Grande, onde foram registrados 24,7 °C, enquanto no Centro a temperatura foi de 13,9 °C, marcando a mínima. Nesta ocasião a amplitude foi de 0,8 °C, a menor mediante as situações anteriormente analisadas. A distribuição espacial dos dados pode ser observada na Figura 31, na qual se nota o mesmo padrão verificado em outras ocasiões, ou seja, as menores temperaturas em áreas mais urbanizadas no período da manhã.

Quanto à umidade relativa do ar observou-se que o máximo valor foi registrado na Fazenda Santa Maria (85,4 %) e os valores mínimos ocorreram na Vila Brasil e na UNESP (74,5 e 74,4%, respectivamente), o que equivale a afirmar que a amplitude foi de apenas 11,0 %. Na Figura 32 é visto que a mesma distribuição de valores mais baixos ocorreu nos pontos mais internos da malha urbana de Ourinhos.

Quando se deixa de considerar a UNIMED, a UNESP apresenta constantes valores higrométricos relativamente mais baixos que os demais pontos (vide Anexo 8). Tais configurações espaciais exemplificam bem como elementos e fatores climáticos se relacionam.

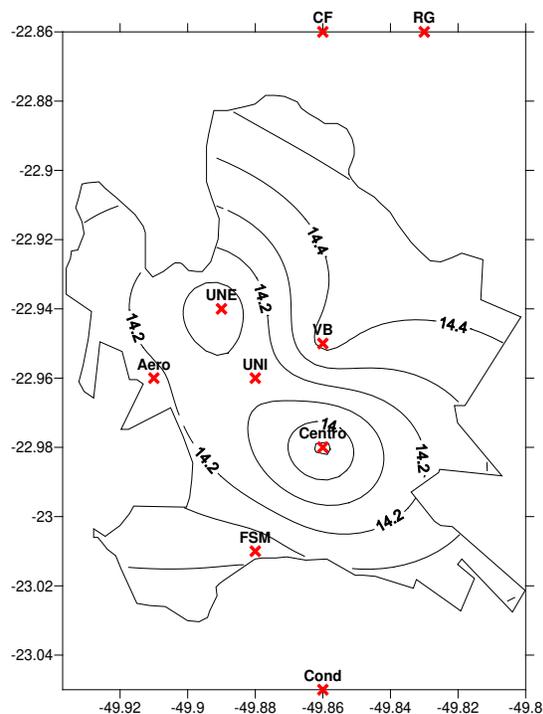


Figura 31 - Temperatura às 9 h, no dia 9 de junho de 2012.

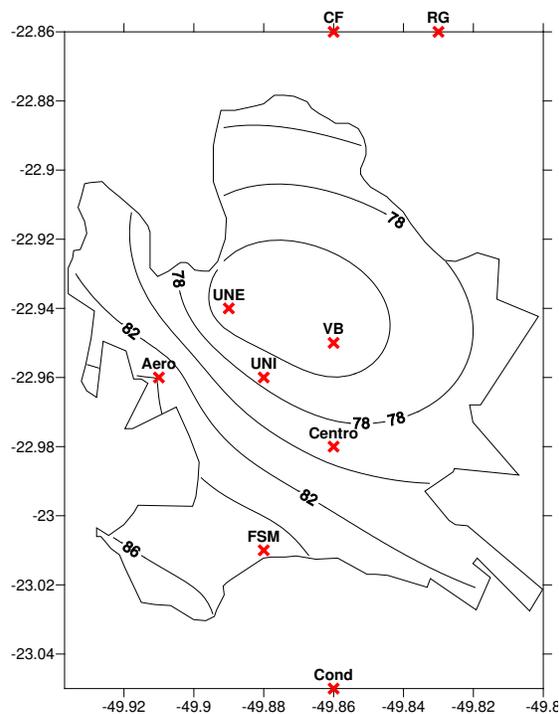


Figura 32 - Umidade às 9 h, no dia 9 de junho de 2012.

O comportamento do vento para este episódio de junho de 2012 pode ser acompanhado pela Tabela 13. A velocidade foi máxima no Aeroporto, seguido pelo Ribeirão Grande (3,8 e 3,5 m/s, respectivamente, brisa fraca), ainda houve brisa leve e brisa branda sobre boa parte da área de estudo, sendo que as mínimas ocorreram na Fazenda Santa Maria e na UNESP (abaixo de 0,5 m/s, ventos calmos), situação que se repetiu com certa frequência, de acordo com o Anexo 9.

Apesar do valor da velocidade do vento registrado no Ribeirão Grande, entende-se que este foi um caso isolado, já que este ponto, como já discutido em situações anteriores, está entre os que registram os mais baixos valores.

No que se refere à direção do vento pode-se observar que voltou a predominar ventos que se dirigem entre os graus 90 (leste) e 180 (sul). Este padrão foi comum no Aeroporto, no Córrego Fundo, na Fazenda Santa Maria e na Vila Brasil, por exemplo.

Mediante os dados de temperatura e umidade relativa, analisados anteriormente, verificou-se que o ID foi de, aproximadamente, 14,4 °C, o que caracterizou a sensação de tempo ligeiramente frio em todos os pontos de análise (Tabela 13). Neste caso, ainda que a umidade variasse para mais ou para menos, a sensação térmica ainda seria a mesma. Assim, as temperaturas mais baixas foram favoráveis à ocorrência do desconforto térmico, conseqüentemente para o resfriamento do corpo humano.

Tabela 13 - Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 9 h do dia 9 de junho de 2012.

Local	Temp (°C)	Umid (%)	Dir (°)	Vel (m/s)	Vento (Escala Beaufort)	ID (°C)	Sensação Térmica
Aero	14,2	84,0	151,8	3,8	Brisa Fraca	14,3	Ligeiramente Frio
Cond	14,6	84,7	0,1	1,9	Brisa Leve	14,6	Ligeiramente Frio
CF	14,7	83,4	129,2	3,1	Brisa Leve	14,7	Ligeiramente Frio
FSM	14,4	85,4	143,4	0,5	Calmo	14,4	Ligeiramente Frio
RG	14,7	84,7	137,6	3,5	Brisa Fraca	14,6	Ligeiramente Frio
Centro	13,9	79,1	142,3	1,3	Brisa Branda	13,9	Ligeiramente Frio
VB	14,4	74,5	195,9	1,6	Brisa Branda	14,4	Ligeiramente Frio
UNE	14,0	74,4	270,4	0,4	Calmo	14,1	Ligeiramente Frio
UNI	-	-	-	-	-	-	-

Às 15 h foi registrada a máxima temperatura (19,4 °C) no Córrego Fundo e a mínima (18,4 °C) ocorreu no Centro, de maneira que a amplitude foi de 1,0 °C. Na Figura 33, de modo geral, nota-se o comportamento desta variável na área de estudo. Mais uma vez repetiu-se o padrão de menores temperaturas nas partes mais urbanizadas, distribuição esta que tem sido recorrente tanto no período da manhã, quanto no da tarde, enquanto o oposto tende a acontecer à noite (de acordo com os dados do Anexo 10).

A umidade relativa do ar foi a maior na Fazenda Santa Maria e no Ribeirão Grande (71,1 e 71,2 %, respectivamente) e a menor na UNESP (44,6 %), resultando em uma amplitude de 26,6 %. Destaca-se que, apesar de não ter sido possível incluir os dados da UNIMED, na Figura 34 é possível verificar uma situação similar, ou seja, menores valores em ambientes mais urbanizados.

As condições higrométricas às 9h em todos os pontos não mais se verificou às 15 h, pois o Centro, a Vila Brasil e a UNESP registraram valores abaixo do recomendado.

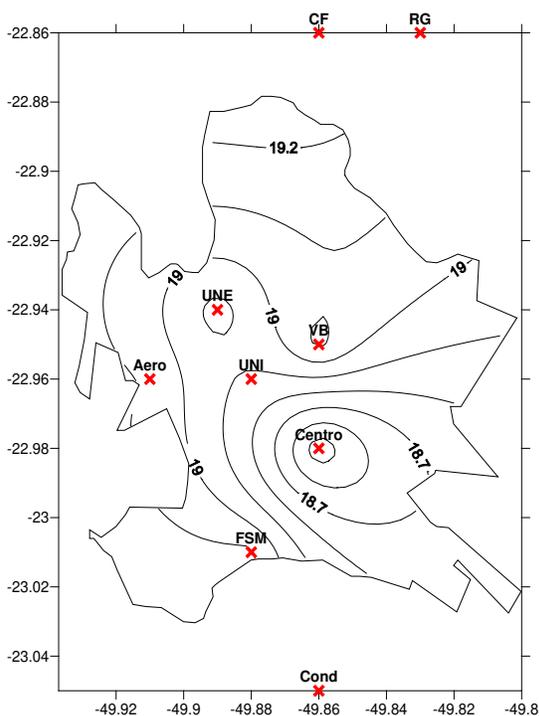


Figura 33 - Temperatura às 15 h, no dia 9 de junho de 2012.

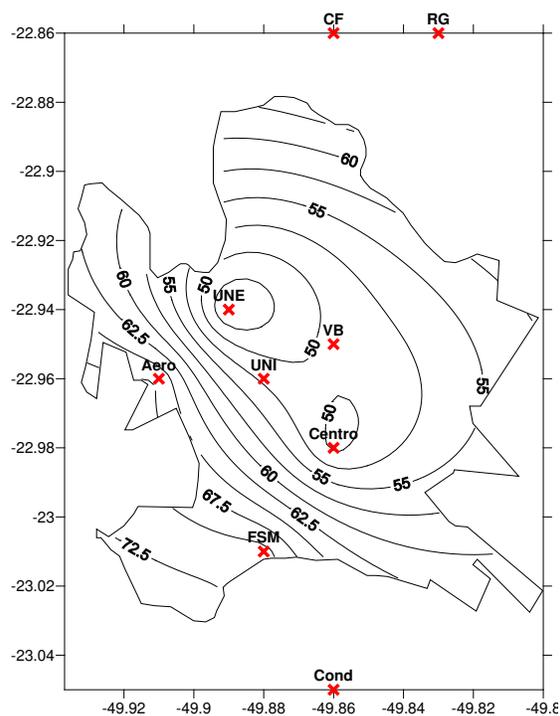


Figura 34 - Umidade às 15 h, no dia 9 de junho de 2012.

O deslocamento do vento às 15 h é observado na Tabela 14. A velocidade máxima continuou a ser registrada pelo Aeroporto (5,6 m/s, brisa moderada) e a mínima ocorreu na Fazenda Santa Maria (1,0 m/s, brisa branda).

Quanto à direção, metade dos pontos teve sentido sudeste (entre 90 e 180°), a Fazenda Santa Maria e a Vila Brasil tiveram sua orientação voltada para o sentido sudoeste (entre 180 e 270°) e apenas na UNESP o vento se direcionou para oeste (278°). Tal análise reforçou a característica da predominância de ventos que sopram para o sul, ainda que variando entre leste e oeste.

Mais uma vez todos os dados apresentaram sensação de desconforto por frio, mais especificamente de pouco frio, com ID médio de 18,1 °C (Tabela 14), apresentando uma forte atuação do sistema climático sobre Ourinhos. Este foi o único episódio do período da tarde que mostrou condições termohigrométricas favoráveis ao desconforto por frio.

Tabela 14 - Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 15 h do dia 9 de junho de 2012.

Local	Temp (°C)	Umid (%)	Dir (°)	Vel (m/s)	Vento (Escala Beaufort)	ID (°C)	Sensação Térmica
Aero	19,1	67,3	148,5	5,6	Brisa Moderada	18,3	Pouco Frio
Cond	19,0	70,0	7,8	2,3	Brisa Leve	18,2	Pouco Frio
CF	19,4	69,8	130,7	3,3	Brisa Leve	18,6	Pouco Frio
FSM	19,1	71,1	211,3	1,0	Brisa Branda	18,4	Pouco Frio
RG	19,2	71,2	143,3	4,8	Brisa Fraca	18,4	Pouco Frio
Centro	18,4	49,3	140,8	2,8	Brisa Leve	17,3	Pouco Frio
VB	19,1	50,8	198,1	4,5	Brisa Fraca	17,9	Pouco Frio
UNE	18,9	44,6	278,1	1,9	Brisa Leve	17,5	Pouco Frio
UNI	-	-	-	-	-	-	-

Na Figura 35 veem-se as isotermas das 21 h. Nesta ocasião a máxima foi registrada no Centro (16,0 °C) e a mínima foi no Córrego Fundo e na Fazenda Santa Maria (14,9 °C, simultaneamente). A amplitude de 1,1 °C foi a menor quando comparada com os dados térmicos noturnos dos episódios anteriores. De todos os dados analisados, a amplitude máxima é maior à noite (em média 3,5 °C) e menor na parte da manhã (em média 2,3 °C).

Tal situação reflete adequadamente uma situação de clima tipicamente urbano, já que as cidades (devido às suas características inerentes), de modo geral, têm maior

capacidade para reter mais energia térmica em relação ao seu entorno, ainda que por poucas horas após o pôr do sol, sobretudo quando o céu se encontra nublado.

Com uma amplitude de 17,7 %, a máxima umidade relativa do ar foi de 87,2 e 87,1 % para o Córrego Fundo e o Ribeirão Grande, respectivamente, enquanto a mínima de 69,5 % ocorreu no Centro. A Figura 36 mostra o comportamento espacial da umidade relativa, que refletiu adequadamente as condições microclimáticas dos pontos de estudo.

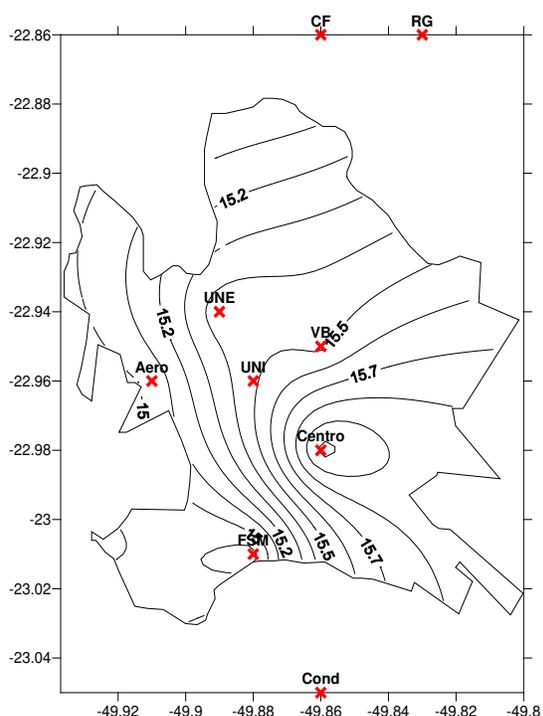


Figura 35 - Temperatura às 21 h, no dia 9 de junho de 2012.

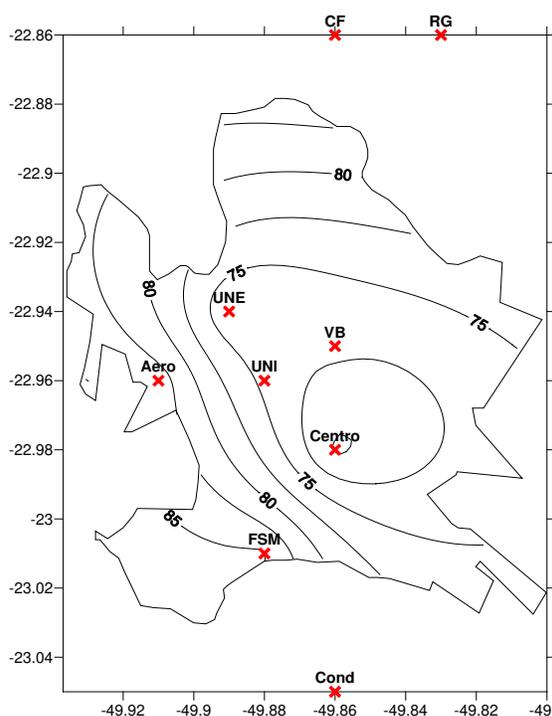


Figura 36 - Umidade às 21 h, no dia 9 de junho de 2012.

A análise da Tabela 15 atesta que, em Ourinhos, mais da metade das observações das direções do vento correspondeu ao sentido que, predominantemente, variou entre os graus 90 (leste) e 180° (sul). Quanto à velocidade, a máxima foi no Aeroporto da cidade (4,6 m/s, brisa fraca) e as mínimas ocorreram na Fazenda Santa Maria e na UNESP (0,6 e 0,8 m/s, respectivamente, brisa branda), distribuição já observada em outros períodos.

Ourinhos apresenta atualmente dois setores industriais funcionando, sendo que um deles está situado próximo ao Aeroporto e o outro na parte sudeste do espaço urbano. O município ainda apresenta quatro áreas de implantação de novos parques industriais (um próximo da Vila Brasil, outro próximo ao Aeroporto e dois a sudeste da área urbana),

conforme pode ser visto no Anexo 11. A escolha de tais localizações deveria levar em consideração os elementos meteorológicos, principalmente o vento, uma vez que ajudaria a evitar muitos transtornos à saúde pública.

Às 21 h, os ID obtidos permitiram observar que a sensação térmica voltou a ser de tempo ligeiramente frio (Tabela 15). Como consequência fisiológica, de maneira geral, esta situação de desconforto por frio tende a provocar vasoconstrição. Assim, a fim de evitar o resfriamento do corpo e suas consequências para o organismo humano, portanto garantir condições adequadas, a sociedade sente a necessidade de, cada vez mais, criar ambientes artificializados, o que requer um maior consumo de energia, ou seja, de recursos naturais não renováveis. Todavia, tais necessidades poderiam ser evitadas se as administrações públicas considerassem a relação clima e cidade no planejamento e gerenciamento de seus diferentes espaços.

Tabela 15 - Temperatura, umidade relativa, vento (direção e velocidade) e índice de desconforto obtido às 21 h, do dia 9 de junho de 2012.

Local	Temp (°C)	Umid (%)	Dir (°)	Vel (m/s)	Vento (Escala Beaufort)	ID (°C)	Sensação Térmica
Aero	15,0	83,9	140,1	4,6	Brisa Fraca	15,0	Ligeiramente Frio
Cond	15,7	80,5	0,8	2,7	Brisa Leve	15,5	Ligeiramente Frio
CF	14,9	87,2	137,5	1,9	Brisa Leve	14,9	Ligeiramente Frio
FSM	14,9	85,3	159,6	0,6	Brisa Branda	14,8	Ligeiramente Frio
RG	15,1	87,1	128,5	2,4	Brisa Leve	15,1	Ligeiramente Frio
Centro	16,0	69,5	147,6	1,8	Brisa Leve	15,8	Ligeiramente Frio
VB	15,5	73,1	197,5	2,8	Brisa Leve	15,3	Ligeiramente Frio
UNE	15,5	73,0	262,9	0,8	Brisa Branda	15,3	Ligeiramente Frio
UNI	-	-	-	-	-	-	-

Destaca-se que, segundo o CPTEC/INPE (2012d), no mês de junho de 2012 “houve anomalias positivas significativas entre o PR, SP e MS que passaram de 200,0 mm em curto período de tempo”. A estação do CIIAGRO em Ourinhos, por exemplo, registrou um total de 287,1 mm de chuva, sendo que a média de 2011 a 2012 foi de 69,8 mm. Os altos valores de umidade relativa do ar, diferentemente do esperado, estiveram associados a esta anomalia de 217,3 mm. Segundo o mesmo órgão de pesquisa “Essas anomalias positivas é [sic] o reflexo, principalmente, do padrão observado pela passagem de cavados e de um

sistema frontal na segunda quinzena”. De maneira geral a temperatura de junho de 2012 apresentou apenas 0,1 °C acima da média histórica, que é de 18,7 °C.

De acordo com o CPTEC/INPE (2012d) no dia 2 adentrou o continente sul-americano a primeira das três frentes frias do mês que atingiram o Sudeste do Brasil. Essa frente estacionária, com características subtropicais, explicou as condições encontradas nos episódios do dia 9 de junho, já que este sistema favoreceu a queda significativa de temperatura sobre grande parte do território brasileiro (CPTEC/INPE, 2012e). Na Figura 37 é possível visualizar o sistema frontal já se dissipando.

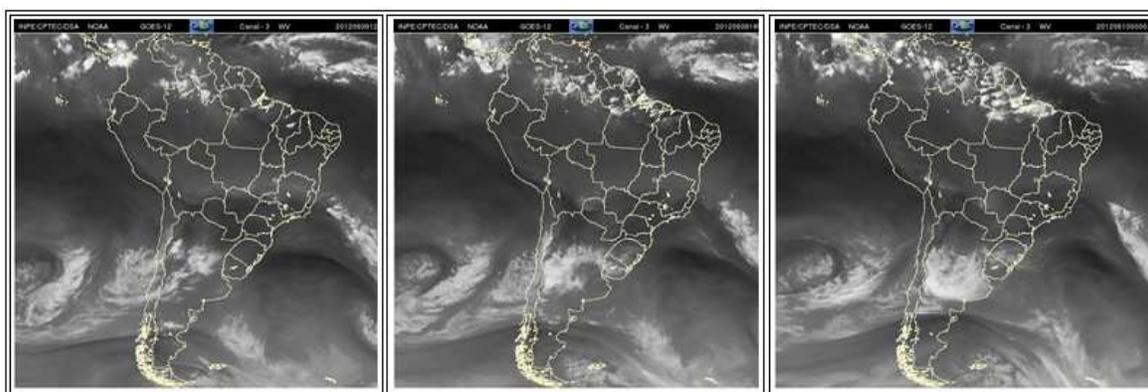


Figura 37 - Imagens de satélite (a) às 9 h, (b) às 15 h e (c) às 21 h, no dia 9 de junho de 2011. Fonte: CPTEC/INPE - Imagens GOES.

Dadas as discussões realizadas, entende-se que esta configuração sinótica foi favorável à ocorrência da sensação de desconforto térmico por frio. Assim, salienta-se que as condições do clima de escala regional predominaram sobre os fatores climáticos de escala local, de forma que, para cada horário, todos os pontos discutidos apresentaram as mesmas faixas de sensações térmicas.

4.7 Análise do coeficiente de determinação (R^2) e da evolução horárias das temperaturas (reais e simuladas).

As Figuras 38 a 49 se referem a evolução horária da temperatura da estação automática e do modelo, assim como o valor do coeficiente de determinação (R^2), tanto para o Centro, quanto para a Vila Brasil e UNESP, considerando os mesmos episódios apresentados anteriormente.

Nas colunas da esquerda estão dispostas as evoluções em 24 h das temperaturas calculadas pelo modelo microclimático *ENVI-met*. Todos os dados foram simulados a partir das 6 h do dia escolhido, uma vez que este horário é um período de baixa turbulência na atmosfera, reduzindo a margem de erros. Na linha mais escura têm-se as temperaturas da estação e a linha mais clara mostra a temperatura fornecida pelo programa, dadas as condições iniciais.

A evolução temporal pretendeu mostrar que tanto os dados coletados em campo quanto os simulados pelo *ENVI-met* apresentaram marcada similaridade entre si, ou seja, quanto mais a temperatura simulada estivesse próxima da temperatura medida, maior a precisão entre o modelo e o dado medido.

Nas colunas à direita observam-se os gráficos de dispersão dos dados a serem analisados, nos quais o eixo x representa a temperatura medida e o eixo y representa a temperatura simulada pelo *ENVI-met*. No canto inferior direito destes observa-se o coeficiente de determinação (R^2) de cada associação.

O coeficiente de determinação auxilia na explicação da estatística de associação do conjunto dos dados, ou seja, o quanto a variável dependente pode ser explicada pela variável independente. A escala do R^2 varia de 0,0 a 1,0, a qual pode ser convertida para porcentagem (de 0,0 a 100,0 %). Nota-se que quanto mais próximo de 1,0 maior é a associação (BARBETTA, 2005).

Comparando as Figuras 38, 39 e 40 (episódio de janeiro), as diferenças entre a temperatura medida e a temperatura simulada foram maiores no fim da tarde, tendo sido a máxima amplitude de 7,7 °C às 18 h no Centro e menores no início da simulação, sendo que às 8 h, para o caso da Vila Brasil, a simulação registrou temperatura idêntica a real.

O menor R^2 foi de 0,87, sendo que este valor ocorreu para simulação da Vila Brasil. O R^2 obtido no caso do Centro foi de 0,95 e da UNESP foi de 0,96, aproximadamente.

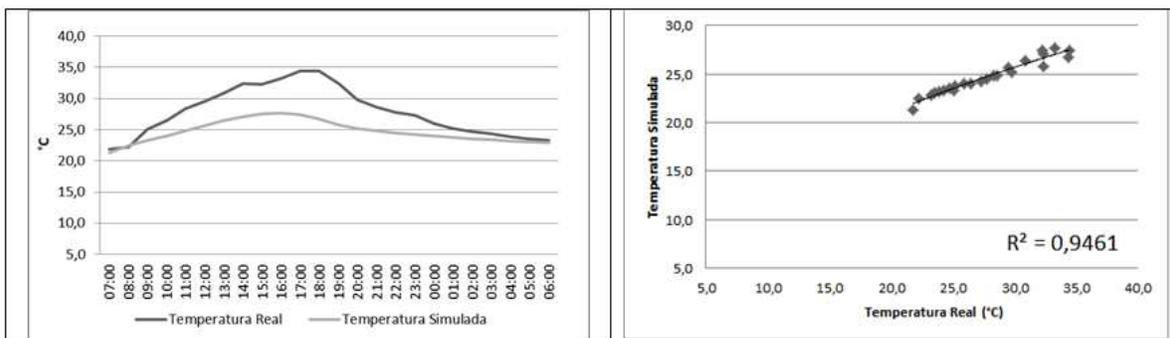


Figura 38 - Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 24 (7 h) e 25 (6 h) de janeiro de 2011, no Centro de Ourinhos.

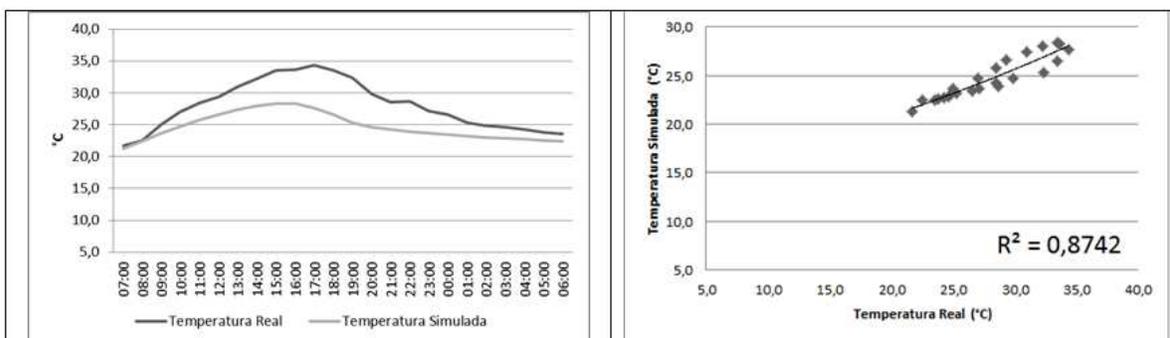


Figura 39 - Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 24 (7 h) e 25 (6 h) de janeiro de 2011, na Vila Brasil.

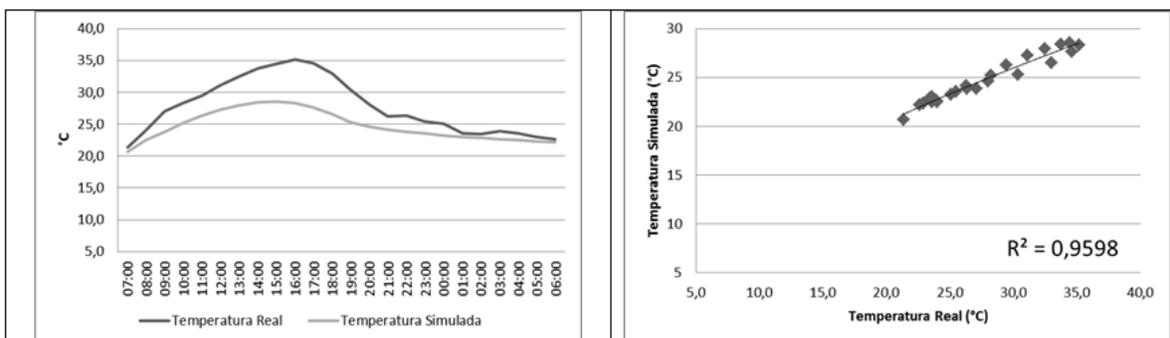


Figura 40 - Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 24 (7 h) e 25 (6 h) de janeiro de 2011, na UNESP.

Em relação aos dados de julho de 2011 (Figuras 41, 42 e 43), foi observada a maior diferença entre a temperatura medida e a simulada na UNESP, a qual ocorreu às 17 h (13,0 °C). Salienta-se que no Centro (às 10 h) e na UNESP (às 2 h) as amplitudes foram menores que 0,5 °C. O Centro apresentou o menor coeficiente de determinação ($R^2 = 0,88$). O R^2 tanto para a Vila Brasil quanto para a UNESP foi de 0,90 e 0,91, respectivamente.

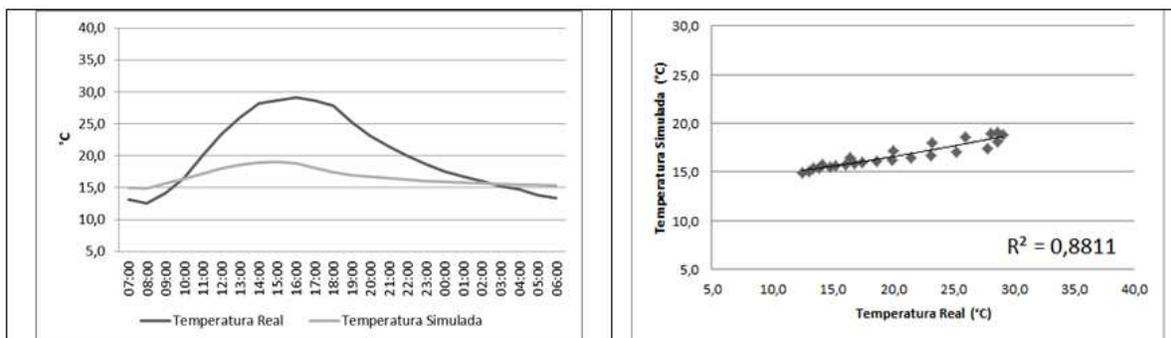


Figura 41 - Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 15 (7 h) e 16 (6 h) de julho de 2011, no Centro de Ourinhos.

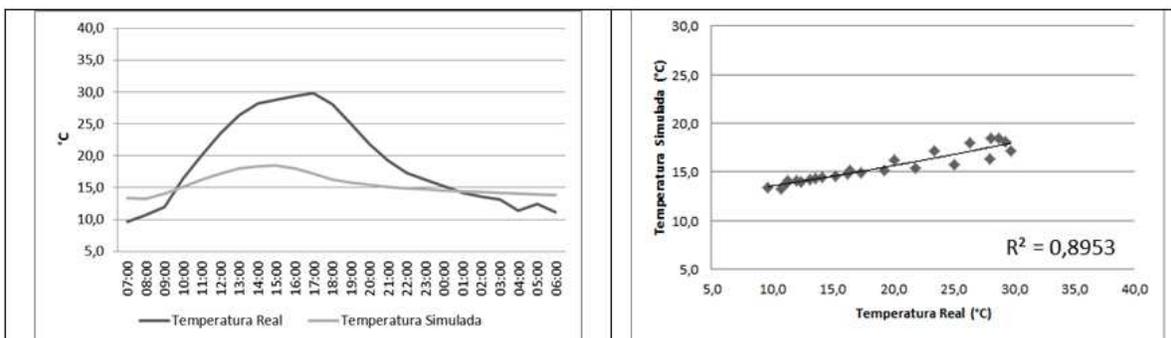


Figura 42 - Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 15 (7 h) e 16 (6 h) de julho de 2011, na Vila Brasil.

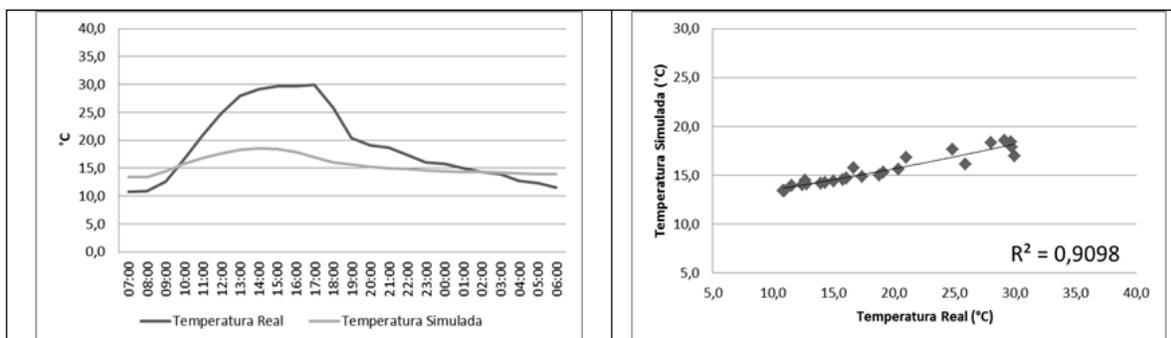


Figura 43 - Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 15 (7 h) e 16 (6 h) de julho de 2011, na UNESP.

Para os dados simulados em fevereiro de 2012 (Figuras 44, 45 e 46), o menor R^2 foi de 0,84, também referente ao Centro. O coeficiente de determinação para a Vila Brasil foi de 0,85 e para a UNESP foi de 0,86. A menor diferença entre a temperatura medida e a simulada ocorreu às 8 h e às 10 h no Centro. No fim da tarde as diferenças foram maiores, cuja amplitude foi de 3,7 °C às 14 h, também no Centro.

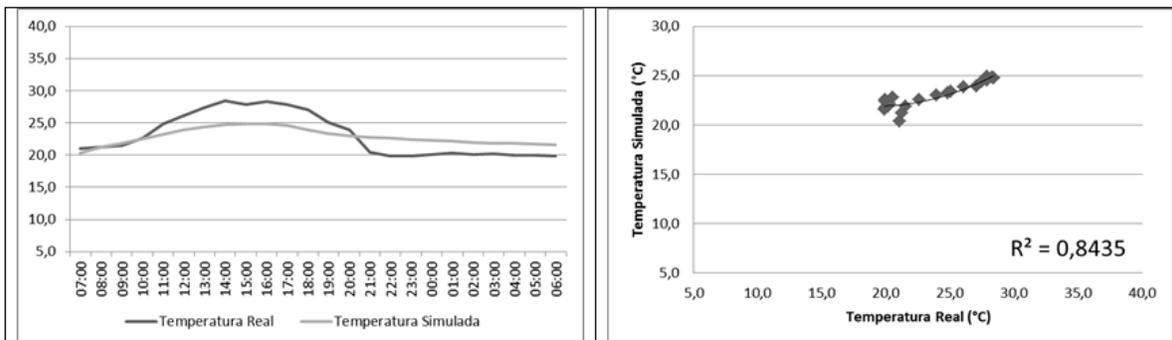


Figura 44 - Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 14 (7 h) e 15 (6 h) de fevereiro de 2012, no Centro de Ourinhos.

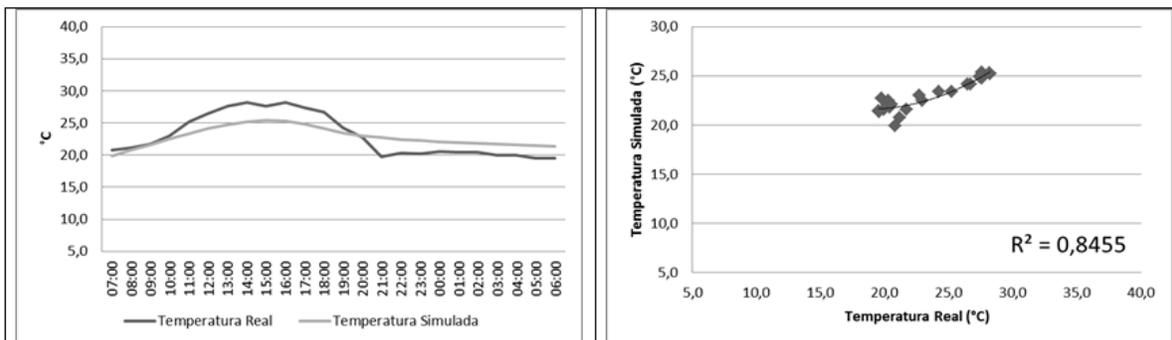


Figura 45 - Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 14 (7 h) e 15 (6 h) de fevereiro de 2012, na Vila Brasil.

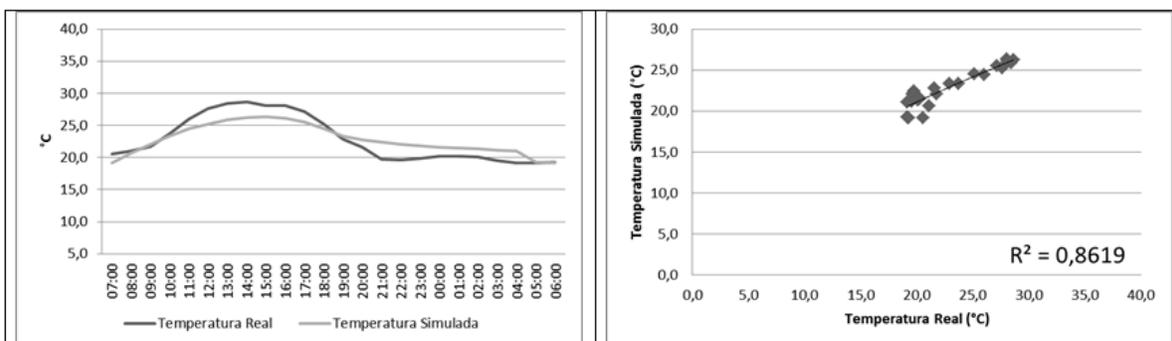


Figura 46 - Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 14 (7 h) e 15 (6 h) de fevereiro de 2012, na UNESP.

Quanto aos dados referentes a junho de 2012, o Centro apresentou R^2 de 0,70 (o menor valor), enquanto o coeficiente de determinação para a UNESP foi 0,77 e para a Vila Brasil foi de 0,80 (Figuras 47, 48 e 49). Os dados confirmam que às 13 h, na UNESP, a diferença entre a temperatura medida e a simulada teve a máxima amplitude de 3,7 °C, enquanto a menor diferença foi de 0,1 °C, às 19 h, também na UNESP.

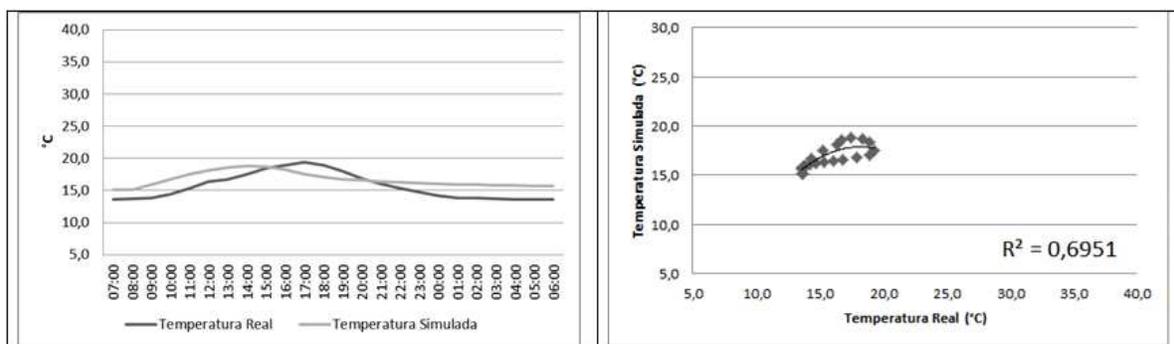


Figura 47 - Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 9 (7 h) e 10 (6 h) de junho de 2012, no Centro de Ourinhos.

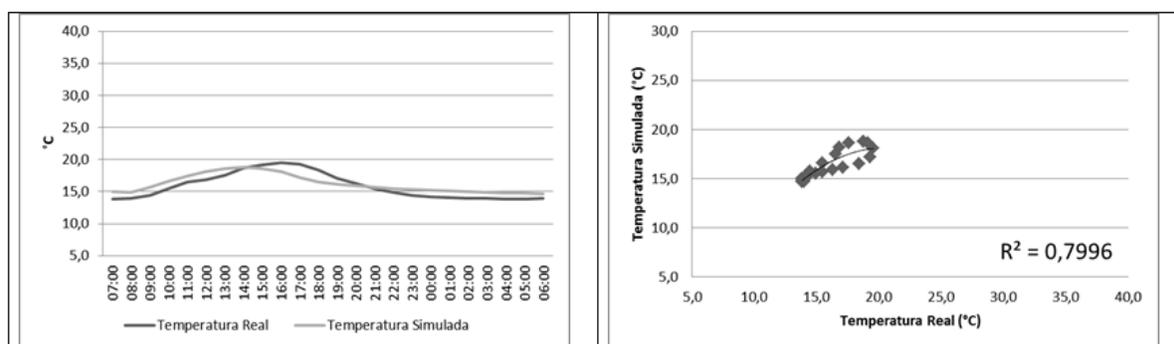


Figura 48 - Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 9 (7 h) e 10 (6 h) de junho de 2012, na Vila Brasil.

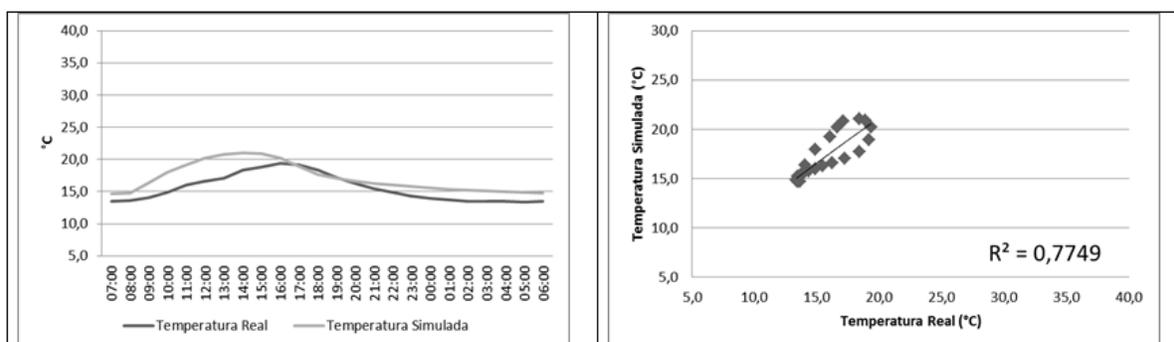


Figura 49 - Evolução horária das temperaturas e coeficiente de determinação entre os dias 9 (7 h) e 10 (6 h) de junho de 2012, na UNESP.

De modo geral, ambas as informações (evolução horária dos dados e coeficiente de determinação) demonstram que o modelo responde adequadamente as variações das temperaturas analisadas. Essa é uma forma de calibrar o modelo com as condições de um determinado local.

No geral, todos os valores do coeficiente de determinação ficaram acima de 0,70. Assim, considerando os locais analisados, as temperaturas foram explicadas em pelo menos 70,0 % pelas temperaturas medidas em campo, segundo o modelo tridimensional *ENVI-met*, enquanto o resíduo das variações encontradas pode ser atribuído a outros fatores, que pode ser devido a ajustes do modelo, por exemplo.

A média das diferenças entre os dados medidos e os simulados foi de 1,1 °C. Ressalta-se que a variação dos elementos meteorológicos:

(...) não representa um dado de entrada, [assim] o programa tende a acompanhar uma curva senoidal padrão, ignorando eventuais alterações ocorridas nas condições do céu (...). As pequenas diferenças notadas entre dados simulados e dados reais podem estar associadas à forma específica em que a temperatura foi medida, à falta de informação espacial pela delimitação de resolução do programa ou, ainda, a diversas condições climáticas que a área pode estar sujeita e que nem sempre são previstas pelo modelo, que age de forma mais generalizada (NAKATA; SOUZA; FARIA, 2012).

Na versão atual do *ENVI-met* (3.0) os dados de saída são calculados partindo-se de pressuposto do que é esperado para aquela condição inicial, enquanto a versão 4.0 do modelo (ainda em teste) prevê a possibilidade de definir a variação diária das condições meteorológicas da área de interesse (BRUSE, 2009c).

Jansson (2006) e Emmanuel, Rosenlind e Johansson (2007) citados por Carfan (2011) também consideraram algumas limitações do modelo, o qual “tem a tendência de subestimar a variação horária da temperatura, superestima a TMR e a absorção da radiação pelas fachadas”. Nos casos analisados acima foi possível notar a tendência do modelo em subestimar a temperatura.

Pode-se verificar, também, que as maiores diferenças entre a variável medida e a simulada se deram por volta das 17 h, sobretudo em julho de 2012, quando as altas amplitudes ocorridas podem ter contribuído para tal comportamento. Por outro lado, as horas

iniciais e as horas finais apresentaram as menores diferenças, principalmente quanto aos dados referente a fevereiro de 2012, neste caso o tempo nublado favoreceu a baixa variação térmica.

Considerando ter obtido valores de temperatura próximos do valor medido, de forma genérica, pode-se considerar que os demais parâmetros analisados também responderam satisfatoriamente.

4.8 Análise da TMR e dos índices PMV e PPD do dia 24 de janeiro de 2011.

Como já discutido anteriormente, no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h, a atmosfera esteve instável, diferentemente das 15 h, quando esteve atuando em escala sinótica a borda oeste do ASAS, o qual contribuiu para a estabilidade atmosférica, bem como para as elevadas temperaturas observadas.

É importante considerar que, segundo Ali-Toudor (2005, *apud* Carfan 2011), “os fluxos de radiação expressos pela TMR tem papel dominante no verão com relação ao conforto térmico. A temperatura do ar e a velocidade do vento têm papel secundário, pois variam menos com a geometria urbana que a TMR”.

Acentua-se que os valores considerados confortáveis de TMR devem estar entre 10,0 e 40,0 °C, segundo a ISO 7730/1994.

Na região central de Ourinhos, tanto às 9 h (Figura 50) quanto às 15 h (Figura 51), foram predominantes os valores superiores a 50,0 °C, mesmos nas partes gramadas (em verde claro). No primeiro horário a variável chegou a 90,0 °C (em vermelho, quando a radiação solar atinge o lado esquerdo dos prédios), enquanto no segundo horário esta variável foi maior que 90,0 °C (em rosa escuro, quando a radiação solar atinge o lado direito dos mesmos). A TMR ficou abaixo 40,0 °C (tons de azul) apenas nas áreas arborizadas, uma vez que este tipo de vegetação dificulta a incidência de radiação solar diretamente sobre a superfície e o aquecimento do ar que está sobre esta.

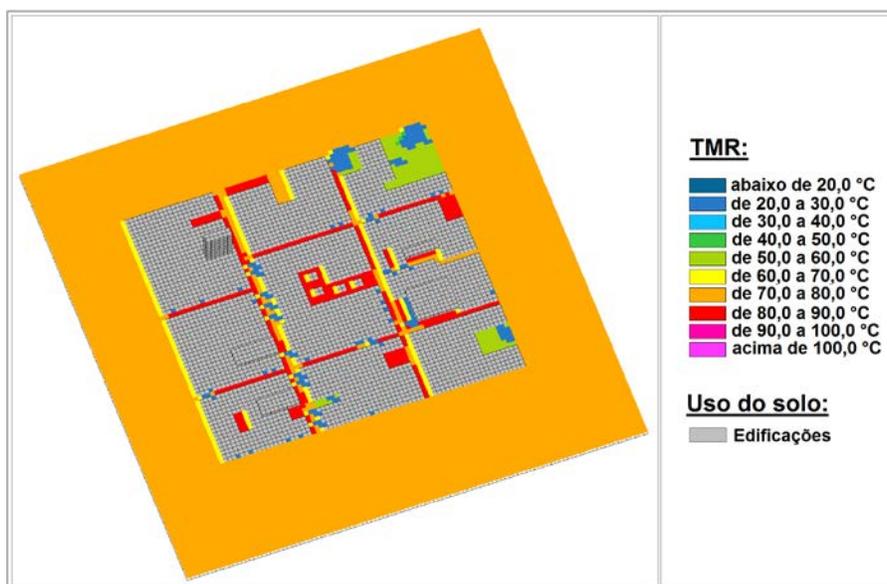


Figura 50 - TMR no Centro no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.

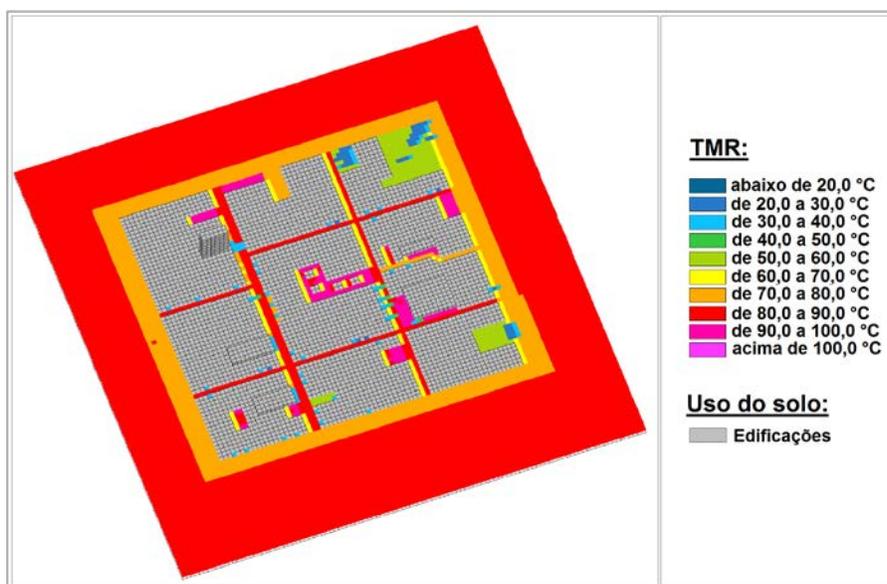


Figura 51 - TMR no Centro no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.

Quanto ao PMV, nota-se que, apenas às 9 h (Figura 52), as partes arborizadas no Centro apresentaram valores correspondentes à sensação de conforto térmico (entre -0,5 e 0,5, em amarelo), mas, no geral, o índice esteve acima de 1,5 (tendendo a quente). Às 15 h houve valores acima de 2,5 (tendendo a muito quente), com predomínio de PMV superior a 4,5, o que demonstram ter havido desconforto por calor em toda a área de estudo (Figura 53).

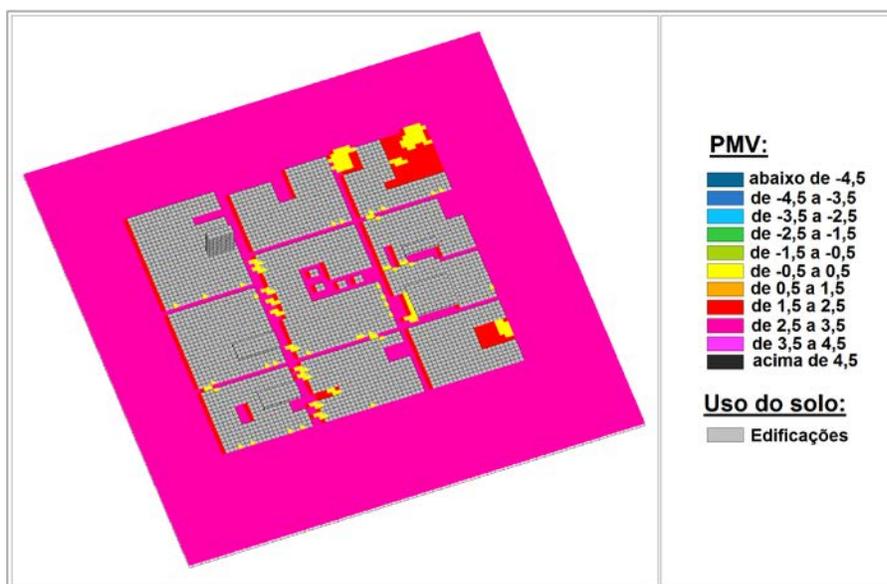


Figura 52 - PMV no Centro no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.

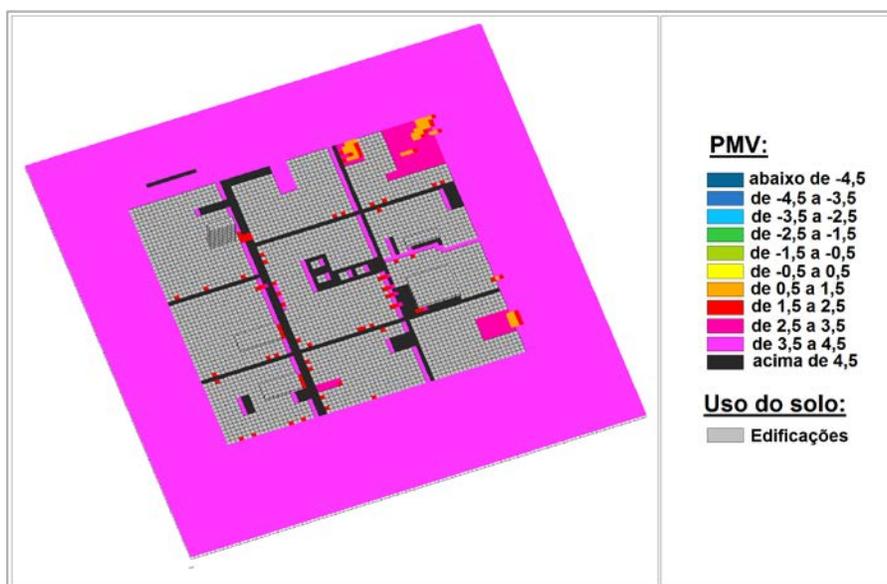


Figura 53 - PMV no Centro no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.

Apenas às 9 h, no Centro (nas partes com a presença de vegetação arbórea, em azul escuro) houve PPD menor do que 10,0 % (Figura 54), situação similar ao PMV (Figura 56). Assim, somente nestas restritas áreas houve possibilidade de ocorrer conforto para a maior parte da população, conforme a ISO 7730/1994. Nas demais áreas, sobretudo às 15 h (Figura 55), a situação é bem diferente, tendo sido o mínimo encontrado de 30,0 % (pontos em verde escuro).



Figura 54 - PPD no Centro no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.

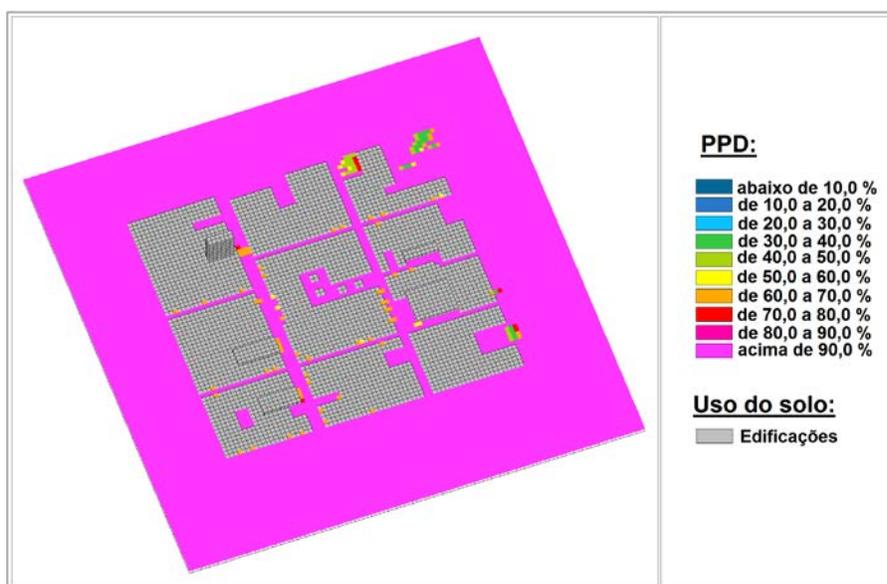


Figura 55 - PPD no Centro no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.

Sobre a Vila Brasil houve uma ampla região de TMR com valores de 60,0 °C (em amarelo, sobre a superfície gramada) a 90,0 °C (em vermelho, sobre a calçada) em ambos os horários, mas também se verificam valores aceitáveis nas áreas sombreadas pelos prédios e pelas árvores (variações do azul), conforme se visualiza nas Figuras 56 e 57. Contudo, às 15 h, os valores chegaram a 100,0 °C nas imediações dos prédios (em rosa

escuro), uma vez que à tarde a radiação é mais intensa. Apenas as áreas sombreadas, seja pelos prédios ou pelas árvores, marcaram valores abaixo de 40,0 °C.

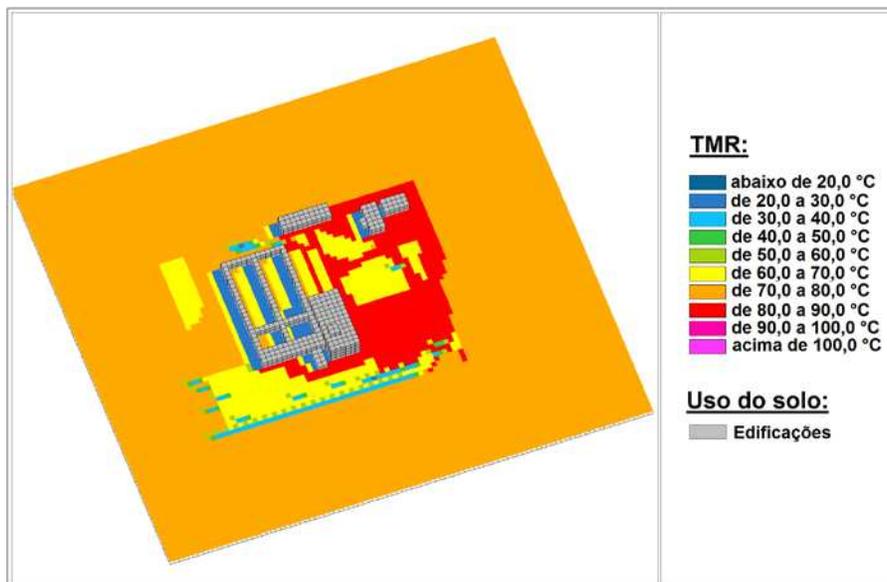


Figura 56 - TMR na Vila Brasil no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.

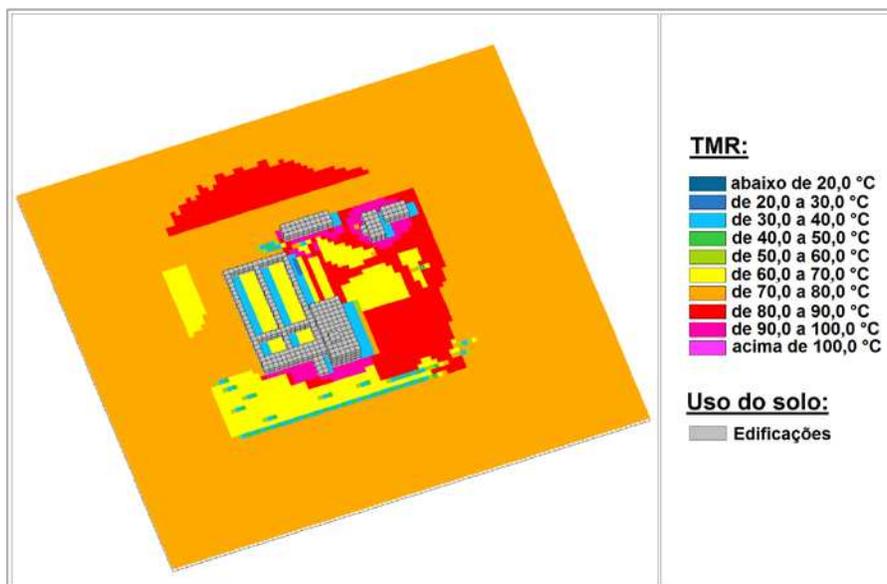


Figura 57 - TMR na Vila Brasil no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.

Às 9 h na Vila Brasil o PMV (Figura 58) foi superior a 1,5 (tendendo a quente, em vermelho), sendo que sobre a calçada o índice foi superior a 3,5 (em rosa claro); no lado

sombreado dos prédios (à esquerda) e sob algumas árvores, ocorreram valores ideais e apenas parte destas localidades foi coincidente com a TMR. Às 15h (Figura 59), o PMV apresentou valores superiores a 4,5 (tendendo a muito quente) e mesmo as partes em que a TMR foi menor que 40,0 °C não coincidiu com valores ideais do PMV.

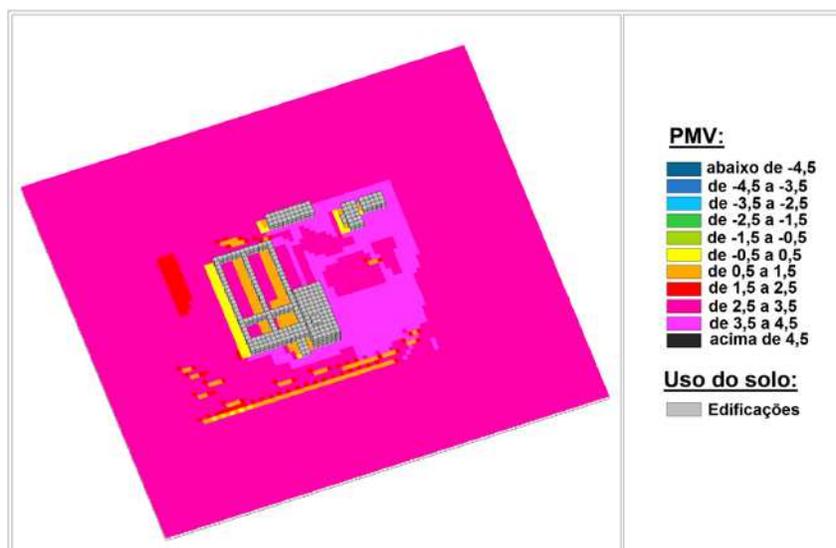


Figura 58 - PMV na Vila Brasil no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.

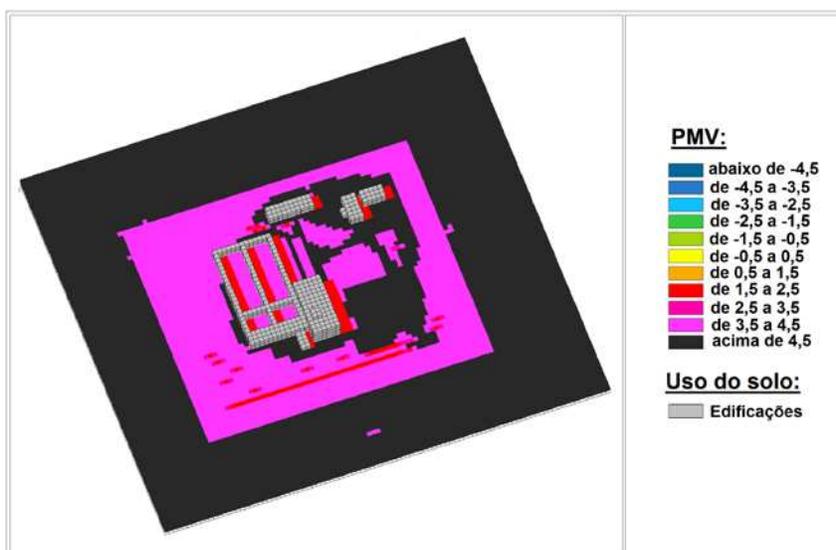


Figura 59 - PMV na Vila Brasil no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.

Às 9h (Figura 60), as mesmas áreas que apresentaram valores de TMR e PMV dentro do ideal são as mesmas em que o PPD ficou abaixo de 10,0 % (azul escuro). Nas demais o índice foi superior a 80,0 % (rosa escuro), valor que reforça a ocorrência de desconforto por calor. Às 15h (Figura 61), os menores valores foram de 60,0 % (laranja), os quais não deixam dúvidas de que não houve qualquer lugar em que se poderia estar termicamente confortável.

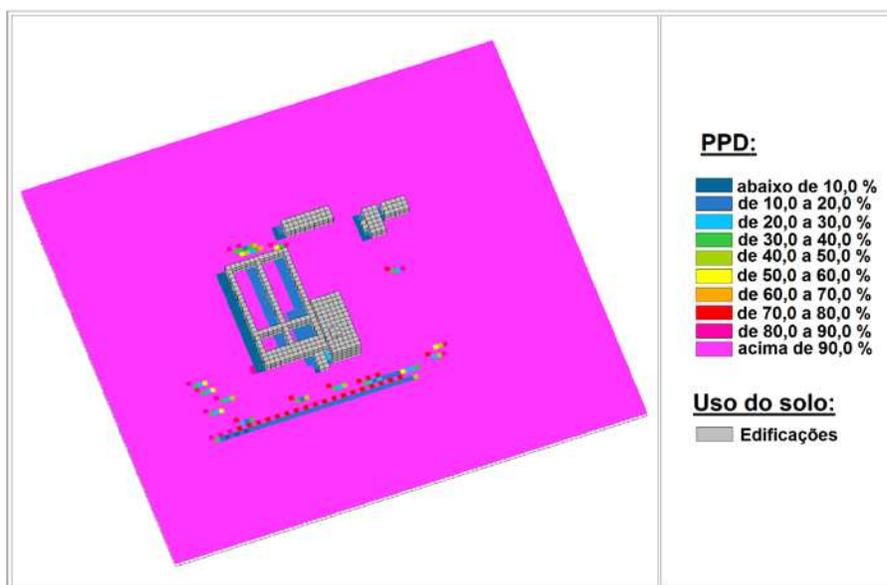


Figura 60 - PPD na Vila Brasil no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.

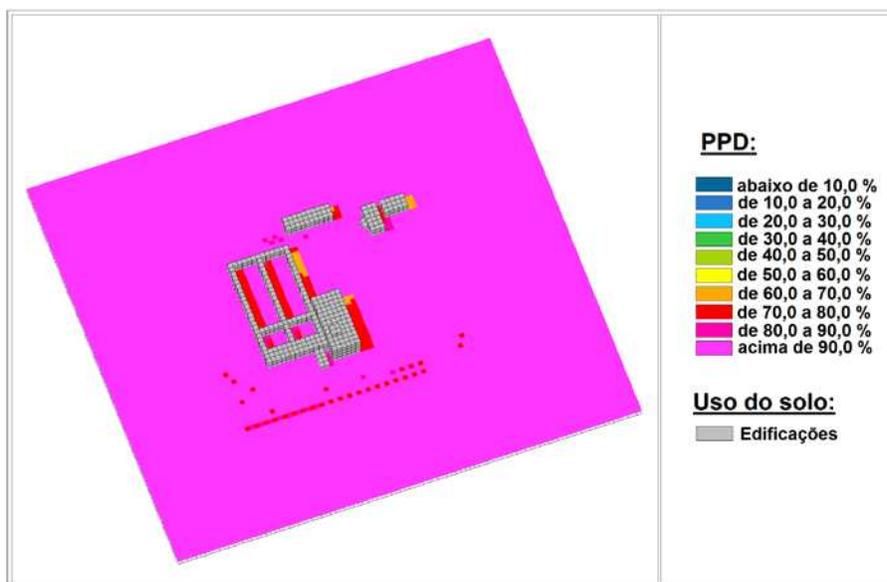


Figura 61 - PPD na Vila Brasil no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.

Na UNESP a TMR esteve acima dos valores ideais quando o sol incide diretamente na calçada à direita (Figura 62), onde a variável chegou a passar de 80,0 °C (em vermelho). À tarde (Figura 63), a sombra projetada pelo prédio diminui a intensidade da radiação que chega apenas sobre uma pequena parte desta calçada (TMR < 40,0 °C). Mesmo sobre a área gramada da UNESP a TMR permaneceu elevada para ambos os horários (entre 60,0 e 70,0 °C).

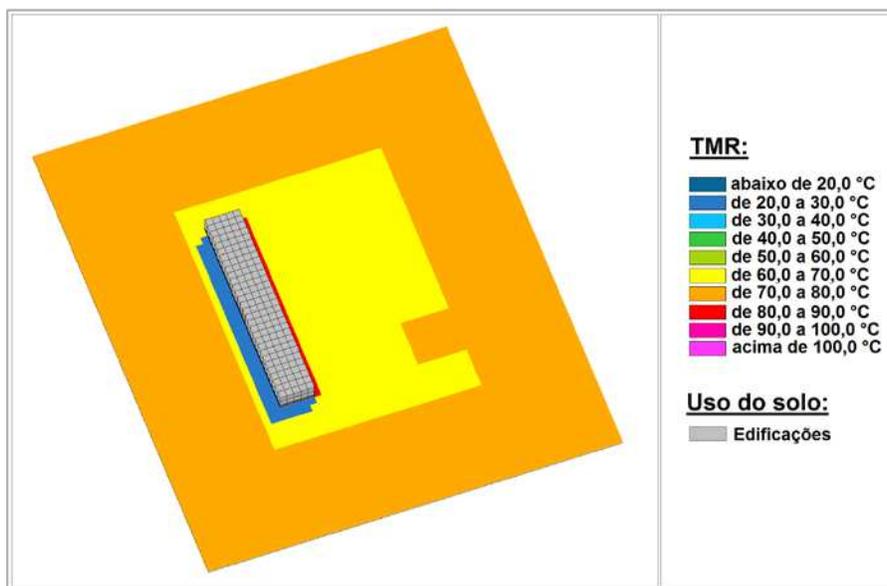


Figura 62 - TMR na UNESP no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.

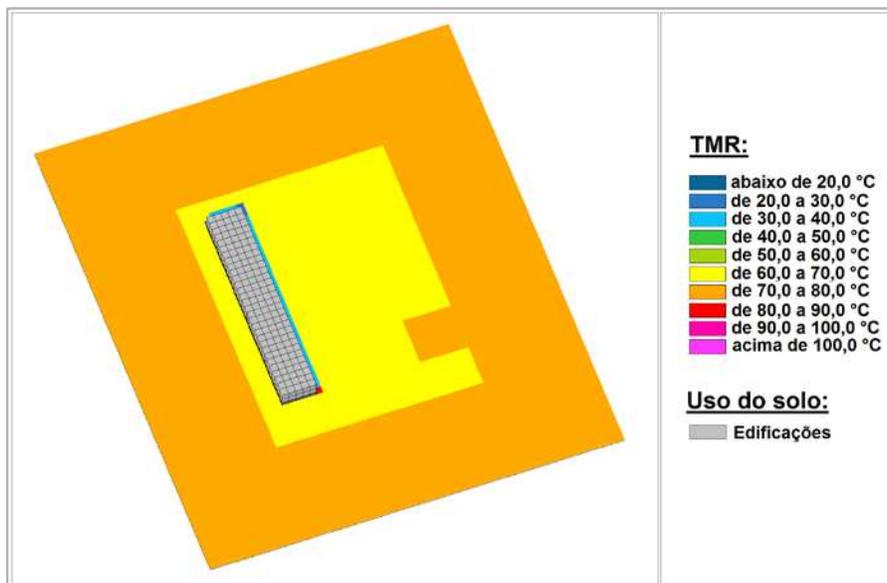


Figura 63 - TMR na UNESP no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.

Os valores de PMV na UNESP variaram de 0,5 (tendendo a levemente quente, em laranja) a valores maiores que 4,5 (muito quente, em preto), ainda que tenha havido TMR menor que 40,0 °C. Em nenhum horário houve conforto térmico (Figuras 64 e 65). Atenta-se para o fato de que não há árvores neste local, diferentemente das demais áreas analisadas, nas quais tais espécies colaboram para que o índice fosse menor.

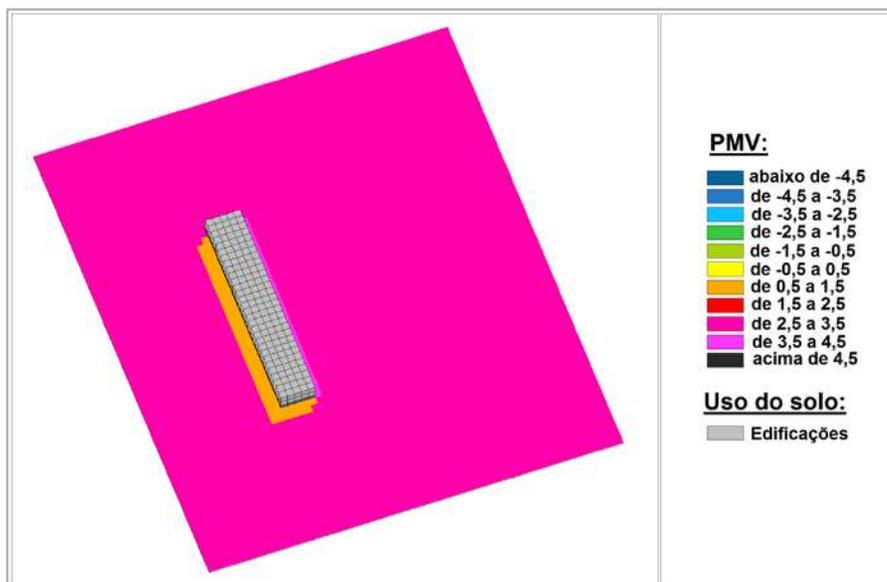


Figura 64 - PMV na UNESP no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.

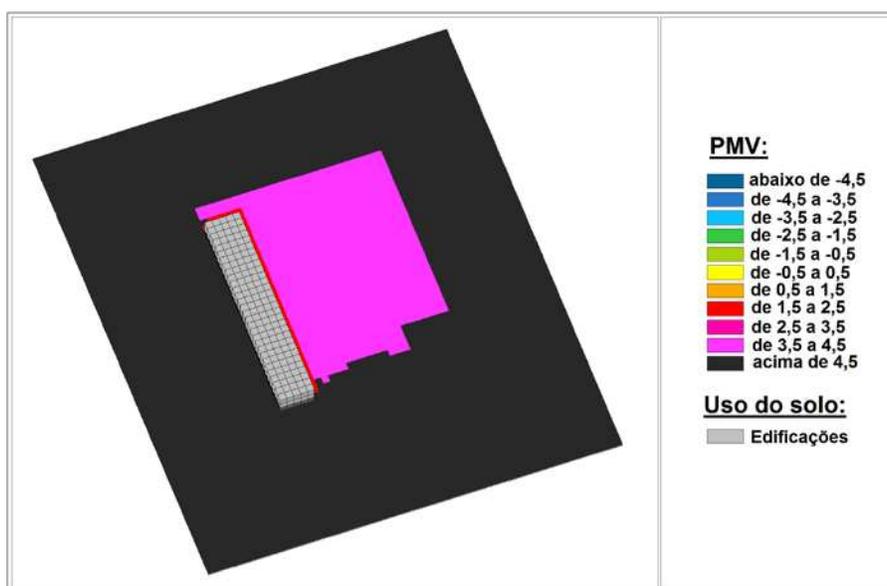


Figura 65 - PMV na UNESP no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.

Os valores de PPD na UNESP ficaram acima de 90,0 % (em rosa claro) na área exposta ao sol. Contudo, mesmo nas partes sombreadas, ao redor do prédio, não foram encontrados valores dentro da faixa considerada como confortável, em nenhum horário. A Figura 66 indica que mais de 10,0 % (em azul) dos usuários estariam insatisfeitos com as condições térmicas ao redor do prédio, enquanto na Figura 67 o mesmo índice é superior a 80,0 % (faixa vermelha).

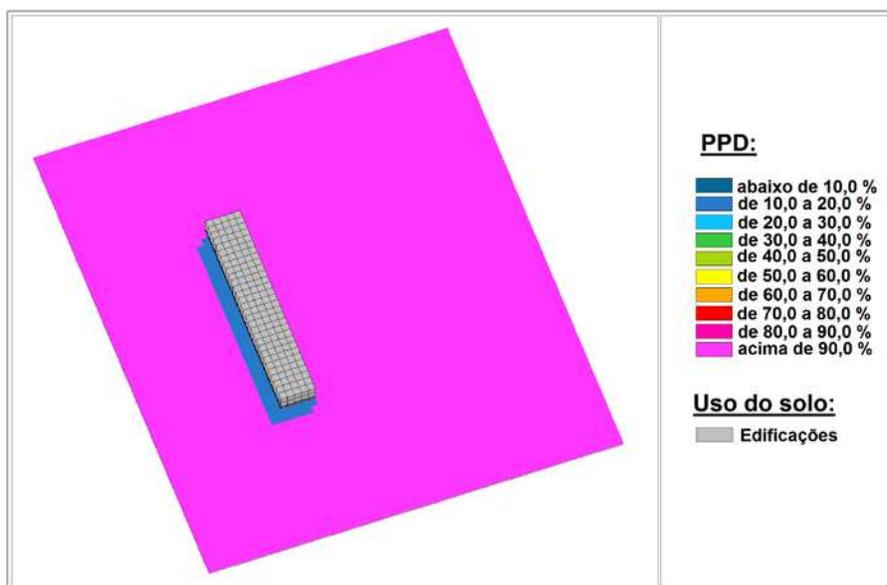


Figura 66 - PPD na UNESP no dia 24 de janeiro de 2011, às 9 h.

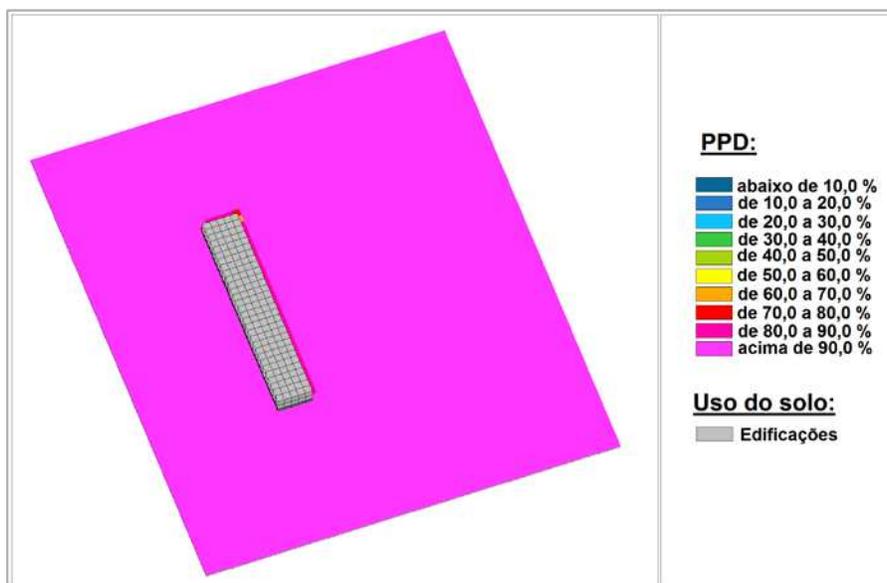


Figura 67 - PPD na UNESP no dia 24 de janeiro de 2011, às 15 h.

Considerando os dados iniciais introduzidos no modelo microclimático *ENVI-met*, foi possível observar que houve valores de TMR acima do recomendado pela ISO 7730/1994, tanto às 9 h quanto às 15 h do dia 24 de janeiro de 2011, sobretudo em áreas expostas à radiação solar conforme o movimento aparente do sol (com máximos de 100,0 °C). Neste caso, cabe ressaltar que tais áreas se referem, principalmente, às calçadas, as quais apresentam propriedades térmicas favoráveis a maior absorção de energia do que as partes gramadas e mais ainda quando comparadas com os locais arborizados.

Os índices de conforto se deram em lugares específicos do Centro e da Vila Brasil (junto às áreas sombreadas por prédios ou por vegetação arbórea) e apenas no período da manhã. No que diz respeito ao horário das 15h, mesmo nas partes em que a TMR esteve abaixo de 40,0 °C não houve valores ideais do PMV e do PPD.

4.9 Análise da TMR e dos índices PMV e PPD do dia 14 de julho de 2011.

Conforme analisado anteriormente, o dia 14 de julho de 2011 foi marcado pela estabilidade atmosférica devido à massa de ar seca que se configurou sobre grande parte do Brasil. Assim, a baixa umidade contribuiu para que a temperatura estivesse elevada no período da tarde.

No Centro de Ourinhos, às 9 h (Figura 68) sobre as partes gramadas e sombreadas por prédios (tons de azul) a TMR ficou abaixo de 40,0 °C. Nota-se, também, que à esquerda dos prédios e nas ruas com orientação leste-oeste foram encontrados valores de TMR superiores a 60,0 °C (em amarelo), enquanto nas calçadas os valores foram de pelo menos 80,0 °C (em vermelho).

Quanto às 15 h (Figura 69), as partes gramadas apresentaram valores acima do recomendado (TMR > 50,0 °C, em verde claro), enquanto à direita dos prédios houve pelo menos 70,0 °C (em laranja), nas calçadas e em locais expostos ao sol a TMR foi superior a 80,0 °C. As ruas com orientação leste-oeste passaram a configurar, juntamente com os setores arborizados, os valores aceitáveis (abaixo de 40,0 °C).

Comparativamente aos episódios do verão de 2011, a TMR apresentou uma maior área capaz de proporcionar conforto térmico (locais sombreados e arborizados). Todavia, mesmo no período de inverno, o centro urbano de Ourinhos é favorável ao

predomínio de valores de TMR acima do recomendado pela ISO 7730/1994, mesmo às 9 h. Esta constatação também pode ser aplicada para a Vila Brasil e para a UNESP, como será visto a seguir.

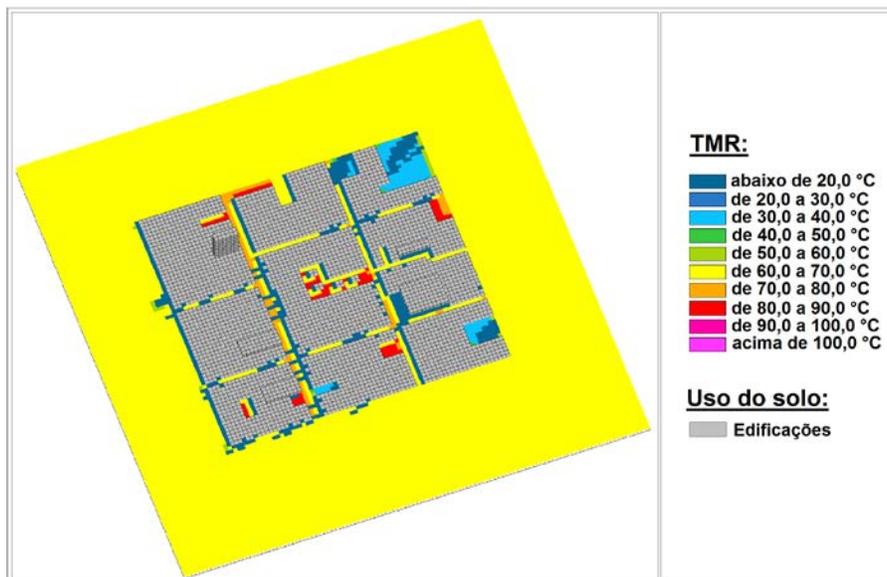


Figura 68 - TMR no Centro no dia 14 de julho de 2011, às 9 h.

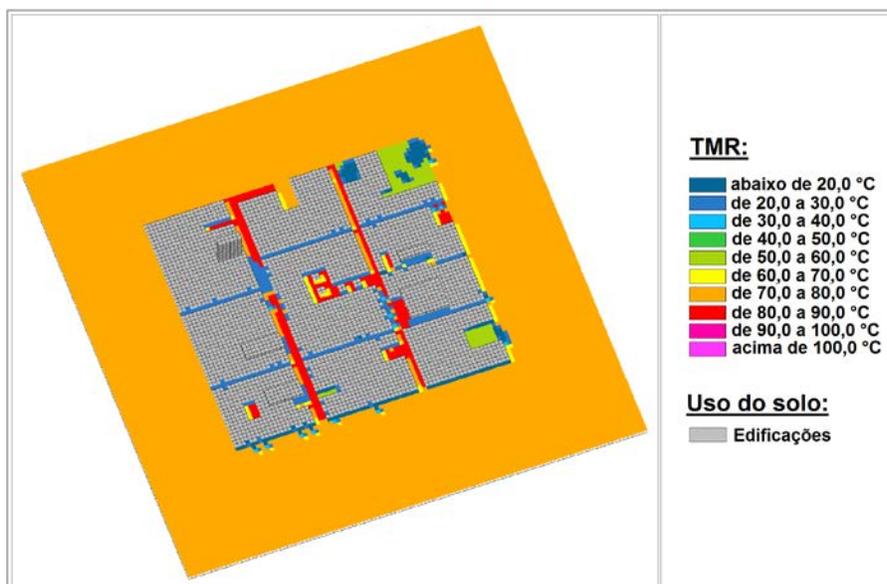


Figura 69 - TMR no Centro no dia 14 de julho de 2011, às 15 h.

Considerando o núcleo das Figuras 70 e 71, às 9 e 15 h, respectivamente, nota-se que houve valores de PMV que variaram entre -2,5 (desconforto por frio, partes sombreadas e vegetadas, sobretudo de manhã) e 2,5 (desconforto por calor, partes expostas à radiação ou calçadas, principalmente a tarde) no Centro. Apenas em algumas restritas áreas, à tarde, o PMV foi de -0,5 a 0,5 (em amarelo), a qual coincidiu com a TMR abaixo de 40,0 °C.

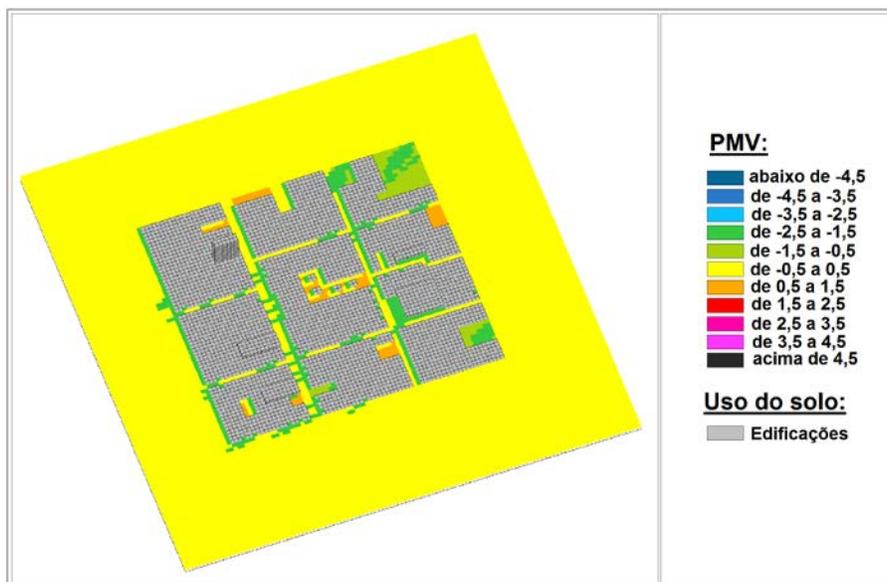


Figura 70 - PMV no Centro no dia 14 de julho de 2011, às 9 h.

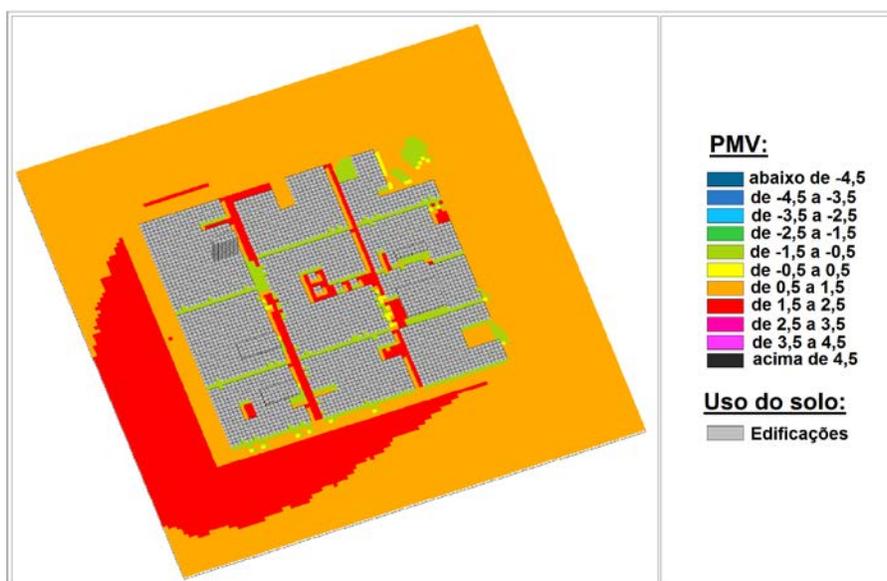


Figura 71 - PMV no Centro no dia 14 de julho de 2011, às 15 h.

Às 9 h (Figura 72), o PPD foi equivalente a menos de 10,0 % (azul escuro) onde o PMV também foi considerado confortável, porém tais valores se restringem ao lado das ruas que esteve recebendo luz solar; as demais partes indicam índices elevados de pessoas insatisfeitas (superior a 30,0 %), devido ao desconforto por frio. O predomínio de desconforto térmico por calor na parte da tarde se confirma, já que este índice ficou acima do recomendado (Figura 73).

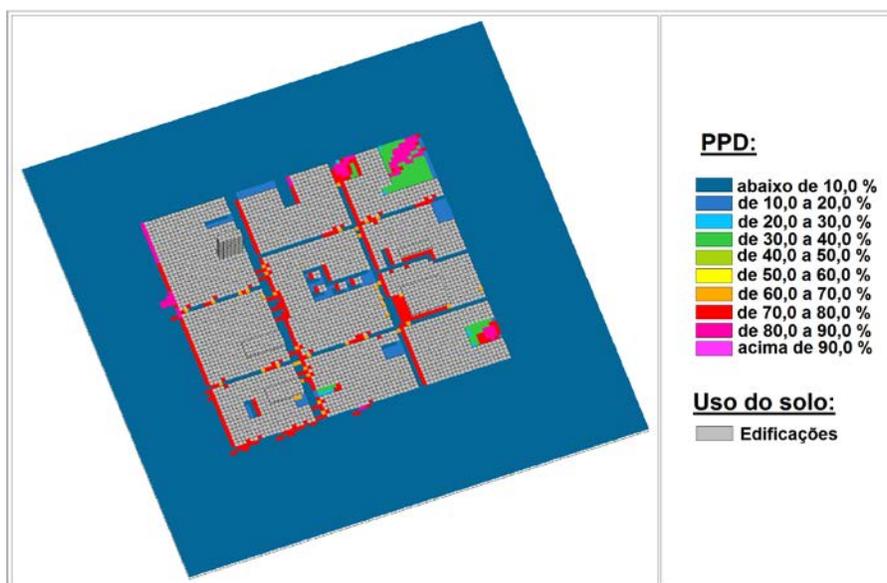


Figura 72 - PPD no Centro no dia 14 de julho de 2011, às 9 h.

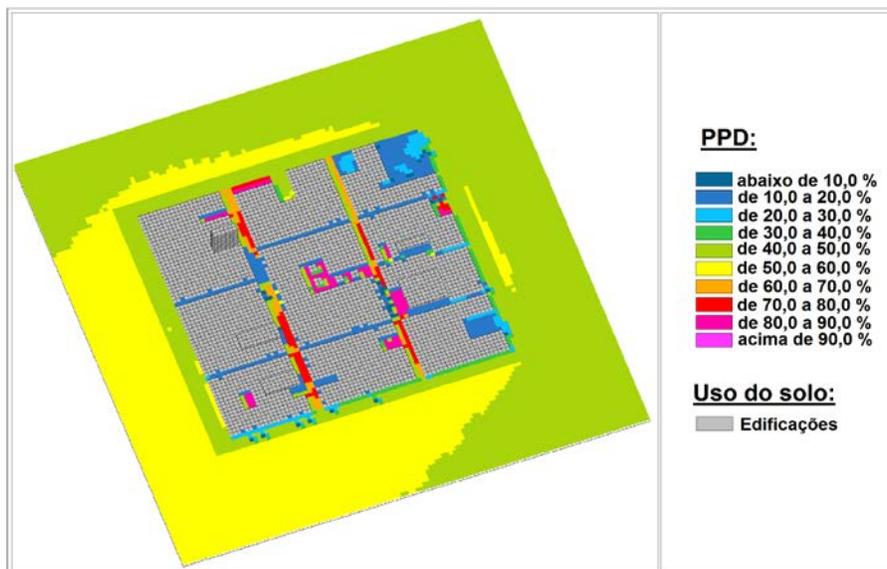


Figura 73 - PPD no Centro no dia 14 de julho de 2011, às 15 h.

Na Vila Brasil, tanto às 9 h (Figura 74) quanto às 15 h (Figura 75), a TMR ficou entre 50,0 °C (em verde claro) e 80,0 °C (em vermelho) sobre a maior parte desta localidade. A TMR menor que 30,0 °C (tons de azul) se manteve similar ao ocorrido em janeiro, mas com uma área maior (sob a vegetação arbórea e à esquerda e à frente dos prédios no período da manhã e à tarde e à direita e à frente dos mesmos), já que nesta época do ano a radiação é menor.

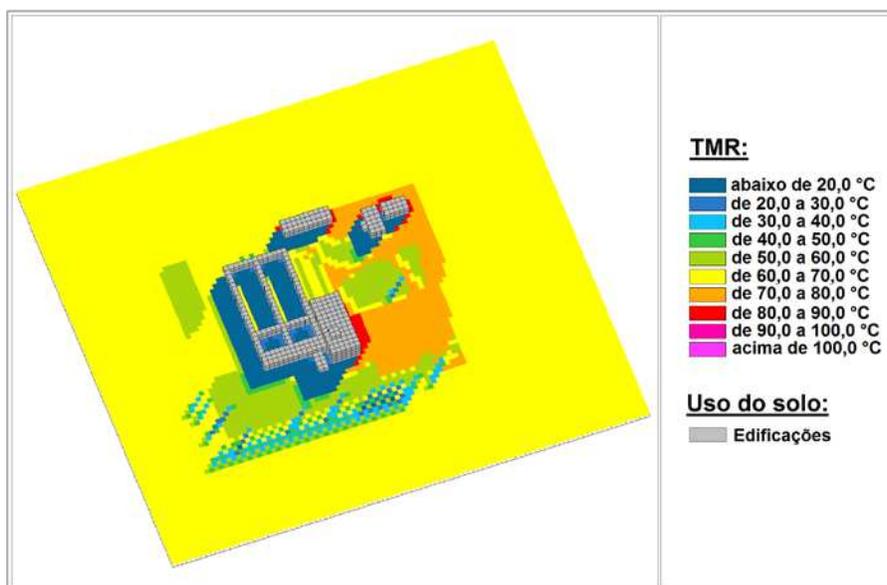


Figura 74 - TMR na Vila Brasil no dia 14 de julho de 2011, às 9 h.

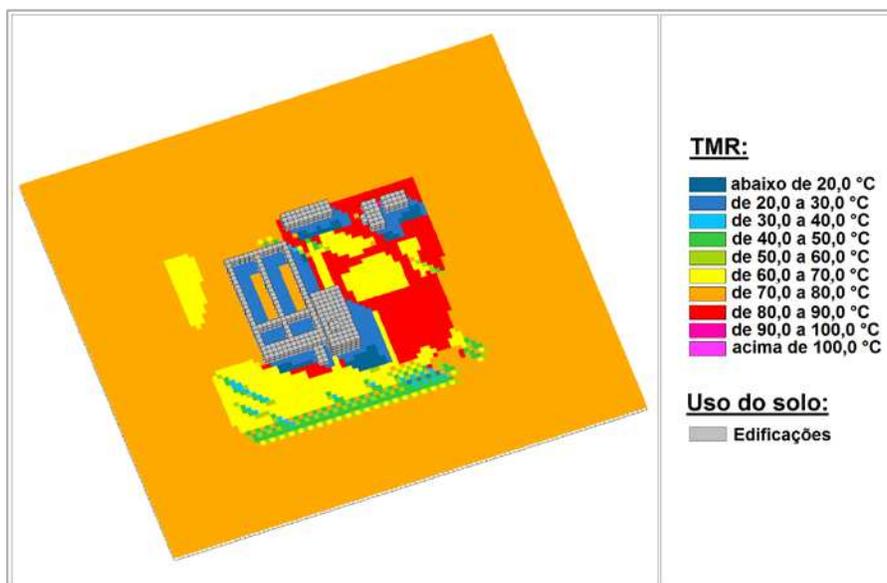


Figura 75 - TMR na Vila Brasil no dia 14 de julho de 2011, às 15 h.

O conforto na Vila Brasil foi diferenciado entre manhã (Figura 76) e tarde (Figura 77). No primeiro horário o conforto ocorreu sobre a calçada, enquanto na parte vegetada e sombreada houve predomínio de desconforto por frio (PMV < -0,5). No segundo horário o conforto se deu sob as árvores, mas somente sob algumas árvores houve valores ideais de PMV e TMR, sendo que o desconforto deveu-se, principalmente, ao calor (PMV > 0,5).

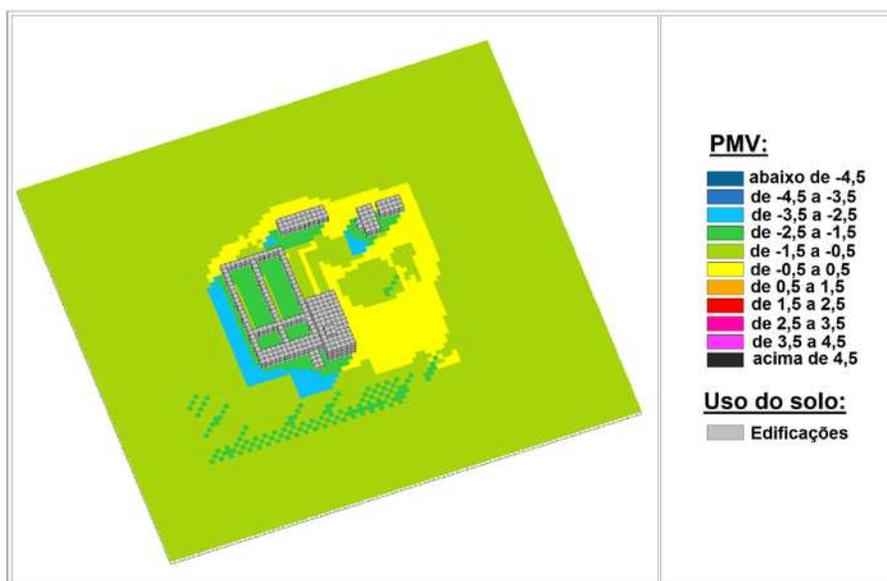


Figura 76 - PMV na Vila Brasil no dia 14 de julho de 2011, às 9 h.



Figura 77 - PMV na Vila Brasil no dia 14 de julho de 2011, às 15 h.

As áreas da Vila Brasil que apresentaram valores ideais de PMV foram as mesmas em que o PPD esteve dentro dos limites de conforto, tanto às 9 h quanto às 15 h. Ainda assim, o percentual de pessoas insatisfeitas foram elevados nas outras partes, com determinados lugares passando de 90,0 % no período da manhã (Figura 78) e de 60,0 % no período da tarde (Figura 79), o que demonstra o alto grau de desconforto por frio e por calor, respectivamente.

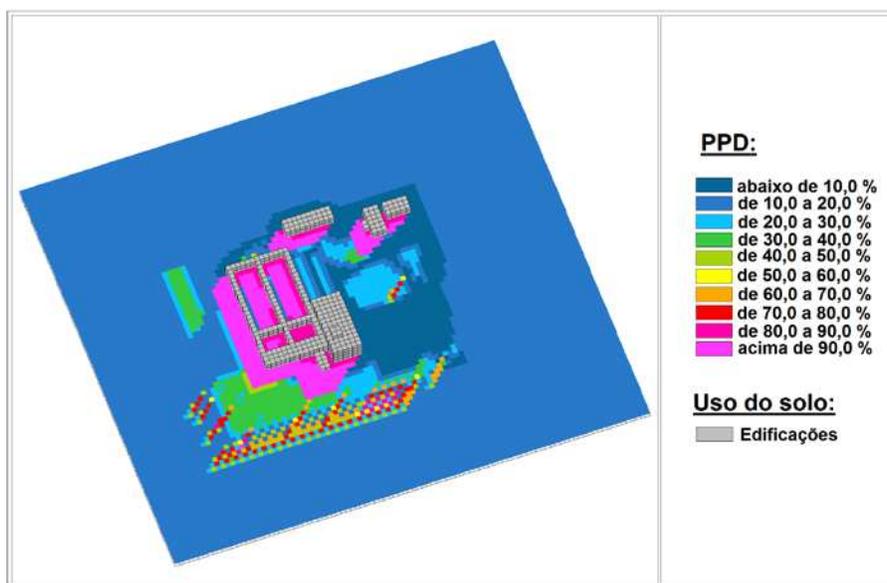


Figura 78 - PPD na Vila Brasil no dia 14 de julho de 2011, às 9 h.

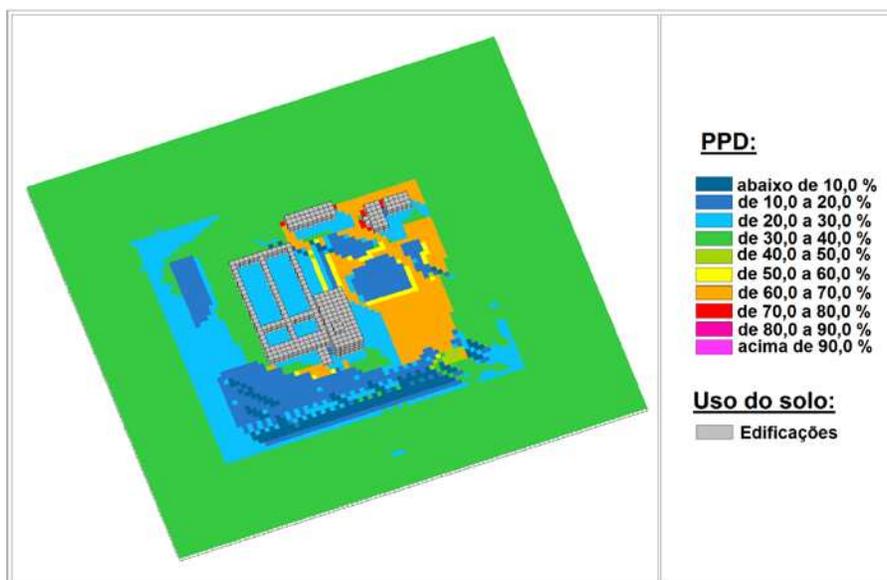


Figura 79 - PPD na Vila Brasil no dia 14 de julho de 2011, às 15 h.

Como existe uma alteração na inclinação da radiação solar entre verão e inverno, notam-se diferenças maiores entre a posição das sombras de prédios que não tem alinhamento norte-sul, como é o caso da UNESP. Assim, a parte direita do prédio passa a receber menor quantidade de radiação (TMR < 20,0 °C) em ambos os horários, quando comparados com os episódios de janeiro de 2011. Nas demais áreas a TMR foi de ao menos 50,0 °C (Figuras 80 e 81).

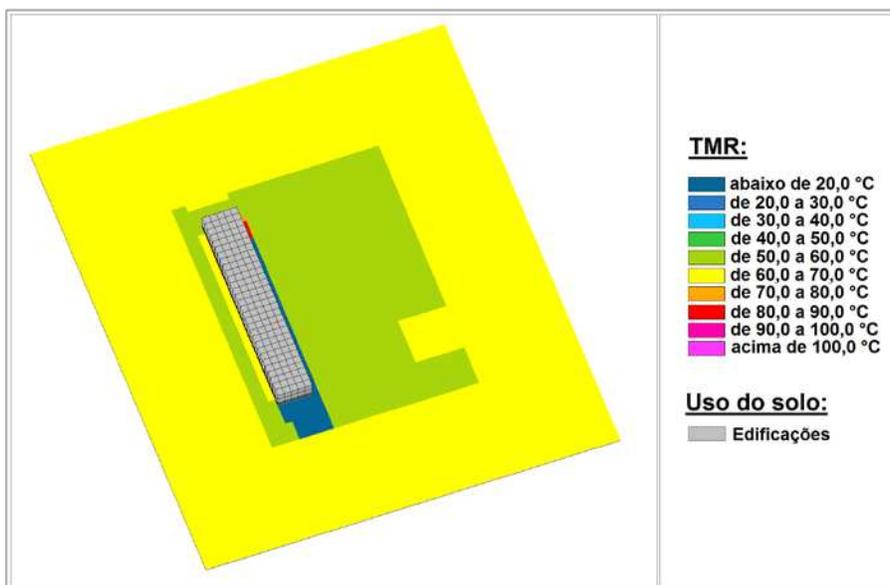


Figura 80 - TMR na UNESP no dia 14 de julho de 2011, às 9 h.

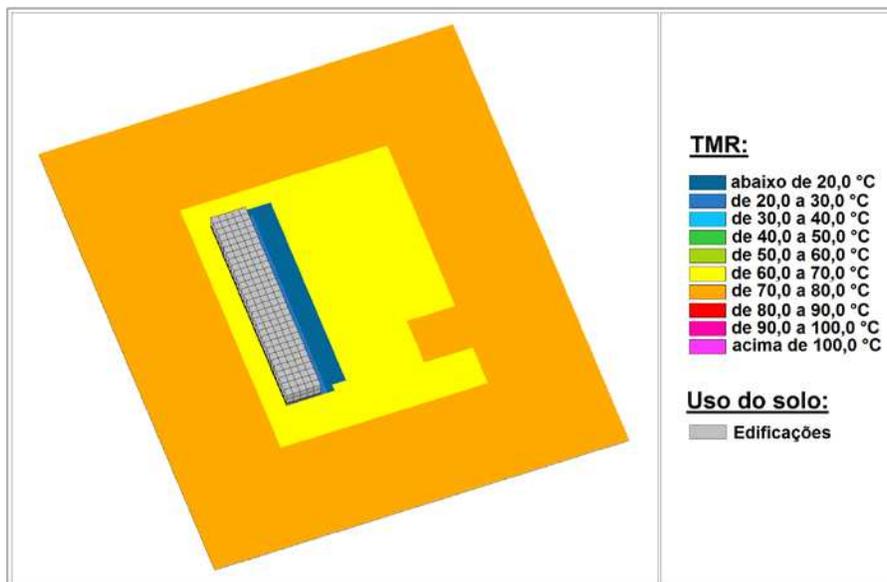


Figura 81 - TMR na UNESP no dia 14 de julho de 2011, às 15 h.

Também na UNESP houve predomínio de desconforto por frio (PMV abaixo - 0,5, tons de verde) durante a manhã, pois as partes em que foi possível ter ocorrido conforto se restringiu à esquerda do prédio e onde há solo exposto (Figura 81). À tarde, o PMV permaneceu abaixo de -0,5 à direita do prédio (onde continuou a haver sombra) e nas demais áreas o PMV ficou acima de 0,5, ou seja, tendendo a ligeiramente quente (Figura 82, em laranja e vermelho).

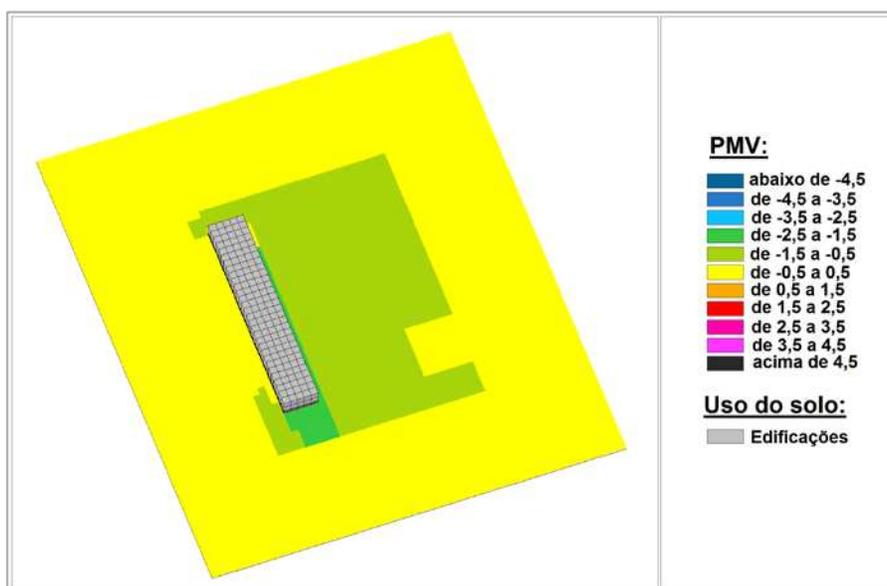


Figura 82 - PMV na UNESP no dia 14 de julho de 2011, às 9 h.

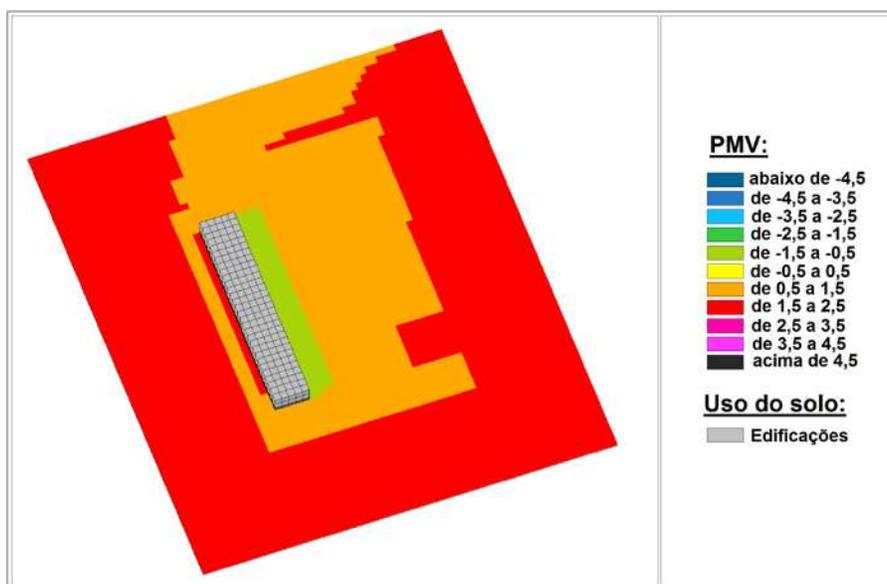


Figura 83 - PMV na UNESP no dia 14 de julho de 2011, às 15 h.

Nota-se que o PPD das 9h na UNESP (Figura 84) teve padrão similar ao PMV, sendo que onde houve desconforto por frio também apresentou grande porcentagem de pessoas insatisfeitas (acima de 80,0 %, tons de rosa) e as áreas de PMV confortável registraram valores dentro do limite (abaixo de 10,0 %, em azul escuro). Às 15 h (Figura 85), onde houve desconforto por frio o PPD foi menor do que as partes em que ocorreu desconforto por calor.

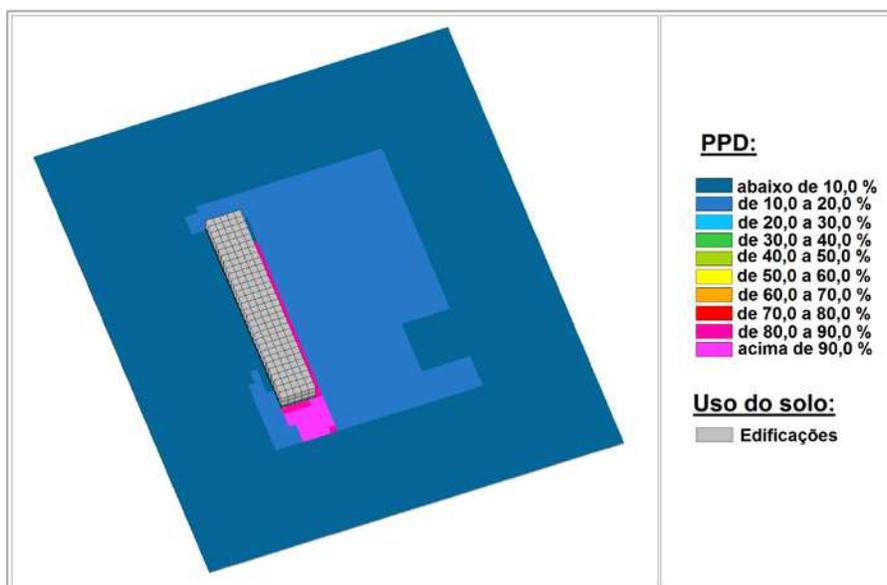


Figura 84 - PPD na UNESP no dia 14 de julho de 2011, às 9 h.

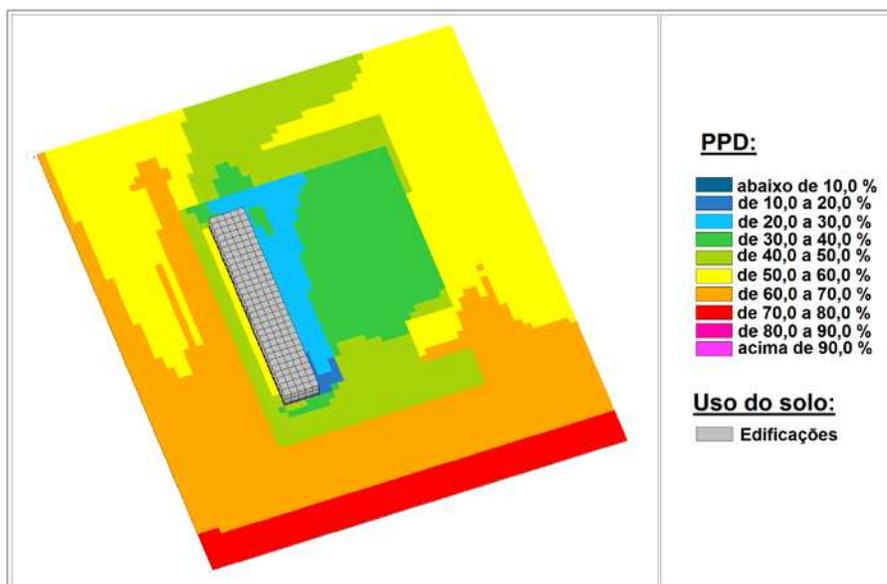


Figura 85 - PPD na UNESP no dia 14 de julho de 2011, às 15 h.

Duas considerações devem ser feitas em relação à TMR: a primeira é que, de modo geral, observou-se que esta teve maior área com valores menores que 30,0 °C em relação aos episódios de verão. A segunda é que, mesmo diante de condições climáticas de inverno, esta variável não apresentou valores menores do que 10,0 °C (valor mínimo para haver conforto).

É preciso destacar que, de acordo com o PMV e o PPD, na maior parte dos locais examinados, houve desconforto por frio, às 9 h e desconforto por calor, às 15 h.

Foi constatado, também, que houve aumento das áreas de PMV confortável em relação ao verão de 2011, com exceção da UNESP, que apresentou desconforto em toda sua extensão no período da tarde, mas, diferentemente daqueles episódios, na parte da manhã, o conforto se deu em determinadas locais expostos à radiação. Neste caso a TMR elevada poderia compensar as baixas temperaturas do ar.

De modo geral, apenas em uma restrita parte do Centro de Ourinhos os valores de TMR, PMV e PPD ocorreram com valores ideais de conforto térmico.

4.10 Análise da TMR e dos índices PMV e PPD do dia 15 de fevereiro de 2012.

Anteriormente foi discutido que no dia 15 de fevereiro de 2012 a Zona de Convergência de Umidade esteve atuando sobre o município de Ourinhos. Este sistema sinótico contribuiu para valores de umidades relativas mais altas e temperaturas mais baixas do que as ocorridas em 24 de janeiro de 2011 (atmosfera estável). Diante de tais tipos de configuração climática, é esperado observar valores diferentes de TMR, PMV e PPD.

No Centro, o padrão de sombreamento, entre verão e inverno, se modificou nas ruas com orientação leste-oeste. Estas apresentaram a ocorrência, no caso de julho de 2011, de sombra no período da tarde e tais ruas receberam sombreamento, no caso de verão, pela manhã. Quanto às demais áreas, o padrão é praticamente o mesmo, tanto no verão quanto no inverno: a radiação solar incidiu à esquerda dos prédios durante a manhã e à tarde a mesma ocorreu sobre o lado direito. Às 9 h, houve variações de TMR de 20,0 a 60,0 °C (Figura 86) e às 15 h estas foram de 30,0 a 80,0 °C (Figura 87).

Por se tratar de um sistema de verão causador de chuvas, é notável que os valores da TMR ficaram abaixo do encontrado na situação do verão de 2011, com exceção

da parte gramada, onde houve 10,0 °C a mais, às 9 h, mas com poucas partes onde a TMR pode ser considerada adequada.

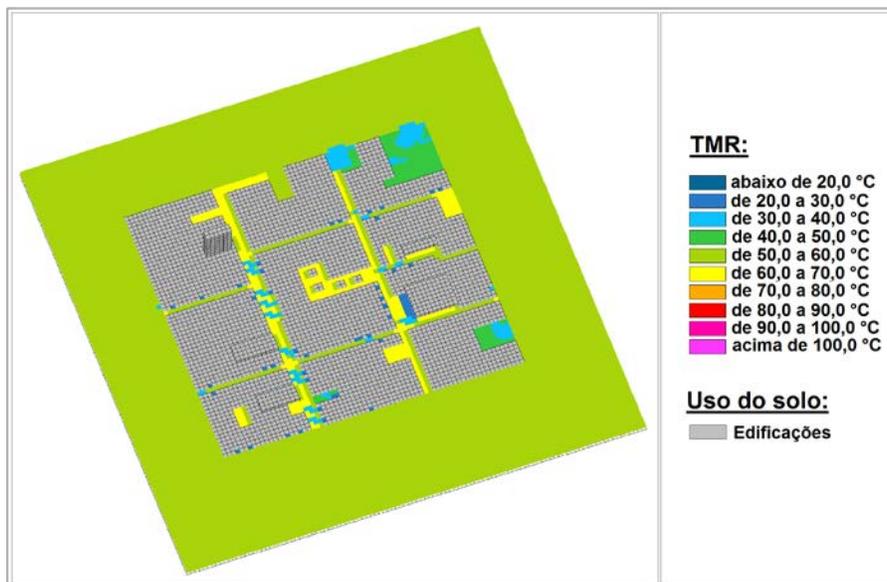


Figura 86 - TMR no Centro no dia 15 de fevereiro de 2012, às 9 h.

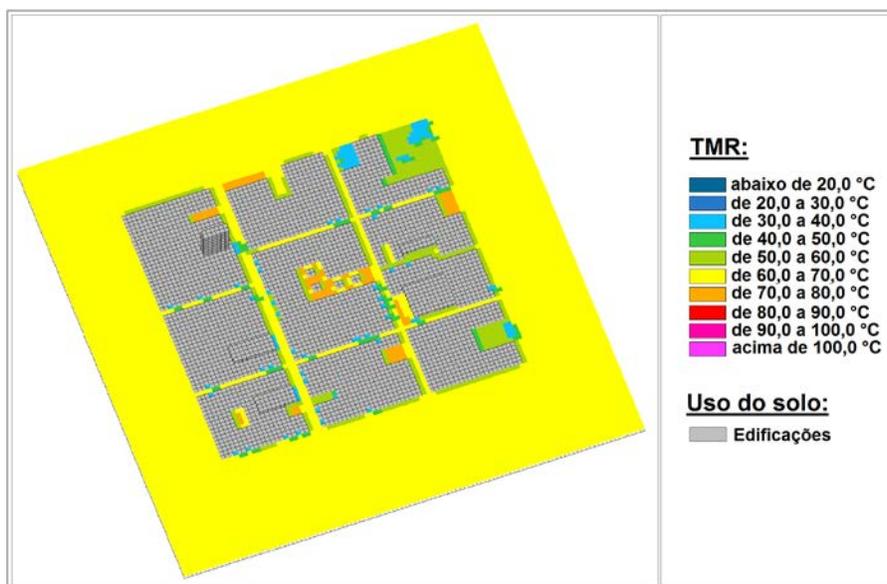


Figura 87 - TMR no Centro no dia 15 de fevereiro de 2012, às 15 h.

Foi constatado que, às 9 h, apenas nos locais arborizados do Centro houve valores correspondentes ao PMV entre -0,5 e 0,5 (em amarelo) e índices acima de 0,5 (ligeiramente quente) nas demais localidades (Figura 88). Às 15 h, predominaram valores acima de 1,5 (tendendo a quente), conforme a Figura 89. Assim, apenas às 9 h, o PMV coincidiu com as áreas em que a TMR apresentou a possibilidade de ocorrência de conforto térmico.

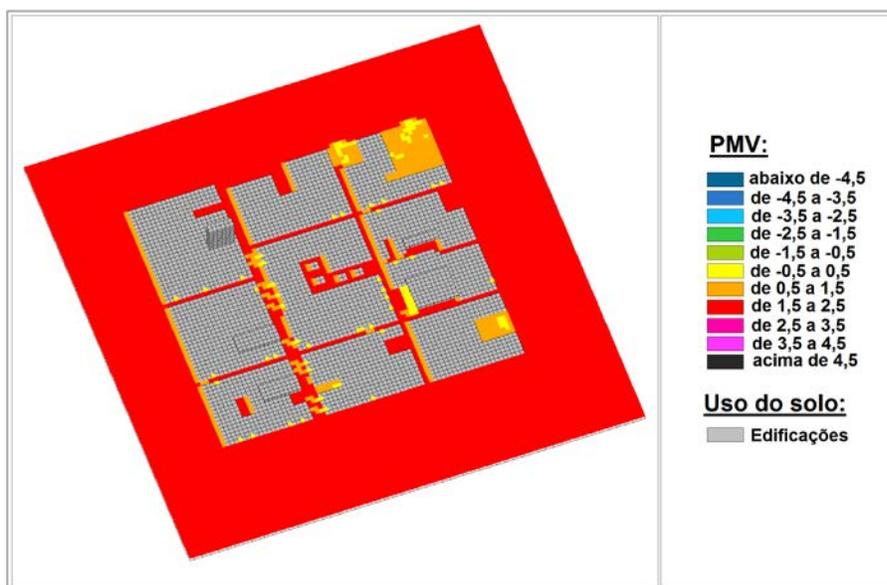


Figura 88 - PMV no Centro no dia 15 de fevereiro de 2012, às 9 h.

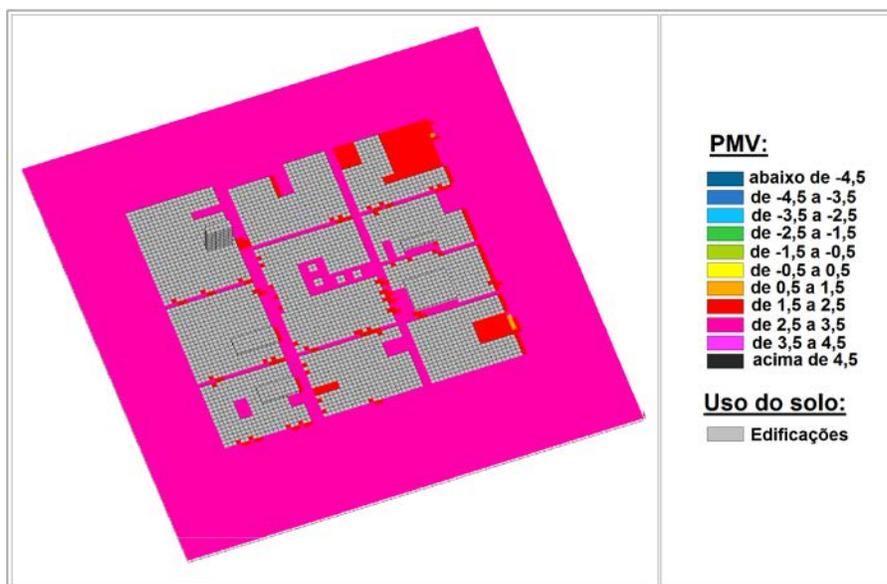


Figura 89 - PMV no Centro no dia 15 de fevereiro de 2012, às 15 h.

Na Figura 90 vê-se que, no Centro, às 9 h, houve PPD menor do que 10,0 % (em azul escuro). Quando comparado com a TMR notou-se que este está restrito às áreas arborizadas. Ainda no que se refere às 9h, o percentual de pessoas insatisfeitas foi maior que 80,0 %, sobretudo nas partes com calçamento. Às 15 h (Figura 51), na maior parte desta localidade houve pelo menos 90,0 % (rosa claro) de pessoas insatisfeitas devido ao desconforto por calor.

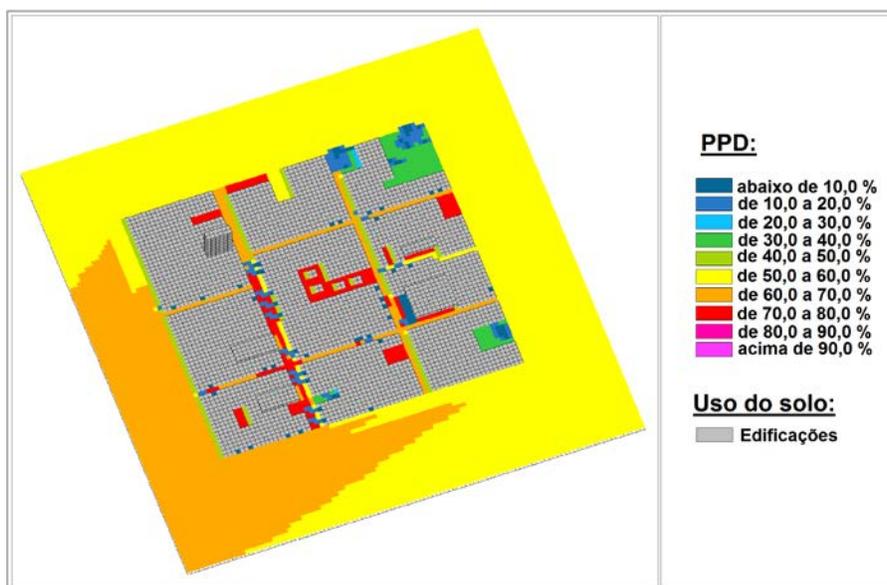


Figura 90 - PPD no Centro no dia 15 de fevereiro de 2012, às 9 h.

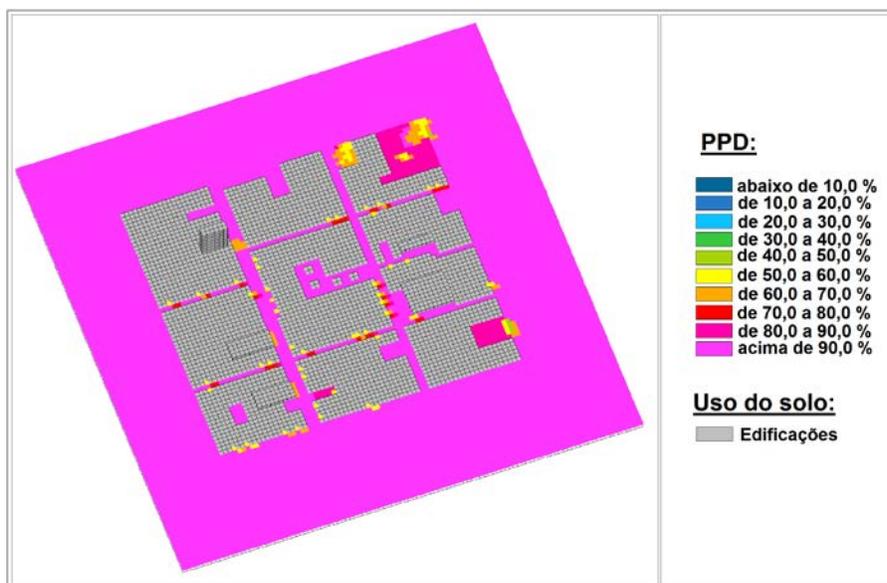


Figura 91 - PPD no Centro no dia 15 de fevereiro de 2012, às 15 h.

A Vila Brasil também marcou valores menores de TMR em relação às análises de janeiro de 2011, mas a distribuição continuou a ser similar, sendo que em áreas expostas ao sol houve pelo menos 40,0 °C e em locais sombreadas houve no máximo 40,0 °C, tanto às 9 h (Figura 92) quanto às 15 h (Figura 93). Mais uma vez, é visto que nas partes gramadas a TMR esteve acima do valor recomendado pela norma ISO 7730/1994.

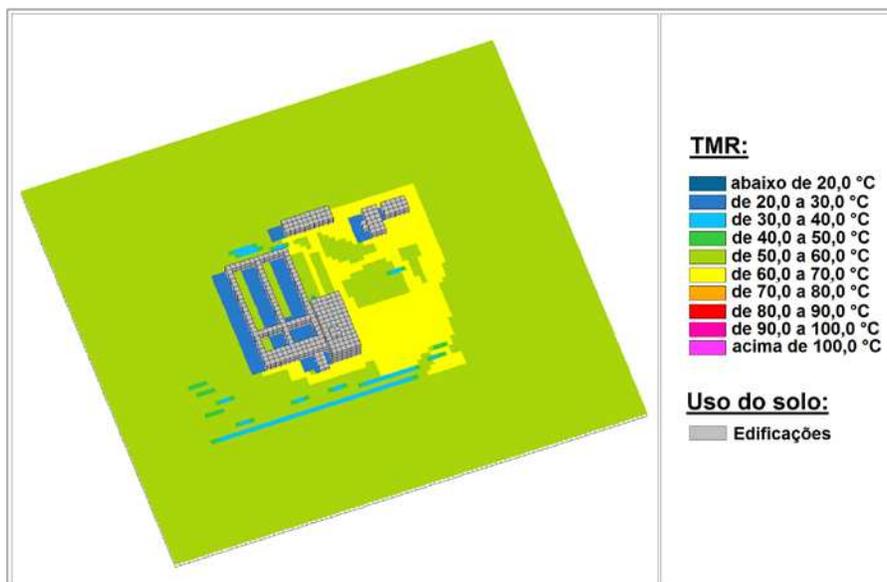


Figura 92 - TMR na Vila Brasil no dia 15 de fevereiro de 2012, às 9 h.

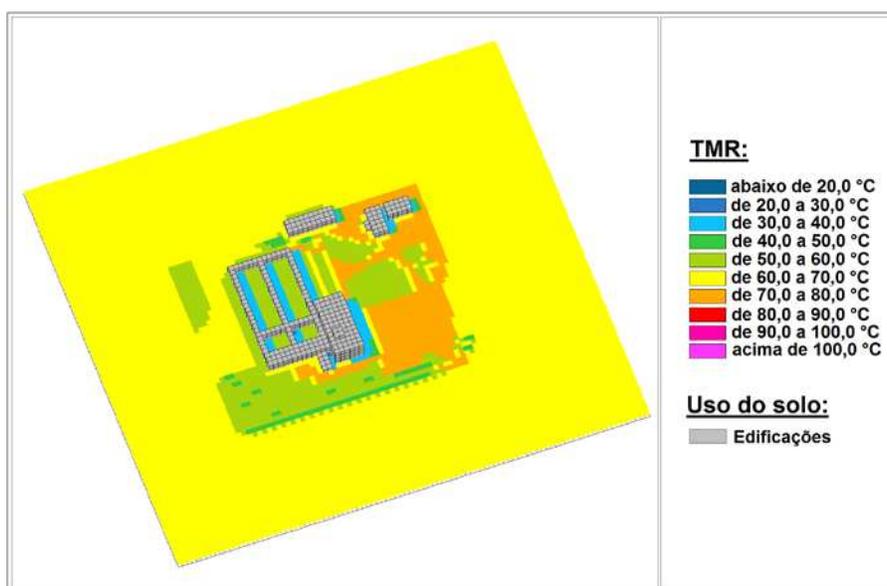


Figura 93 - TMR na Vila Brasil no dia 15 de fevereiro de 2012, às 15 h.

Para a Vila Brasil, a sensação térmica, expressa pelo PMV, também variou entre conforto (ou seja, de -0,5 a 0,5, à esquerda dos prédios) e desconforto por calor (superior a 0,5, em outros lugares) pela manhã, neste horário tanto o PMV quanto a TMR foram considerados confortáveis, de acordo com a Figura 94. Na Figura 95 o desconforto devido ao calor ocorre sobre todas as dependências da Vila Brasil, com índices superiores a 1,5 sob as árvores.

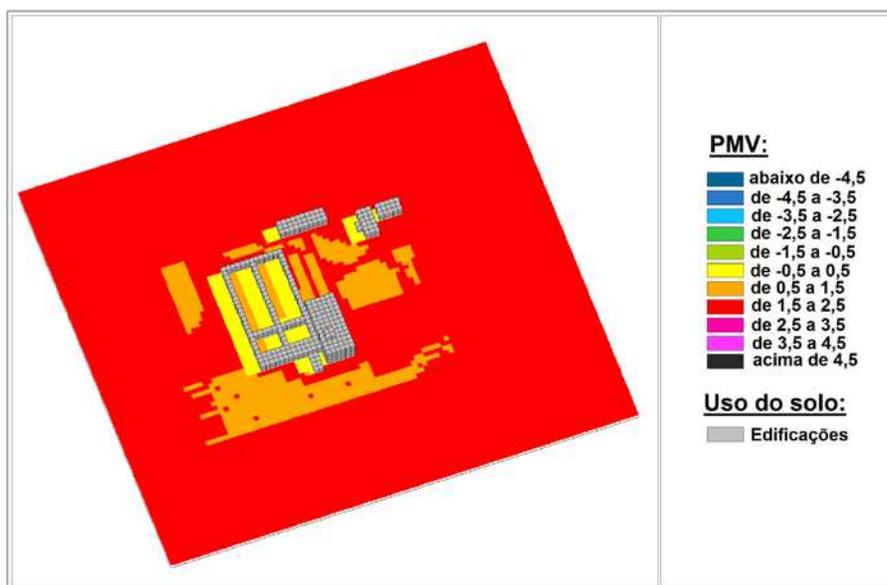


Figura 94 - PMV na Vila Brasil no dia 15 de fevereiro de 2012, às 9 h.

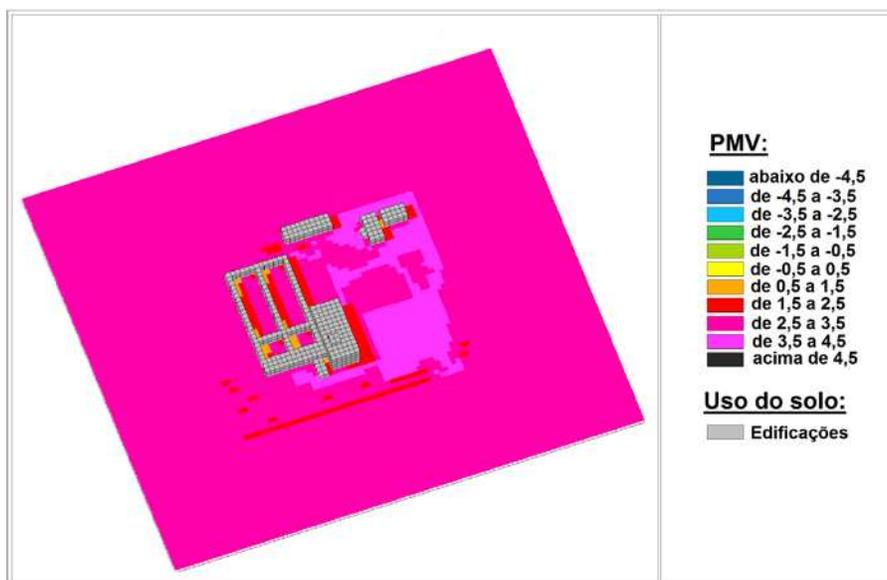


Figura 95 - PMV na Vila Brasil no dia 15 de fevereiro de 2012, às 15 h.

Observou-se, pelo PPD (tendo em conta, também, a TMR e o PMV), que este se manteve dentro do limite de conforto apenas às 9 h, sob os prédios e árvores, sendo que nas demais áreas houve pelo menos 30,0 % de pessoas insatisfeitas (Figura 96). À tarde (Figura 97), o PPD mínimo foi de 50,0 %. Estes valores mostram ter havido grande insatisfação quanto à sensação térmica, ainda assim foram menores que os valores encontrados para janeiro de 2011.

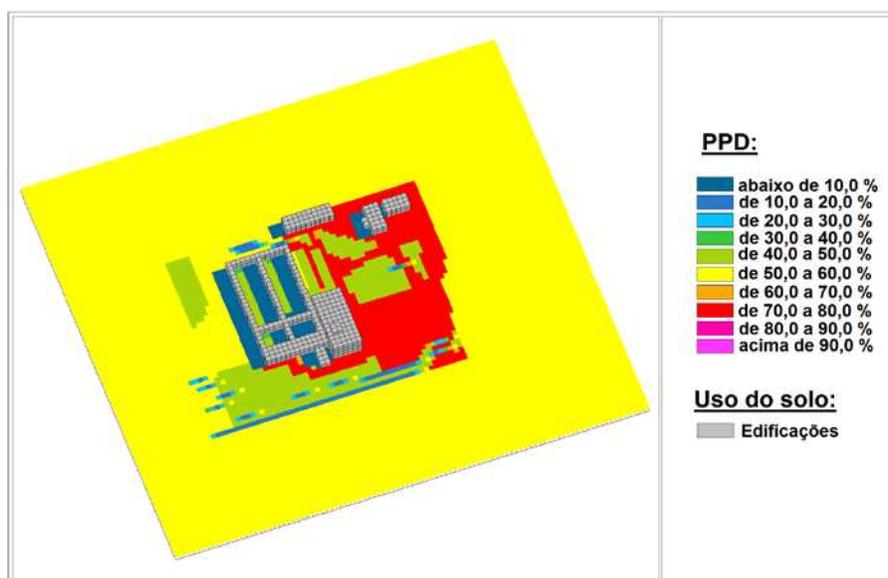


Figura 96 - PPD na Vila Brasil no dia 15 de fevereiro de 2012, às 9 h.

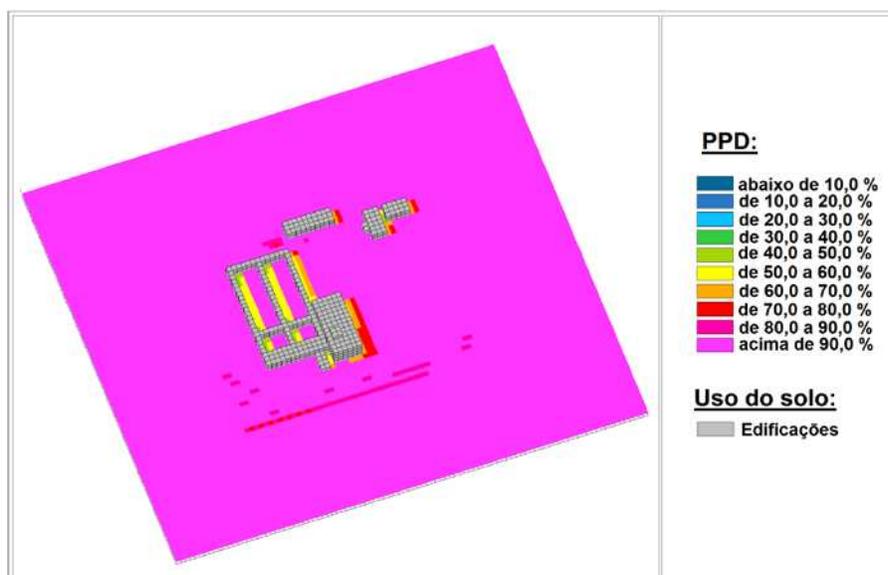


Figura 97 - PPD na Vila Brasil no dia 15 de fevereiro de 2012, às 15h.

O padrão de sombreamento de verão possibilitou a ocorrência TMR menor que 40,0 °C (tons de azul) à esquerda do prédio da UNESP pela manhã (Figura 98) e à direita no período da tarde (Figura 99). Não obstante, o valor deste variável ficou acima do recomendado nas demais áreas, com destaque para a calçada do prédio às 9 h (superior a 60,0 %, em amarelo), quando a radiação solar incidiu diretamente.

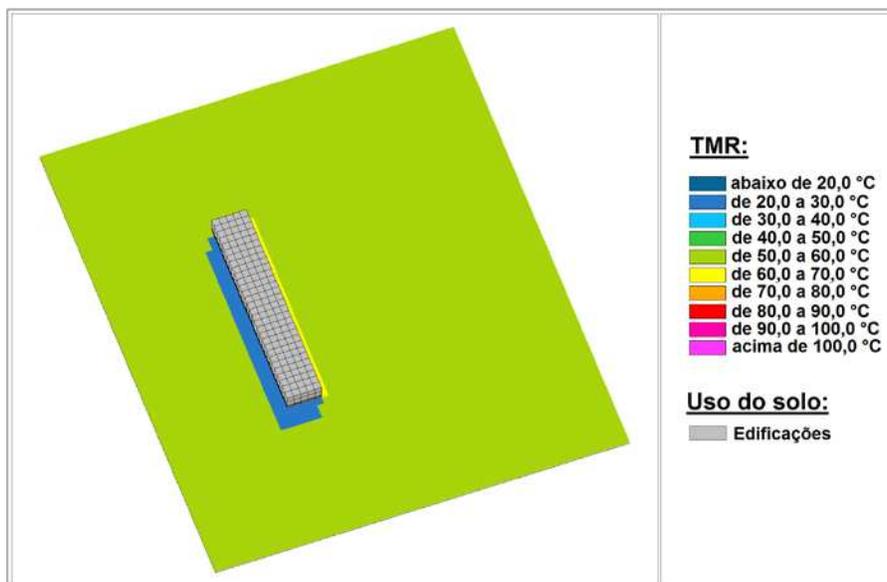


Figura 98 - TMR na UNESP no dia 15 de fevereiro de 2012, às 9 h.

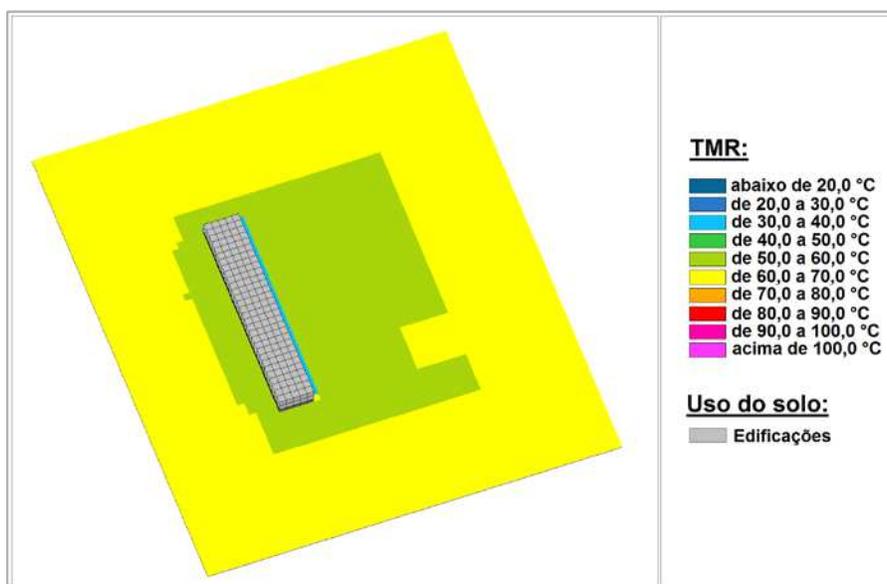


Figura 99 - TMR na UNESP no dia 15 de fevereiro de 2012, às 15 h.

À esquerda do prédio da UNESP, às 9 h, o PMV, assim como a TMR, indica ter havido conforto; ainda houve PMV maior que 0,5 (ligeiramente quente) e menor que 2,5 (quente), dados da Figura 100. À tarde (Figura 101) este índice foi superior a 1,5 (quente). Nota-se que a falta de vegetação arbórea dificulta que haja maior área com valores que indicariam a ocorrência de sensação térmica agradável aos seus usuários, ainda que em escala microclimática.

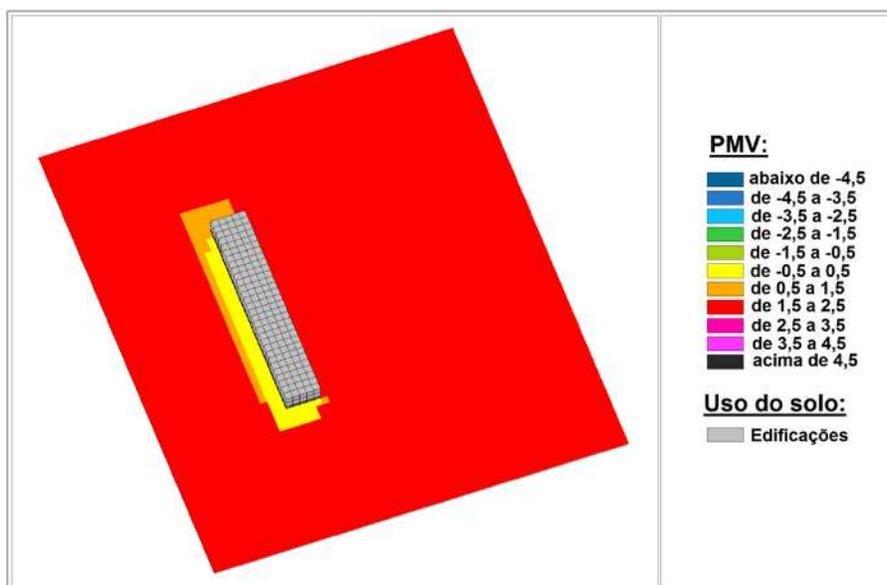


Figura 100 - PMV na UNESP no dia 15 de fevereiro de 2012, às 9 h.

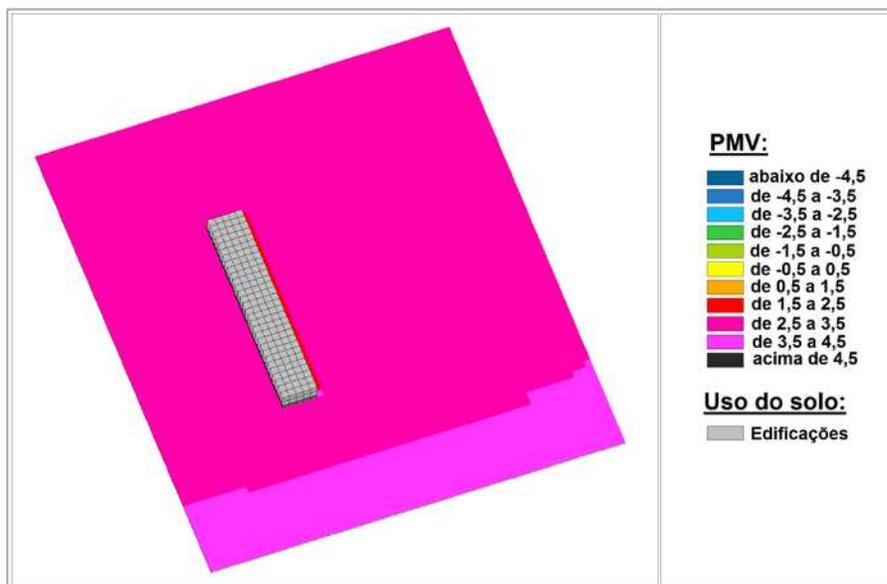


Figura 101 - PMV na UNESP no dia 15 de fevereiro de 2012, às 15 h.

O PPD do Centro marcou estreita relação com o PMV e a TMR, de modo a confirmar em quais áreas houve configurações climáticas favoráveis ou não ao conforto. Assim, o PPD abaixo de 10,0 % se refere à parte do prédio que estava sombreada pela manhã durante o verão (em azul), enquanto nos demais locais este índice foi de pelo menos 30,0 % de manhã (Figura 102), com valores acima de 90,0 % às 15 h (Figura 103).

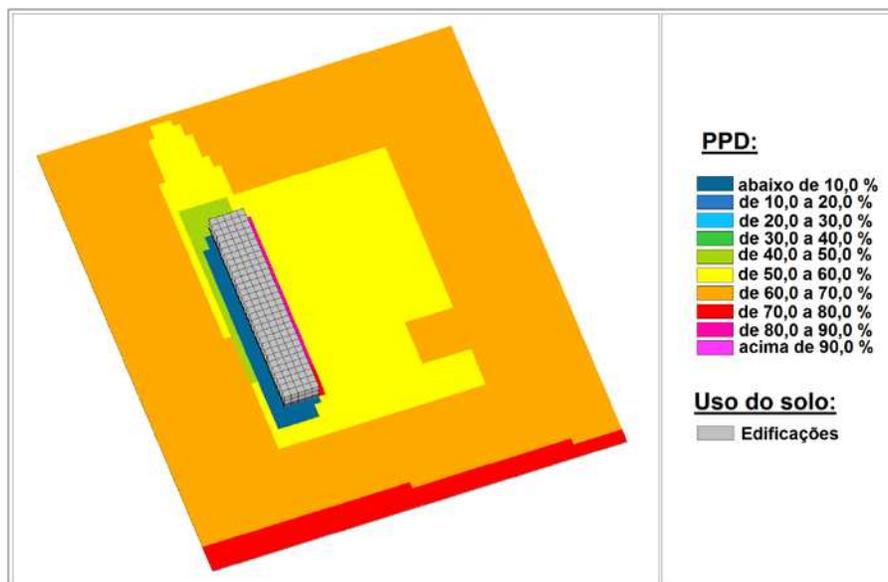


Figura 102 - PPD na UNESP no dia 15 de fevereiro de 2012, às 9 h.

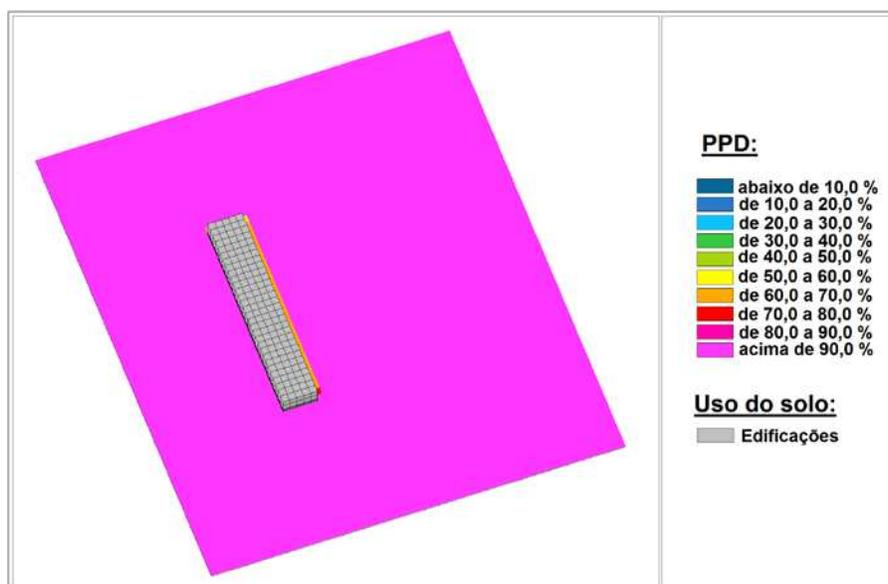


Figura 103 - PPD na UNESP no dia 15 de fevereiro de 2012, às 15 h.

Comparativamente, as três áreas de estudo (ainda que situadas em contextos diversos) apresentaram respostas similares em relação às configurações climáticas discutidas.

A UNESP, assim como o Centro e a Vila Brasil, apresentou valores de conforto somente na parte da manhã, quando as três variáveis (TMR, PMV e PPD) mostraram estar dentro valores limites e, ainda assim, apenas em determinadas partes sombreadas. À tarde a situação foi bem diferente, mesmo tendo ocorrido valores de TMR abaixo de 40,0 °C, não houve valores de PMV e de PPD considerados aceitáveis para o ser humano.

Considerando os dados fornecidos pelo *ENVI-met* para tais configurações de verão (condições de nebulosidade), ficou claro que continuou a predominar desconforto por calor em grande parte das áreas colocadas em análise, com destaque para as 15 h, ainda que não tenham ocorridos valores tão elevados quanto no dia 24 janeiro de 2011 (dada a estabilidade das condições do tempo).

4.11 Análise da TMR e dos índices PMV e PPD do dia 9 de junho de 2012.

Conforme discutido anteriormente, na área de estudo, o dia 9 de junho de 2012 foi marcado pela massa de ar frio que se posicionou na retaguarda de um sistema frontal que permaneceu estacionário por alguns dias.

Às 9 h, no Centro de Ourinhos, a TMR (Figura 104) esteve abaixo de 40,0 °C sobre as partes gramadas e sombreadas por árvores ou prédios (tons de azul), sendo que nas demais localidades os valores acima de 60,0 °C (nas cores amarela e laranja) indicam a ocorrência de desconforto por calor.

Ainda foi possível notar que às 15 h a TMR (Figura 105) atingiu valores acima do recomendado nas ruas com direção norte-sul, principalmente nas partes com calçamento, que na ocasião chegou ao máximo de 90,0 °C (em vermelho). Neste horário, apenas as áreas vegetadas por árvores puderam contribuir para valores dentro do padrão aceitável (abaixo de 40,0 °C).

Ao se comparar os referidos episódios com os do inverno de 2011 (anteriormente analisado) é possível observar que a distribuição dos valores de ambas as situações é muito parecida. Ainda assim, a TMR referente a junho de 2012 (devido à própria

condição sinótica pós-frontal) apresentou valores relativamente mais baixos, o que indica que a situação de desconforto por calor pode ter sido mais tolerante.

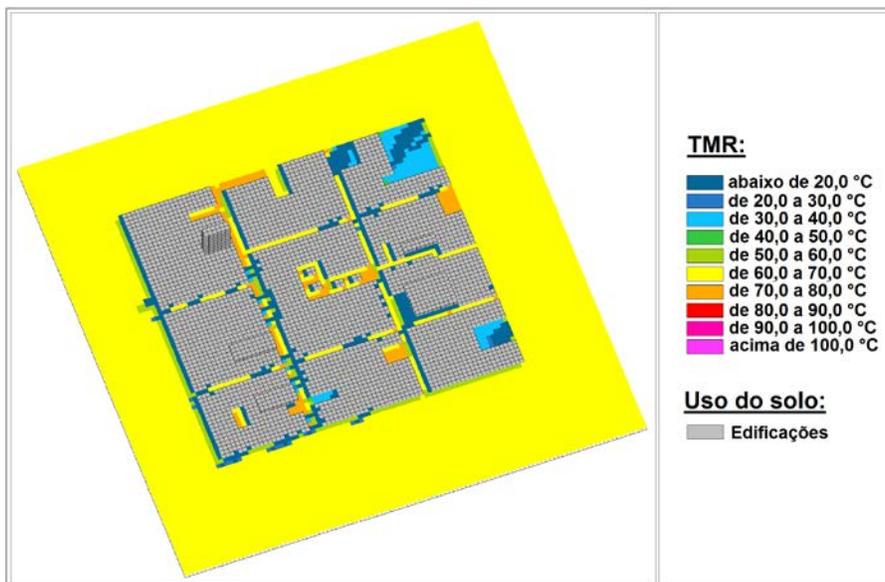


Figura 104 - TMR no Centro no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.

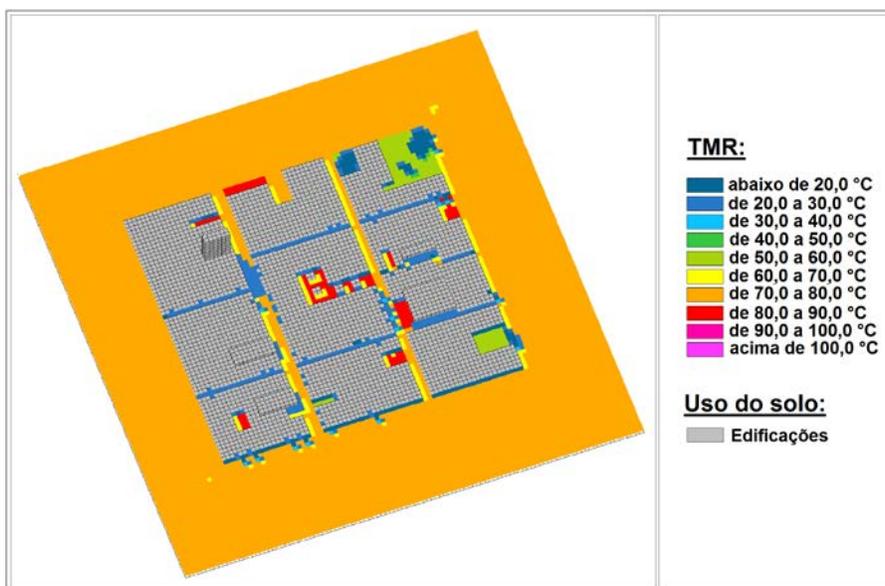


Figura 105 - TMR no Centro no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.

De acordo com Figuras 106 e 107, às 9 e 15 h, respectivamente, houve valores de PMV no Centro entre -2,5 (tendendo a muito frio, tons de verde, partes sombreadas e vegetadas, principalmente de manhã) e 2,5 (tendendo a muito quente, em laranja e vermelho, em áreas calçadas e expostas à radiação, sobretudo a tarde). Às 15 h, apenas sob algumas árvores específicas é possível notar que o PMV coincidiu com uma TMR adequada para conforto.

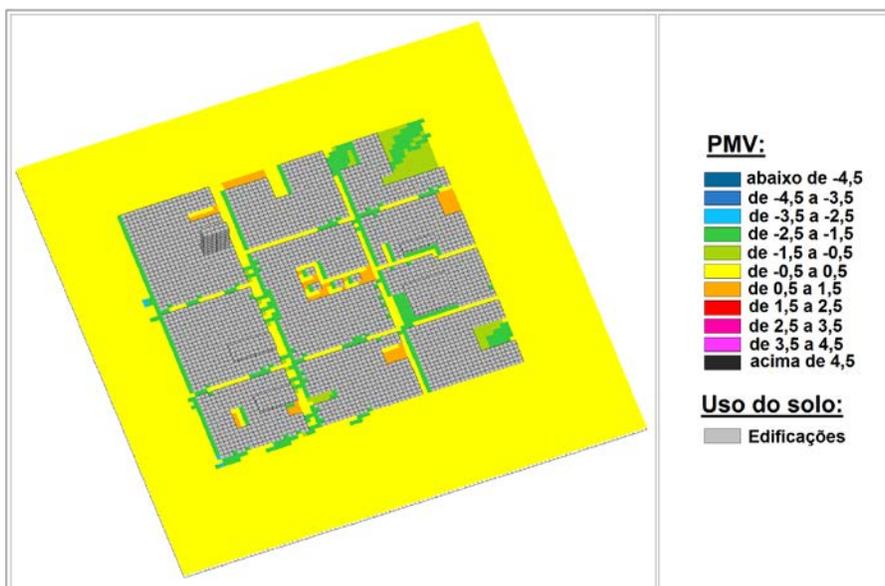


Figura 106 - PMV no Centro no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.

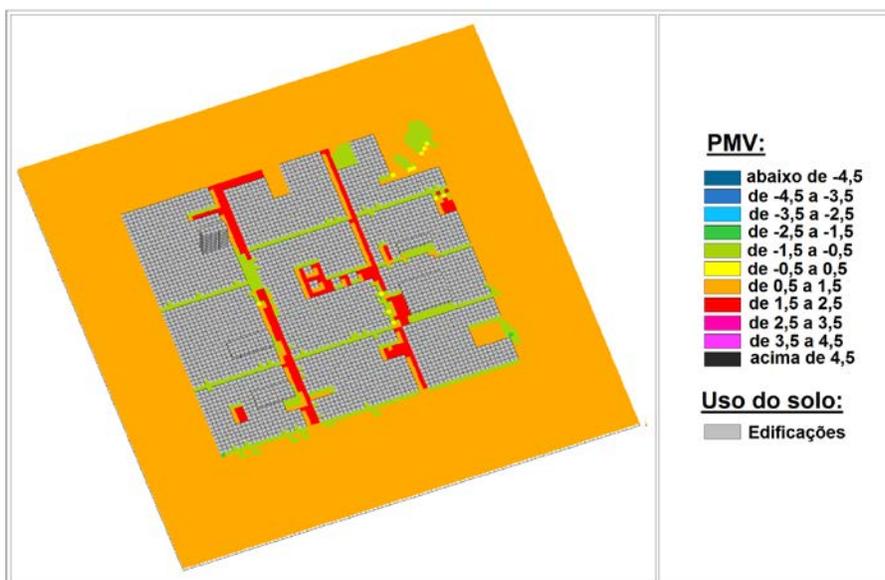


Figura 107 - PMV no Centro no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.

Às 9 h (Figura 108), onde o PMV foi considerado confortável o PPD também esteve abaixo de 10,0 % (azul escuro). Nas demais partes os valores simulados indicam que a maior parte das pessoas ali presentes esteve insatisfeita com as condições térmicas (com PPD acima 80,0 % nas partes em que o PMV foi de desconforto por frio). O PPD da tarde mostra que o desconforto térmico por calor foi predominante (Figura 109).



Figura 108 - PPD no Centro no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.

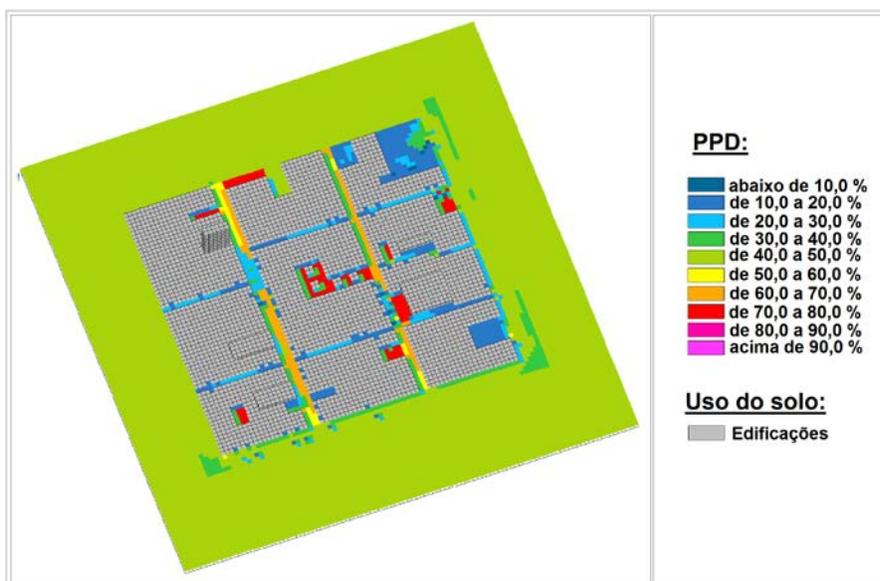


Figura 109 - PPD no Centro no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.

Apesar de ser possível observar pequenas diferenças, ressalta-se que, de maneira geral, a TMR na Vila Brasil manteve o mesmo padrão ocorrido nos episódios de julho de 2011, ou seja, tanto às 9 h (Figura 110) quanto às 15 h (Figura 111), esta variável ficou abaixo de 40,0 °C nas partes sombreadas (pelos prédios ou pela vegetação, tons de azul) e sobre a maior parte da área em análise a mesma apresentou valores entre 50,0 °C (em verde claro) e 80,0 °C (em vermelho).

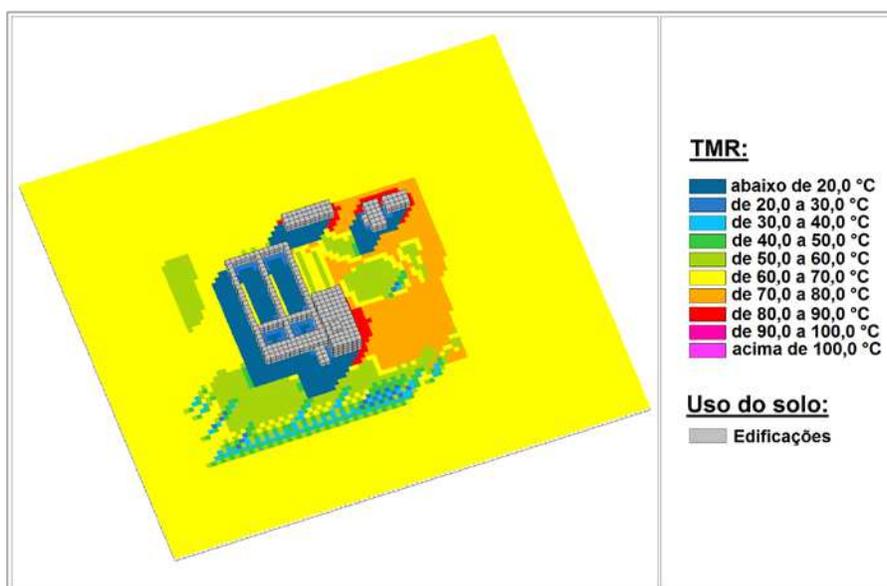


Figura 110 - TMR na Vila Brasil no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.

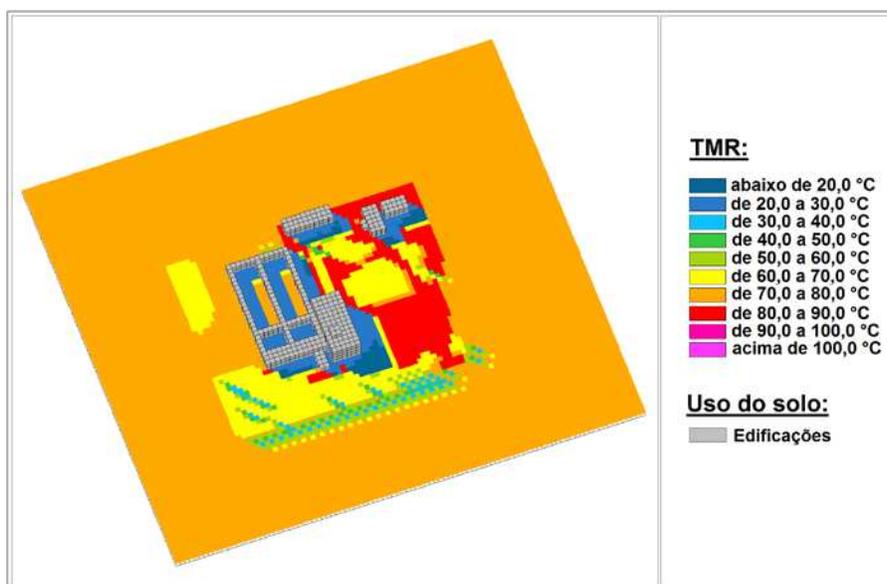


Figura 111 - TMR na Vila Brasil no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.

Às 9 h (Figura 112) os locais com conforto térmico, segundo o PMV da Vila Brasil, se restringiram a parte gramada e ao solo exposto, ocorrendo desconforto por frio (PMV < -1,5) e por calor (PMV > 0,5). Para as 15 h (Figura 113) ocorreu PMV variando de -0,5 a 2,5, sendo que o desconforto por calor atingiu a maior parte da área de estudo. Os valores ideais de TMR e PMV foram coincidentes somente, às 15, sob as árvores.

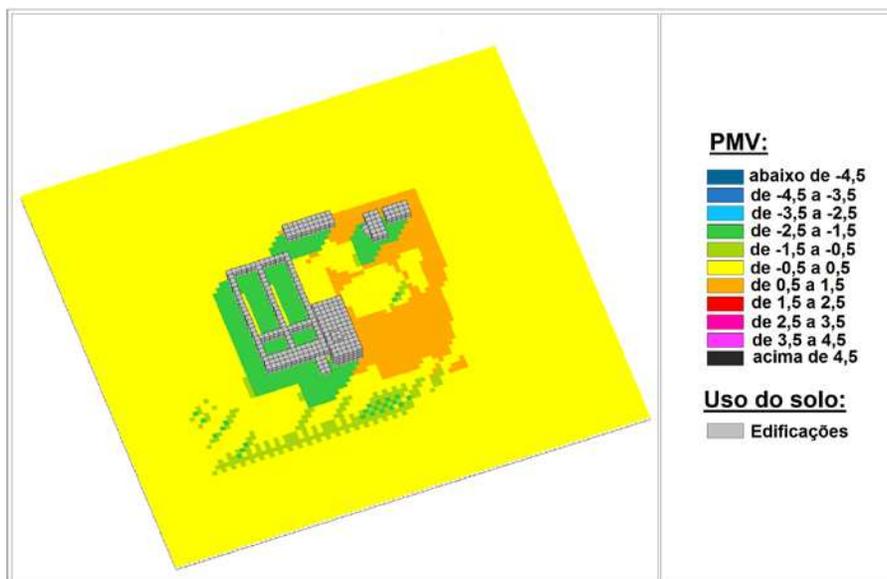


Figura 112 - PMV na Vila Brasil no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.



Figura 113 - PMV na Vila Brasil no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.

As áreas da Vila Brasil que apresentaram valores ideais de PPD foram as mesmas em que o PMV esteve dentro dos limites de conforto: às 9 h sobre a grama (Figura 114) e às 15 h sob as árvores (Figura 115). Ainda assim, o percentual de pessoas insatisfeitas permaneceu elevado, com destaque para os locais acima de 80,0 % (em rosa escuro), o que demonstra o alto grau de desconforto por frio no período da manhã e por calor à tarde.

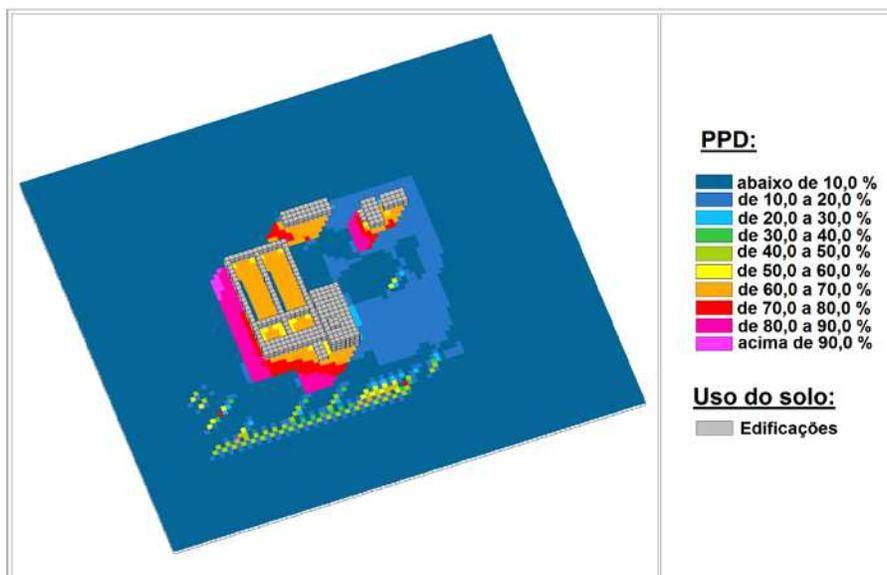


Figura 114 - PPD na Vila Brasil no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.

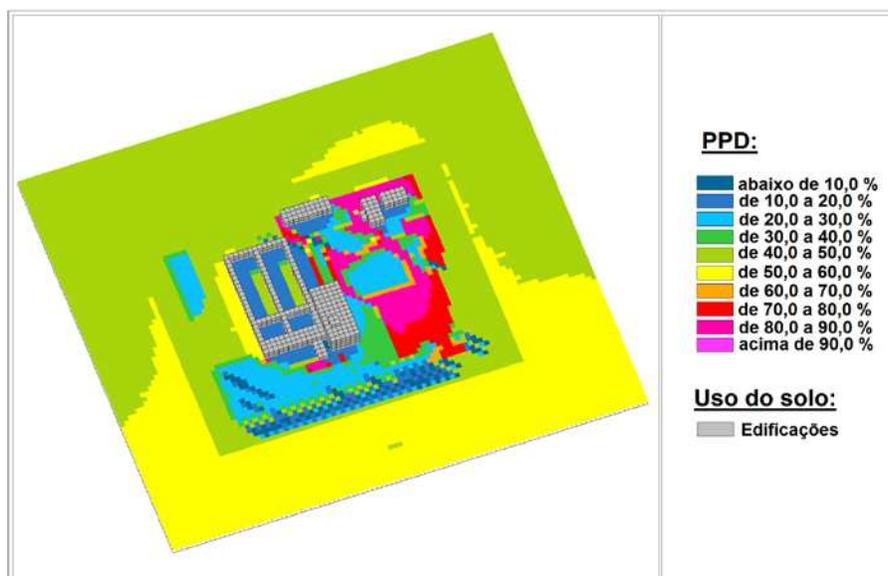


Figura 115 - PPD na Vila Brasil no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.

Na UNESP a TMR ficou acima dos valores ideais nas partes expostas a radiação solar, em ambos os horários: superiores a 50,0 °C de manhã (Figura 116) e 60,0 °C à tarde (Figura 117). Para as duas situações citadas, apenas nas áreas adjacentes ao prédio a TMR permaneceu abaixo de 40,0 °C quando comparados com os episódios de verão (24 de janeiro de 2011 e 15 de fevereiro de 2012), analisados anteriormente.

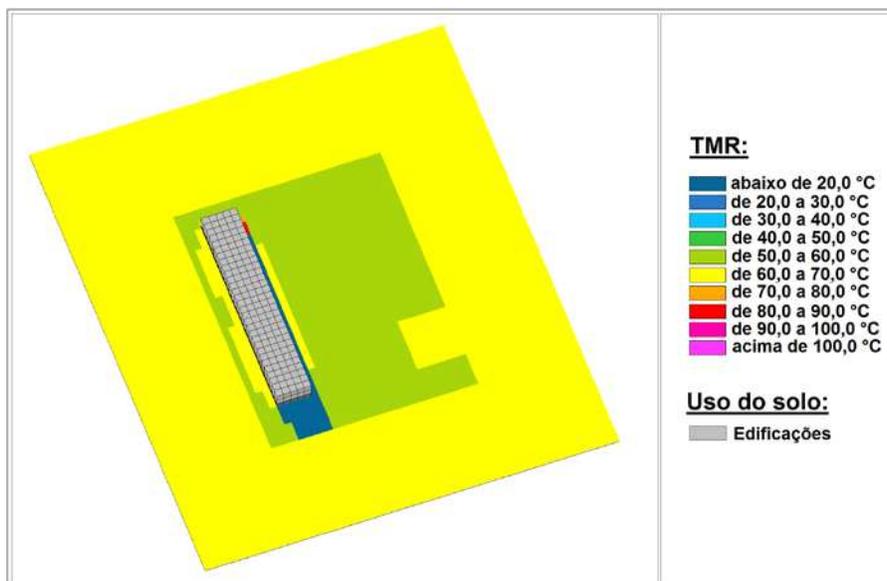


Figura 116 - TMR na UNESP no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.

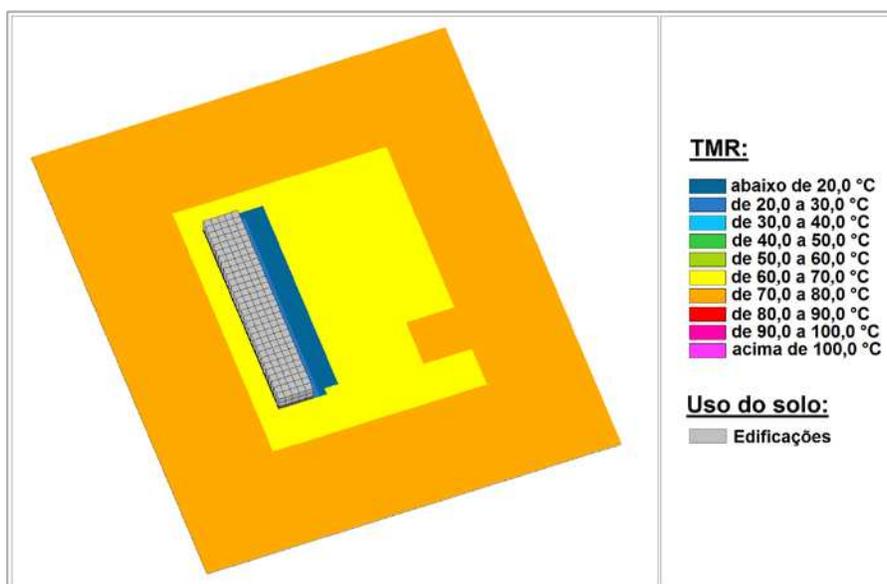


Figura 117 - TMR na UNESP no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.

Nesta ocasião é possível notar que na UNESP o PMV indica ter havido leve desconforto por frio (PMV abaixo -0,5, em tons de verde), principalmente na frente e/ou à direita do prédio, em decorrência do sombreamento nesta época de inverno. A única situação de conforto térmico deu-se apenas no período da manhã (área em amarelo da Figura 118), enquanto à tarde o PMV indica ter ocorrido sensação de ligeiramente quente a quente (Figura 119, em laranja e vermelho).

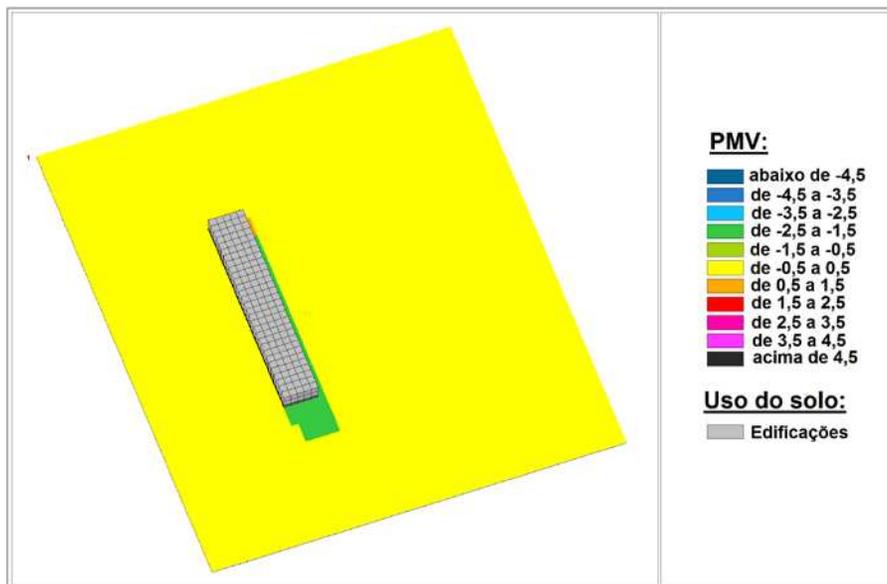


Figura 118 - PMV na UNESP no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.

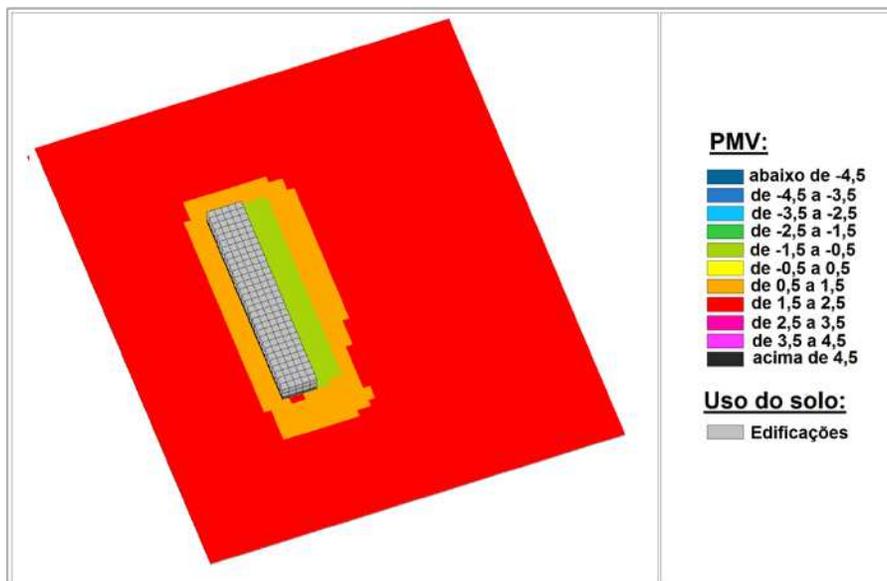


Figura 119 - PMV na UNESP no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.

O PPD das 9h na UNESP (Figura 120) apresentou porcentagem de pessoas insatisfeitas de até 80,0 % (em vermelho) para a área em que o PMV foi considerado como de ligeiro desconforto por frio e nas áreas de PMV confortável os valores estiveram dentro do limite (abaixo de 10,0 %, em azul escuro). Às 15 h (Figura 121) o PPD foi maior que 10,0 %, o que reforça os dados de PMV, os quais também não indicaram terem ocorrido valores propícios ao conforto térmico.

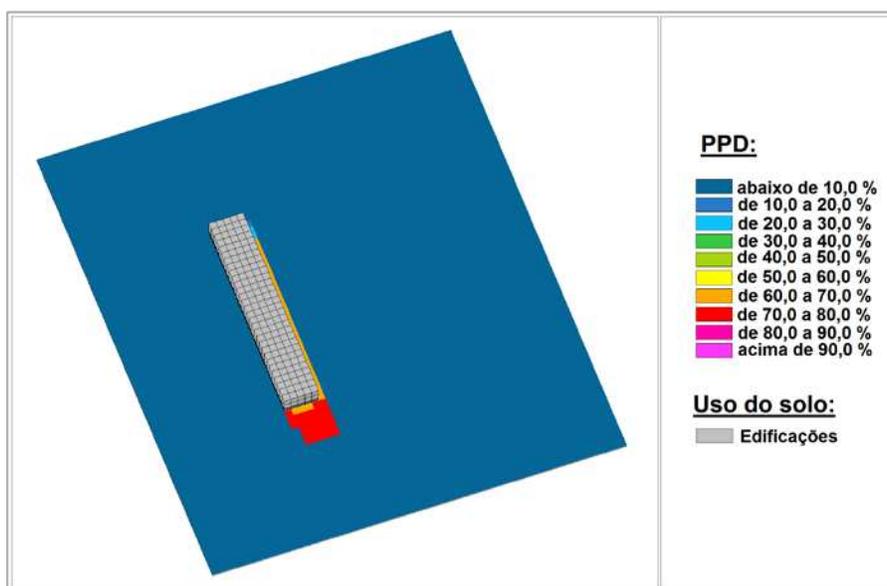


Figura 120 - PPD na UNESP no dia 9 de junho de 2012, às 9 h.

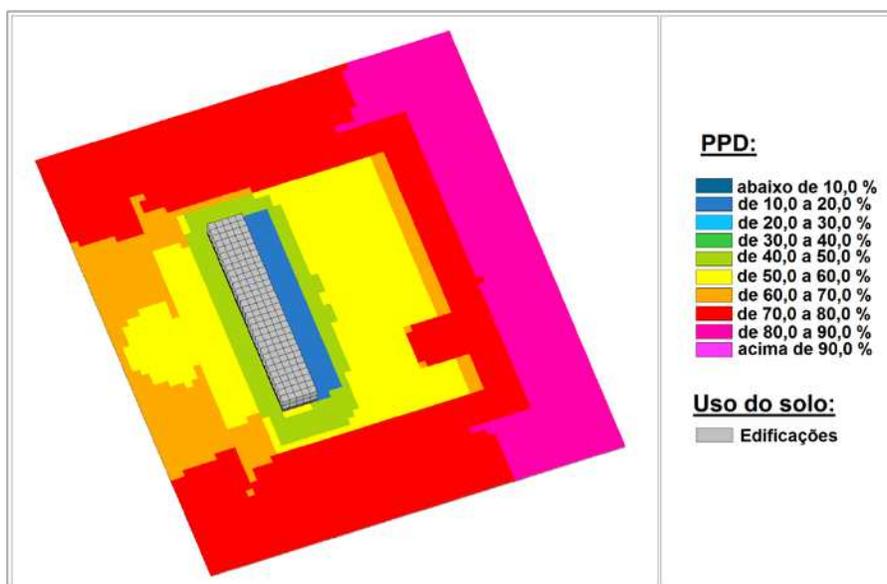


Figura 121 - PPD na UNESP no dia 9 de junho de 2012, às 15 h.

Ao se comparar as três áreas de estudo, tendo-se como referência os episódios de 9 de junho de 2012, nota-se que o PMV e o PPD apresentaram valores de conforto térmico somente na parte da manhã, porém a TMR não permaneceu dentro do padrão esperado para as mesmas áreas. Nos dois horários ainda houve desconforto tanto por frio quanto por calor.

Das análises realizadas, observou-se a variedade de microclimas encontrados em um mesmo ambiente, os quais, independentemente da época do ano, são favoráveis ao desconforto térmico na maior parte das áreas analisadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do discutido anteriormente, compreende-se o quão complexa são as relações estabelecidas entre sociedade e meio ambiente, mas que do ponto de vista da geografia do clima é possível analisar como as interações entre determinados processos sociais e atmosféricos influenciam na organização do espaço e, assim, usar tais informações no processo de planejamento e gerenciamento ambiental/urbano.

Das entrevistas realizadas, ficou claro que problemas relacionados ao conforto térmico, entre outros de cunho climático, têm pouca ou nenhuma importância sobre as atuais tomadas de decisões do poder público do município de Ourinhos.

Tal constatação reforça que apesar de existirem trabalhos científicos de diversas áreas do conhecimento que procuram contribuir para a solução dos diferentes problemas decorrentes das interações entre a cidade e o clima, estes esforços são negligenciados pelo poder político, devido à existência de barreiras técnicas, mas também devido à falta de interesse das gestões governantes.

Entretanto, como a sociedade tem mostrado cada vez mais interesse por tais questões, dado que o ambiente tem se tornado um importante indicador de desenvolvimento social, faz-se necessário considerar estas interações nas políticas públicas, através de planos de ações, que devem se pautar nas análises de suas realidades.

Na análise da evolução das temperaturas e da chuva mensal em Ourinhos, entre os anos de 2001 a 2012 ficou evidente a existência de dois períodos climáticos bem marcados: verão (quente e chuvoso) e inverno (frio e seco), os quais correspondem aos principais sistemas atmosféricos que atuam no clima regional do Sudeste, como zonas de convergências e sistemas frontais. Observou-se, também, que estas variáveis apresentaram comportamentos anômalos, que podem estar associadas a fenômenos climáticos como o *El Niño* e a *La Niña*.

A temperatura, bem como sua amplitude, apresentou-se, frequentemente, mais altas nas áreas periféricas no período da manhã, enquanto no período noturno os pontos de estudo mais centrais da cidade mostraram-se favoráveis a ocorrência de valores térmicos mais elevados.

Quanto à umidade relativa do ar, notou-se que os menores valores predominaram sobre a UNIMED. A mesma distribuição de valores mais baixos ocorreu nas áreas mais internas da malha urbana de Ourinhos, situação que se dá independentemente do horário. Os valores máximos foram detectados, principalmente nas partes mais afastadas do perímetro urbano, as quais apresentam características predominantemente rurais, tais como o Ribeirão Grande e o Córrego Fundo.

No que tange a velocidade vento, verificou-se que o Aeroporto (por estar situado em uma área ampla e relativamente mais alta que as demais) é a localidade com maiores velocidades de ventos, ao passo que a Fazenda Santa Maria, a UNESP e outras com maiores quantidades de vegetação arbórea de grande porte ao entorno registraram as menores velocidades.

Apesar da direção do vento ser altamente variável, foi possível detectar que na maior parte das análises esta mostrou que o padrão predominante de ventos teve sua origem variando entre nordeste e noroeste, seguido de situações que variaram de sudeste a sudoeste e ocasionalmente de leste ou oeste.

Dos dados analisados do Índice de Desconforto verificou-se a ocorrência de conforto térmico (entre 22,0 e 24,9 °C) em diferentes períodos, mas também foram constatadas diversas situações de desconforto térmico, que variaram de moderadamente frio (de 10,1 a 12,9 °C, principalmente às 9 h, referente aos dados do inverno de 2011) a quente moderado (igual a 28,0 °C, sobretudo às 15 h do episódio de verão de 2011).

As simulações climáticas realizadas pelo modelo tridimensional *ENVI-met* apresentaram forte associação entre os dados reais e os simulados.

Dos dados fornecidos pelo *ENVI-met*, notou-se que a TMR registrou valores superiores aos determinados pelo ISO 7730/1994 (ou seja, 40,0 °C) em todas as simulações, sendo que a área central apresentou, constantemente, valores mais elevados que a Vila Brasil e a UNESP. Quando esta esteve dentro dos valores aceitáveis, a mesma se restringiu a determinadas localidades conforme a época do ano e o horário. Em nenhuma ocasião os valores da TMR estiveram abaixo de 10,0 °C (mínimo valor considerado tolerável para o conforto térmico humano).

Houve estreita relação entre os índices PMV e PPD e ambos apresentaram diversas situações em que grande parcela das pessoas, na maior parte da área de estudo, afirmariam estarem insatisfeitas com as condições térmicas. Nas situações em que foi possível verificar a sensação de conforto térmico, estas estiveram relacionadas às partes sombreadas e vegetadas (principalmente com a presença de árvores), com exceção do episódio de inverno, quando estas mesmas áreas apresentaram condições de desconforto por frio.

De fato, apenas em algumas situações muito específicas foi possível constatar que houve TMR, PMV e PPD que juntos satisfariam os níveis adequados para a sensação de conforto térmico, estando relacionadas substancialmente às áreas com vegetação arbórea. A área de UNESP, por exemplo, pela falta destas apresentou apenas um caso em que tal condição seria possível.

Por outro lado, ficou demonstrado que a maioria das simulações evidenciou a ocorrência de desconforto por calor, sobretudo quando se consideram as calçadas expostas à radiação solar no período da tarde.

Devido aos diferentes elementos climáticos envolvidos na equação de conforto térmico, bem com as diferentes escalas de análise, torna-se difícil comparar com precisão o ID e os índices PMV e PPD. Não obstante, pode-se afirmar que, nos casos em que a sensação de desconforto térmica foi mais acentuada ambos apresentaram resultados aproximados, tal como no caso do dia 24 de janeiro de 2011 considerado moderadamente quente pela escala do ID e quente moderado na escala do PMV.

Diante dos padrões de distribuição temporal e espacial dos dados analisados é possível afirmar que os pontos mais centrais da área de estudo de Ourinhos apresentam características típicas de clima urbano, as quais são favoráveis ao desconforto térmico, bem como passíveis de trazer prejuízos ambientais (uso excessivo de recursos energéticos) e sociais (saúde e sociabilidade), que também podem ser entendidos como prejuízos econômicos.

Assim, foi possível comprovar que a associação dos parâmetros meteorológicos com a composição e disposição urbana e suas relações são os principais agentes causadores do desconforto térmico na população de Ourinhos, tal como se dá nas grandes metrópoles, já

que as cidades, em geral, sofrem com a carência de ambientes abertos que proporcionem conforto ao cidadão.

No que se refere ao sistema clima urbano, ressalta-se que diversas pesquisas têm mostrado que as medidas preventivas (como a criação de parques lineares, incentivos às pesquisas de energia limpa e a substituição do concreto por blocos entremeados por grama em locais como estacionamentos, entre outros) são mais eficientes que as medidas corretivas (gastos com internações hospitalares, intenso uso de recursos naturais não renováveis para resfriamento/aquecimento do ar e problemas de sociabilidade, por exemplo). Ressalta-se, portanto, a necessidade de um intenso trabalho interdisciplinar entre planejadores e climatologistas.

Assim, considerando que não existe uso direto das informações climáticas em suas políticas públicas, Ourinhos deveria dedicar uma maior atenção à questão climática, dado que o clima enquanto recurso tem sido cada vez mais valorizado pela sociedade, já que ao considerá-lo o planejamento urbano estará contribuindo para aumentar a qualidade de vida de seus habitantes em diversos aspectos (econômicos, ambientais e sociais).

REFERÊNCIAS*

ALCOFORADO, M. J. Aplicação da Climatologia ao Planeamento Urbano: alguns apontamentos. Finisterra, XXXIV, 67-68, 1999. Disponível em: <www.ceg.ul.pt/finisterra/numeros/1999-6768/6768_09.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2010.

AMORIM, M. C. C. T. CLIMATOLOGIA E GESTÃO DO ESPAÇO URBANO. **Revista Mercator**, Vol. 9, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewFile/534/299>>. Acesso em: 22 fev. 2012.

AMORIM, M. C. C. T.; SANT'ANA NETO, J. L.; DUBREUIL, V. Estrutura térmica identificada por transectos móveis e canal termal do Landsat 7 EM cidade tropical. **Revista de geografia Norte Grande**, Vol. 43, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022009000200004&script=sci_arttext&tlng=en>. Acesso em: 08 jan. 2013.

ASSIS, E. S. A Abordagem do Clima Urbano e Aplicações no Planejamento da Cidade: reflexões sobre uma trajetória. Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, VIII., e Encontro Latino-americano sobre Conforto no Ambiente Construído IV., 2005, Maceió. **Anais Eletrônicos...** Maceió: ANTAC, 2005. Disponível em: <http://cecaceix.wikispaces.com/file/view/ENCAC05_0092_101.pdf>. Acesso em: 09 set. 2011.

BARBETTA, P. A. Correlação e Regressão. In: _____. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 5 ed. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

BARBOSA, G. S.; DRACH, P. R. C.; CORBELLA, O. D. Um Estudo Comparativo de Regiões Espalhadas e Compactas: caminho para o desenvolvimento de cidades sustentáveis. In: Simpósio Internacional de Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social, 2010, Porto Alegre. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.joaobn.com/chis/Artigos%20CHIS%202010/040-C.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2011.

BRUNELLI, M.; REBONATTO, M. T. Geração de Cartas Climáticas com Uso de Krigagem para Interpolação de Dados. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica**, Ano 7, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://portal.sbc.org.br/index.php?language=1&subject=101&option=content&content=magazine&id=79>>. Acesso em: 04 nov. 2012.

* Baseadas na norma NBR 6023, de 2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

BRUSE, M. **Update overview over ENVI-met 3.0.** 2004. Disponível em: <www.envimet.com>. Acesso em: 14 fev. 2011.

_____. **On-line Manual.** 2009a. (Última atualização em 2010). Disponível em: <<http://www.envi-met.com>>. Acesso em: 31 ago. 2010.

_____. **Analysing Human Outdoor Thermal Comfort and Open Space Usage with the Multi-Agent System Botworld.** In: International Conference on Urban Climate, 7. 2009b. Yokohama, Japan. **Anais eletrônicos...** Disponível em: www.envi-met.com/.../ICUC7_botworldBruse.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2012.

_____. **Numerical Modeling of the Urban Climate - a preview on Envi-Met 4.0.** In: International Conference on Urban Climate, 7. 2009c. Yokohama, Japan. **Anais eletrônicos...** Disponível em: www.envi-met.com/.../ICUC7_botworldBruse.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2012.

CARFAN, A. C. **Análise do Conforto Térmico em Áreas Abertas no Município de Ourinhos - SP.** Tese de Doutorado Geografia. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011.

_____. **O Efeito do Sombreamento no Conforto Térmico Estudo De Caso: Cidade de São Paulo.** In: Seminário Latino-Americano de Geografia Física, VI, & Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, II, 2010, Coimbra. **Anais eletrônicos...** Universidade de Coimbra, 2010. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/ana_carfan>. Acesso em: 28 ago. 2011.

CASTELLANO, M. S. NUNES, L. H. **Impactos de Precipitações Extremas em Meio Urbano: Os Casos de Campinas e Atibaia (SP).** In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, XIII., 2009, Viçosa. **Anais eletrônicos...** Universidade Federal de Viçosa, 2009. Federal de Viçosa, julho de 2009. Disponível em: <www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos.../eixo8/002.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2011.

CIAGRO. CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS. **CIAGRO - Dados Diários no período de 01/01/2001 até 31/12/2011. Local: Ourinhos.** 2012. Base de dados em “.txt”. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/dados/entrada.htm>. Acesso em: 08 jan. 2012.

COLLISCHONN, E. **Climatologia e Gestão do Espaço Urbano: o caso de uma cidade pequena.** **Revista Mercator**, Vol. 9, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewArticle/533>>. Acesso em: 01 fev. 2012.

COORDENADORIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DE OURINHOS. **Prefeitura realiza 1º plantio de árvores do “Programa de Arborização Urbana”.** Ourinhos, mar. 2011. Disponível em:

<<http://www.ourinhos.sp.gov.br/noticia/8328/Prefeitura+realiza+1%C2%BA+plantio+de+arvores+do+Programa+de+Arborizacao+Urbana>>. Acesso em: 06 maio 2011.

CORREIO DO BRASIL. Calor provoca 13 mortes e mais de 5,5 mil internações no Japão. ABr, Brasília, jul. 2012. Seção Internacional. Disponível em: <<http://correiodobrasil.com.br/calor-provoca-13-mortes-e-mais-de-55-mil-internacoes-no-japao/490254/>>. Acesso em: 10 ago. 2012.

CPTEC/INPE. CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS **INFOCLIMA** - BOLETIM DE INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS DO CPTEC/INPE. Ano 09, n. 09, 2002. Disponível em: <<http://infoclima1.cptec.inpe.br/infoclima/pdf/200211.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2011.

_____. **Glossários** - Princípios de Meteorologia e Meio Ambiente. 2010a. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml#34>>. Acesso em: 13 nov. 2012.

_____. Cachoeira Paulista, SP. **Condições Climáticas Observadas no Brasil em 2009**. 2010b. Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/~rclima1/pdf/Sintese_Climatica_2009.pdf>. Acesso em 28 jun. de 2011.

_____. **INFOCLIMA** - BOLETIM DE INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS DO CPTEC/INPE. Ano 17, n. 09. 2010c. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201009.pdf>. Acesso em: 23 maio 2011.

_____. **Síntese Sinótica Mensal - Dezembro de 2010**. 2010d. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/15768>>. Acesso em: 23 maio 2011.

_____. **Análise Sinótica - 24/01/2011**. 2011a. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/analise_24012011.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2012.

_____. **Síntese Sinótica Mensal - Janeiro de 2011**. 2011b. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/SINTESE_MENSAL-JAN11.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2012.

_____. **Análise Sinótica - 15/07/2011**. 2011c. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/analise_15072011.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2012.

_____. **Síntese Sinótica Mensal - Julho de 2011**. 2011d. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/Sintese_Mensal_julho2011.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2012.

_____. **INFOCLIMA.** Ano 18, n. 08, 2011e. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/prev_clima_tempo/prognostico_climatico_trimestral/pc/PC1108_b.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2012.

_____. **Casos significativos do mês de julho de 2011.** 2011f. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/caso_sig_juL2011.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2012.

_____. **INFOCLIMA.** Ano 19, n. 02, 2012a. Disponível em: <http://www.infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201202.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2012.

_____. **Síntese Sinótica Mensal - Fevereiro de 2012.** 2012b. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/sintese_fev_2012.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2012.

_____. **Análise Sinótica - 14/02/2012.** 2012c. Disponível em: <http://www.tempo.cptec.inpe.br/bol_tecnico.shtml>. Acesso em: 13 mar. 2012.

_____. **Síntese Sinótica Mensal - Junho de 2012.** 2012d. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/21909>>. Acesso em: 31 jul. 2012.

_____. **Análise Sinótica - 09/06/2012.** 2012e. Disponível em: <http://www.tempo.cptec.inpe.br/bol_tecnico.shtml>. Acesso em: 31 jul. 2012.

DUMKE, E. M. S. **Clima Urbano/Conforto Térmico e Condições de Vida na Cidade - Uma Perspectiva a partir do Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba (Au-Rmc).** Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2007.

ELIASSON, I. The use of the climate knowledge in the urban planning. **Revista Elsvier**, n. 48, p. 31-44, 2000.

FANGER, P. O. **Thermal Comfort.** New York: McGraw-Hill. 1972.

FARIA, F. F.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z. M.; MATARAZZO, S. V. Variabilidade espacial do microclima de um galpão utilizado para confinamento de bovinos de leite. **Ciência Rural**, Santa Maria, Vol. 38, n. 9, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/331/33113634013.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2012.

FERRARA, L. N. Acesso à Água, à Moradia e à Cidade: Um Estudo sobre Autoconstrução nos Mananciais em São Paulo. IN: Simpósio Nacional de Geografia Urbana, XII., 2011, Belo Horizonte. **Anais Eletrônicos...** Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://xiisimpurb2011.com.br/app/web/arg/trabalhos/cca51be8f6b13c607a123e70d4460876.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

RIGHETTI, S. ONU cria outra forma de medir riqueza; Brasil fica em 5ª posição. **FOLHA DE S. PAULO**, São Paulo, jun. 2012. Seção Ambiente. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/ambiente/1106299-onu-cria-outra-forma-de-medir-riqueza-brasil-fica-em-5-posicao.shtml>>. Acesso em: dez. 2012.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual do Conforto Térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GILES, B. D.; BALAFOUTIS, C.; MAHERAS, P. Too hot for comfort: The heatwaves in Greece in 1987 and 1988. **International Journal of Biometeorology**, Vol. 34, 1990. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF01093455?LI=true#page-1>>. Acesso em: 28 nov. 2012.

GOULART, S. V. G. **Dados Climáticos para Avaliação de Desempenho Térmico de Edificações em Florianópolis**. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

GROSSO, C. **Doenças Respiratórias em Ambientes Urbanos**. In: Seminário Latino-Americano de Geografia Física, VI, & Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, II, 2010, Coimbra. **Anais eletrônicos...** Universidade de Coimbra, 2010. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/camila_doencas>. Acesso em: 07 mar. 2012.

HOJE EM DIA. **Onda de frio deixa 14 mortos no Chile**. AFP, Santiago, jul. 2012. Disponível em: <<http://www.hojeemdia.com.br/noticias/onda-de-frio-deixa-14-mortos-no-chile-1.7450>>. Acesso em: 10 ago. 2012.

HUTTNER, S.; BRUSE, M. Numerical Modeling of the Urban Climate - a preview on ENVI-met 4.0. In: International Conference on Urban Climate, 7., 2009, Japan. **Anais eletrônicos...** Japan, 2009. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/camila_doencas>. Acesso em: 09 abr. 2010.

HUTTNER, S.; BRUSE, M. DOSTAL, P. Using ENVI-met to simulate the impact of global warming on the microclimate in central European cities. In: Japanese-German Meeting on Urban Climatology, 5th, 2008, Freiburg. **Anais eletrônicos...** Freiburg, 2008. Disponível em: <http://www.envi-met.com/documents/papers/Huttner_etal_2008.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2010.

ISO 7730. Moderate Thermal Environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. **International Organization for Standardization**, Genebra, 1994.

KÁNTOR, N.; UNGER, J. The most problematic variable in the course of human-biometeorological comfort assessment - the mean radiant temperature. **Revista Springer**, Vol. 3, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www2.sci.u-szeged.hu/eghajlattan/ungercikk/2011-CEJG-3-Kantor-Unger.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2012.

KATES, R. K. The Interaction of Climate and Society. **SCOPE 27 - Climate Impact Assessment**. vol. 27. Disponível em: <<http://www.icsu-scope.org/downloadpubs/scope27/chapter01.html>>. Acesso em: 09 jun. 2011.

LAMBERTS, R.; GOMES, P. S.; GOMES, F. S. Perspectivas para a utilização da climatologia na avaliação do ambiente construído visando ao planejamento urbano. Estudo preliminar para Montes Claros - MG. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnicos Multifinalitário, 2, 2006, Florianópolis, **Anais...** Santa Catarina: UFSC, 2006 (caderno de resumos) p. 1-8.

LANDSBERG, H. E. 1956. O Clima das Cidades. **Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, n. 18, p. 95-111, 2006.

LIMA, B. R. O.; NERY, J. T. Poluentes da Atmosfera Urbana e a Influência dos Sistemas Meteorológicos na Quantificação destes Compostos no Município de Ourinhos/Sp. In: Seminário Latino-Americano, VII, & Seminário Ibero-Americano De Geografia Física, III., 2012, Manaus. **Anais eletrônicos...** Manaus, 2012. Disponível em: <[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_\(POLUENTES%20DA%20ATMOSFERA%20URBANA%20E%20A%20INFLU%20ANCIA%20DOS%20SISTEMAS%20METEOROL%20GICOS%20NA%20QUANTIFICA%20ESTES%20COMPOSTOS%20NO%20\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_(POLUENTES%20DA%20ATMOSFERA%20URBANA%20E%20A%20INFLU%20ANCIA%20DOS%20SISTEMAS%20METEOROL%20GICOS%20NA%20QUANTIFICA%20ESTES%20COMPOSTOS%20NO%20).pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2012.

MAIA, J. A.; GONÇALVES, F. L. T. Uma Análise do Conforto Térmico e suas Relações Meteorológicas na Cidade de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, XII. **Anais eletrônicos...** Foz do Iguaçu: 2002. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/11-19f8631710445b997afefb613926e2b0.pdf>>. Acesso em: janeiro de 2010.

MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M. R. D.; MELLO, L. T. A. Uso dos Métodos de Krigagem e Spline de Tensão no Mapeamento de Chuvas na Região Metropolitana de Goiânia e Seu Entorno. IN: Simpósio Internacional Caminhos Atuais da Cartografia na Geografia, 2, 1-4 dez. 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EDUSP, dez. 2010. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Evento_Uso_Marcuzzo.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2012.

METEOROLOGIA APLICADA A SISTEMAS DE TEMPO REGIONAIS (MASTER - IAG/USP). **Distribuição das Zonas de Conforto para Diferentes Graus de Percepção Térmica e suas Respostas Fisiológicas**. Disponível em:

<http://www.master.iag.usp.br/conforto/previsao.php?ant=&var=temp_efet&t=2&gr=2&pre f=2g&inic=00>. Acesso em: 27 ago. 2010.

MENDONÇA, F. **Clima e Criminalidade**: ensaio analítico da correlação entre a temperatura do ar e a incidência de criminalidade urbana. Curitiba: Editora UFPR, 2001.

_____. **Clima e Planejamento Urbano em Londrina**: proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termohigrométrico. In: MENDONÇA, F.; MONTEIRO, CARLO S. A. F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

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

MORAES, M. P. C.; NERY, J. T. Variabilidade da Precipitação na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema. **Revista Brasileira de Climatologia**, Vol. 7, set. 2009. Disponível em: <www.geografia.fflch.usp.br/abclima/revista/vol_7/RBC7.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2012.

NACHTIGALL, L. F. Intenso calor provoca novo recorde de consumo de energia no RS. **METSUL**, Porto Alegre, dez. 2006. Seção Notícias do Tempo. Disponível em: <http://www.metsul.com/secoes/visualiza.php?cod_subsecao=39&cod_texto=430>. Acesso em: 19 jan. 2012.

NAKATA, C. M.; SOUZA, L. C. L.; FARIA, J. R. C. Simulação do conforto térmico do pedestre no ambiente urbano. **Revista Ação Ergonômica**, Vol. 5, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/89/86>>. Acesso em: 9 set. 2011.

NOGUEIRA, M. C. J. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, J. S. Conforto Térmico na Escola Pública em Cuiabá-MT: estudo de caso. **Revista eletrônica Mestrado em Educação Ambiental**, Vol. 14, jan. - jun. 2005. Disponível em: <www.remea.furg.br/edicoes/vol14/art04.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2012.

NUNES, L. H. Técnicas Computacionais, Modelos e Escalas nos Estudos da Atmosfera: reflexões iniciais. **Revista Brasileira de Climatologia**, Vol. 2, 2006. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/revistaabclima/article/view/25391/17016>>. Acesso em: 14 jun. 2011.

OLIVEIRA, A. S.; PEREIRA, P. L.; FERREIRA, W. S. L. A Influência da Temperatura do Ar na Ocorrência de Crimes na Cidade de Belém-PA. IN: Encontro Sul-Brasileiro de Meteorologia, IV, 2011, Pelotas. **Anais eletrônicos...** Pelotas, 2011. Disponível em: <http://wp.ufpel.edu.br/meteoro/files/2011/05/angelica_silva_oliveira_1.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2011.

OURINHOS, PREFEITURA MUNICIPAL. **Dados Gerais - Ourinhos, SP.** Ourinhos, SP, 2012. Disponível em: <<http://www.ourinhos.sp.gov.br/conteudo/mostrar/id/758/titulo/Dados+Gerais>>. Acesso em: 28 out. 2012

_____. Lei Complementar nº 499, de 28 de dezembro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Ourinhos e dá outras providências. **Site Oficial da Câmara Municipal de Ourinhos**, Ourinhos, SP, 28 dez. 2006. Disponível em: <<http://www.camaraourinhos.sp.gov.br/Leis.php>>. Acesso em: 22 jul. 2012.

_____. Lei nº 5527, de 21 de setembro de 2010. Dispõe sobre a inclusão de educação ambiental de forma transversal nas escolas municipais de ensino de Ourinhos e dá outras providências. **Site Oficial da Câmara Municipal de Ourinhos**, Ourinhos, SP, 21 set. 2010. Disponível em: <<http://www.camaraourinhos.sp.gov.br/Leis.php>>. Acesso em: 22 jul. 2012.

_____. Lei nº 5531, de 21 de setembro de 2010. Dispõe sobre as atividades pertinentes ao controle da poluição atmosférica, por meio da avaliação de emissão de fumaça preta de veículos e máquinas movidas a combustível fóssil denominado “óleo diesel”, conforme regulamentação específica e dá outras providências. **Site Oficial da Câmara Municipal de Ourinhos**, Ourinhos, SP, 21 set. 2010. Disponível em: <<http://www.camaraourinhos.sp.gov.br/Leis.php>>. Acesso em: 22 jul. 2012.

PITTON, S. E. C.; DOMINGOS, A. E. Tempo e Doenças: Efeitos dos Parâmetros Climáticos nas Crises Hipertensivas nos Moradores de Santa Gertrudes - SP. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 2(1), 2004. Disponível em: <www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm>. Acesso em: 15 nov. 2011.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Panorama Ambiental Global: resumo para formuladores de políticas. 2012. Disponível em: http://www.unep.org/geo/pdfs/GEO-5_SPM_Portuguese.pdf. Acesso em: 14 dez. 2012.

QUADRO, M. F. L.; ABREU, M. A. Estudo de episódios de zonas de convergência do Atlântico Sul sobre a América do Sul. **Revista Brasileiro Geofísica**, Vol. 17, n. 2-3, São Paulo Jul/Nov, 1999.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de Precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Vol. 25, n. 2, 2010. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbmet/v25n2/a04v25n2.pdf> Acesso em: 31 ago 2012.

RODRIGUES, A. M. Produção e Consumo do e no Espaço - Problemática Ambiental Urbana. São Paulo: Editora Hucitec, 2006. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ea000113.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2011.

SANT'ANNA NETO, J. L.; AMORIM, M. C. C. T. Clima Urbano e Segregação Socioespacial em Cidades Tropicais de Porte Médio. In: Encontro de Geógrafos de América Latina, 12., 2009, Uruguai. **Anais...** Uruguai, 2009. Disponível em: <egal2009.easyplanners.info/area07/7376_undefined_undefined.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2012.

SOUZA, L. C. L. RELAÇÕES ENTRE ILHAS DE CALOR, GEOMETRIA URBANA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA. In: **Fórum Patrimônio** - Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável. Clima Urbano e Planejamento das Cidades - Vol. 3, N°. 2, 2010a. Disponível em: <http://www.forumpatrimonio.com.br/view_full.php?articleID=180&modo=1>. Acesso em: jul. 2012.

SOUZA, D. M. **Clima Urbano e Conforto Térmico no Município de Ourinhos**. Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia. Ourinhos: Universidade Estadual paulista "Júlio Mesquita Filho" - Campus de Ourinhos, 2010b.

SOUZA, V. R. D.; FARIA, J. R. G. Impactos no Microclima Causados por Alterações de Uso e Ocupação do Solo na Área do Almoxarifado da Prefeitura Municipal de Bauru (SP). In: Congresso de Iniciação Científica, XXI., 2010, Marília, **Anais...** Marília, 2010.

SOUZA, D. M.; CARFAN, A. C.; NERY, J. T. Análise da Temperatura do Ar e de Fluxos de Calor no Município de Ourinhos, utilizando o modelo Envi-Met. In: Seminário Latino-Americano, VII, & Seminário Ibero-Americano De Geografia Física, III., 2012, Manaus. **Anais eletrônicos...** Manaus, 2012. Disponível em: <[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_\(AN%C3%81LISE%20DA%20TEMPERATURA%20DO%20AR%20E%20DE%20FLUXOS%20DE%20CALOR%20NO%20MUNIC%C3%8DPIO%20DE%20OURINHOS,%20UTILIZANDO%20O%20MODELO%20ENVI-MET\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_(AN%C3%81LISE%20DA%20TEMPERATURA%20DO%20AR%20E%20DE%20FLUXOS%20DE%20CALOR%20NO%20MUNIC%C3%8DPIO%20DE%20OURINHOS,%20UTILIZANDO%20O%20MODELO%20ENVI-MET).pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2012.

SPANGENBERG, J.; SHINZATO, P.; JOHANSSON, E.; DUARTE, D. Simulation of the Influence of Vegetation on Microclimate and Thermal Comfort in the City of São Paulo. **Revista SBAU**, Vol. 3, n. 2, 2008. Disponível em: <http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo36.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ. **Escala Beaufort**. Disponível em: <http://www.lamma.ufrj.br/spo/aprenda_mais/escala_beaufort.htm>. Acesso em: 11 mar. 2010.

VILLAÇA, F. São Paulo: segregação urbana e desigualdade. **Estudos Avançados**, Vol. 25, n. 71, São Paulo, jan. - abr. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142011000100004&script=sci_arttext>. Acesso em: 30 nov. 2012.

ANEXOS

ANEXO 1

Entrevista sobre a aplicabilidade dos conhecimentos climáticos no planejamento e gerenciamento urbano/ambiental no município de Ourinhos/SP.

Nome:

Função:

1. Qual é o nível de envolvimento no Plano Diretor de Ourinhos?
 Abrangente. Detalhado. Não participou.
2. De uma forma geral, qual o nível de conhecimento acerca dos processos climáticos? Exemplo, do que seja uma frente, um anticiclone, zonas de convergências, entre outros.
 Nenhum. Posso algumas noções básicas. Avançado.
3. Tem acesso a informações climáticas que predominem na escala local e/ou regional, do tipo temperatura, precipitação, vento, dentre outros? Se sim, através de que meios?
 Sim, através de pessoal próprio*.
 Sim, através de cursos e/ou seminários.
 Sim, através de publicações científicas.
 Sim, através de relatórios técnicos.
 Sim, através de outros meios. Especifique _____
 Não.
4. Em sua área de atuação, fez-se ou se faz uso das informações climáticas levantadas no planejamento e/ou gerenciamento municipal? Em quais setores?
 Se sim, forneça exemplos de quando e como as informações climáticas foram ou são utilizadas.
 Se não, em que sentido elas poderiam ser usadas?
5. Há motivações e/ou barreiras quanto a aplicabilidades das informações climáticas no planejamento e gerenciamento urbano e ambiental? Exemplos: falta de conhecimentos, conflito de interesses, falta de verbas, baixa prioridade, falta de tempo, entre outros.
6. Em sua opinião, qual a importância dada para as informações climáticas nas atuais tomadas de decisões no âmbito do planejamento e/ou gerenciamento de aspectos relacionados ao espaço urbano e ao meio ambiente?

ANEXO 2

Dados médios do total de precipitação pluvial e das temperaturas (máxima, média e mínima) em Ourinhos, entre os anos de 2001 a 2012.

Mês	Média da Precipitação (mm)	Média da Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Média (°C)	Média da Temperatura Mínima (°C)
Jan	267,3	36,8	25,6	16,6
fev	113,8	36,4	26,0	16,8
mar	103,4	35,8	25,7	15,5
abr	91,7	34,2	24,1	13,3
mai	90,0	31,4	19,7	8,1
Jun	69,8	29,7	18,7	6,9
Jul	51,0	31,7	18,9	6,7
Ago	35,5	33,4	20,5	7,2
Set	73,8	35,2	22,3	8,8
Out	177,0	35,5	23,7	13,9
Nov	113,4	35,8	24,3	14,3
Dez	174,0	35,7	25,4	16,4
Média	113,4	34,3	22,9	12,0
Amplitude	231,8	4,1	6,8	8,8

ANEXO 3

Dados de anomalias de precipitação pluvial total e temperatura média em Ourinhos, entre os anos de 2001 a 2011.

Ano	Anomalias da Precipitação Total	Anomalias da Temperatura Média
2001	186,9	0,6
2002	249,8	1,2
2003	49,7	0,4
2004	-7,8	-0,1
2005	-16,1	-0,3
2006	-130,0	-0,3
2007	24,4	0,9
2008	-130,7	-0,3
2009	289,6	-0,2
2010	-315,2	-1,0
2011	-195,6	-0,4
2012	-119,0	0,1

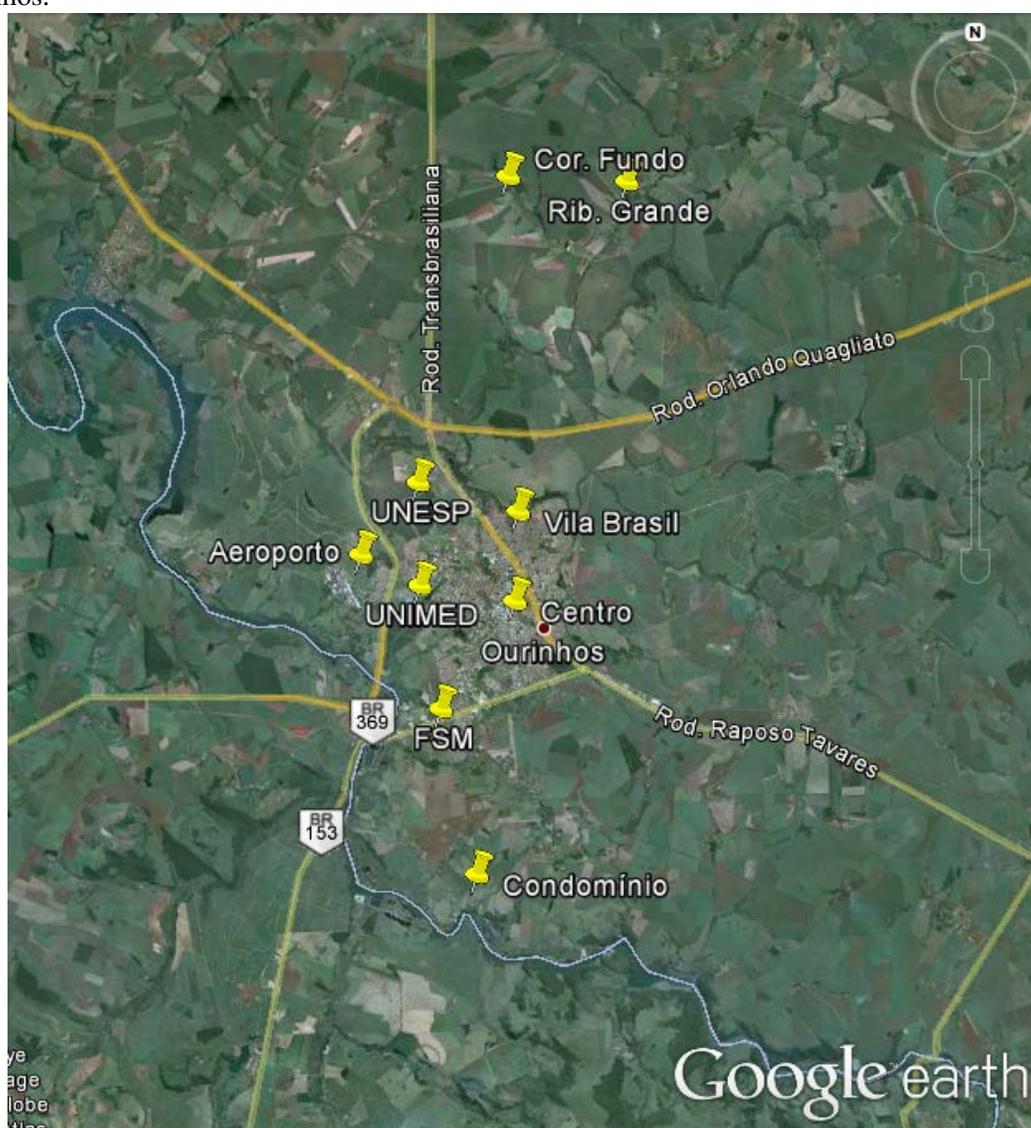
ANEXO 4

Dados de anomalias de precipitação pluvial total e temperatura média em Ourinhos, nos meses de janeiro e julho de 2011 e fevereiro e junho de 2012.

Ano	Mês	Anomalia da Precipitação Total	Anomalia da Temperatura Média
2011	Jan	-46,6	0,5
	Jul	-29,1	0,3
2012	Fev	-28,4	-0,2
	Jun	217,3	0,1

ANEXO 5

Imagens de satélite e fotos do entorno das estações meteorológicas automáticas no município de Ourinhos.



Entorno do Município de Ourinhos.

Fonte: *Google Earth* (2012).



Imagem de satélite do entorno do Aeroporto - Ourinhos.
Fonte: *Google Earth* (2012).



Foto do Aeroporto



Imagem de satélite do entorno do Condomínio - Ourinhos.
Fonte: *Google Earth* (2012).



Foto do Condomínio - Ourinhos.



Imagem de satélite do entorno do Córrego Fundo - Ourinhos.
Fonte: *Google Earth* (2012).



Foto do Córrego Fundo - Ourinhos.

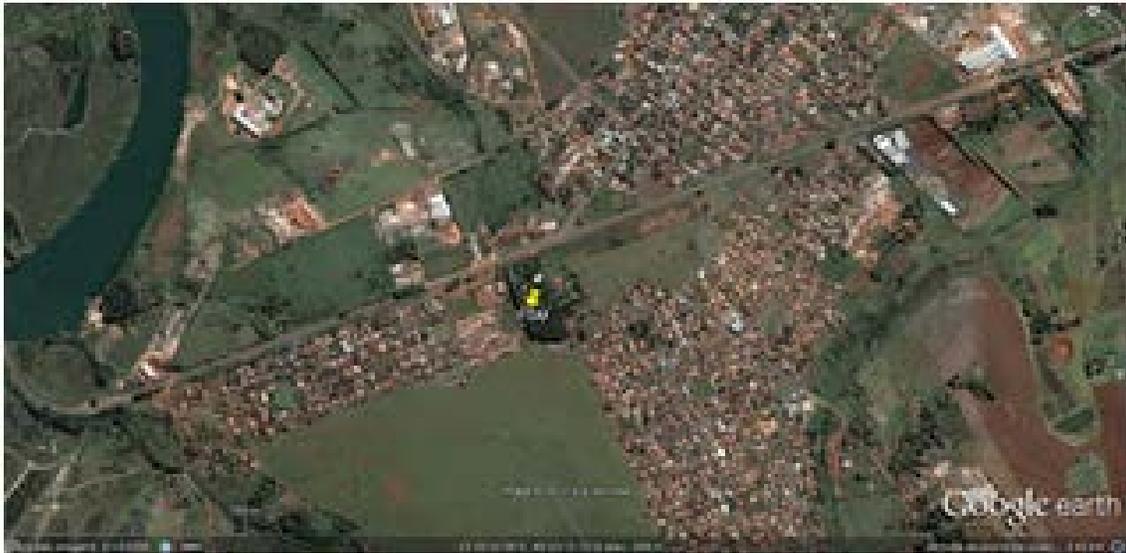


Imagem de satélite do entorno da Fazenda Santa Maria - Ourinhos.
Fonte: *Google Earth* (2012).



Foto da Fazenda Santa Maria - Ourinhos.

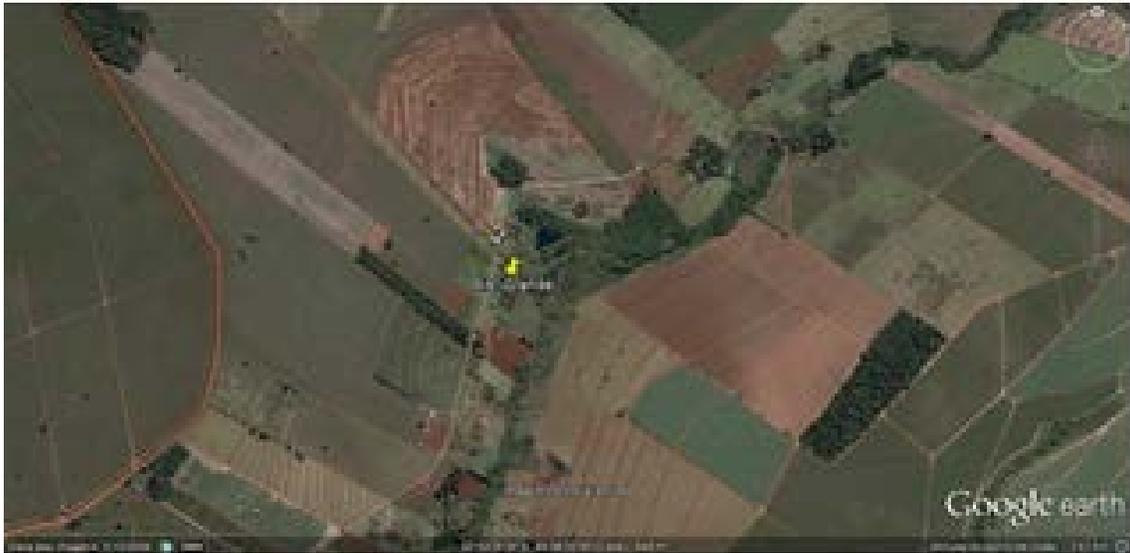


Imagem de satélite do entorno do Ribeirão Grande - Ourinhos.
Fonte: *Google Earth* (2012).



Foto do Ribeirão Grande - Ourinhos.



Imagem de satélite do entorno da área central - Ourinhos.
Fonte: *Google Earth* (2012).



Foto da área central - Ourinhos.

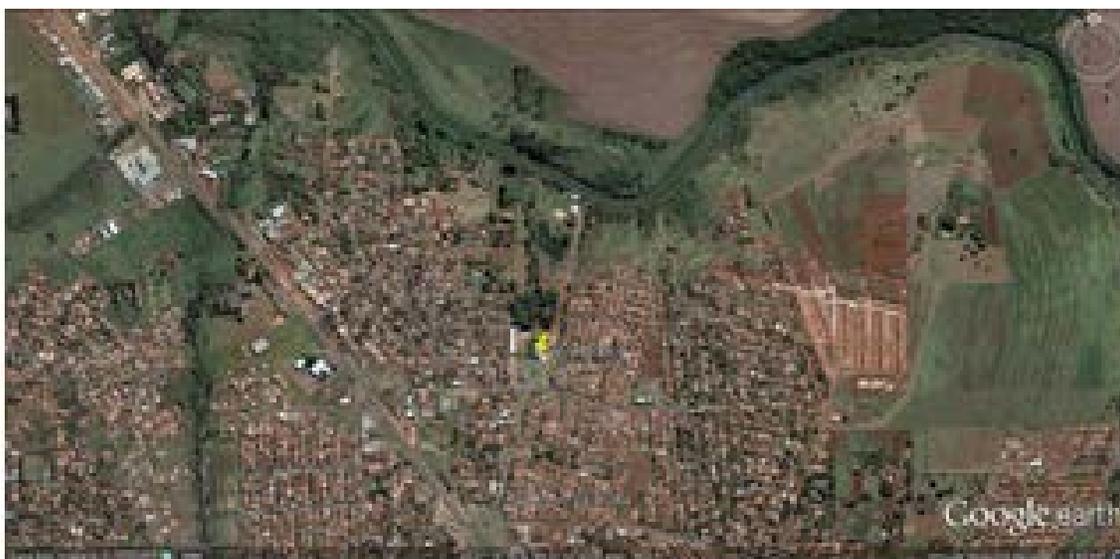


Imagem de satélite do entorno da Vila Brasil - Ourinhos.
Fonte: *Google Earth* (2012).



Foto do entorno da Vila Brasil - Ourinhos.

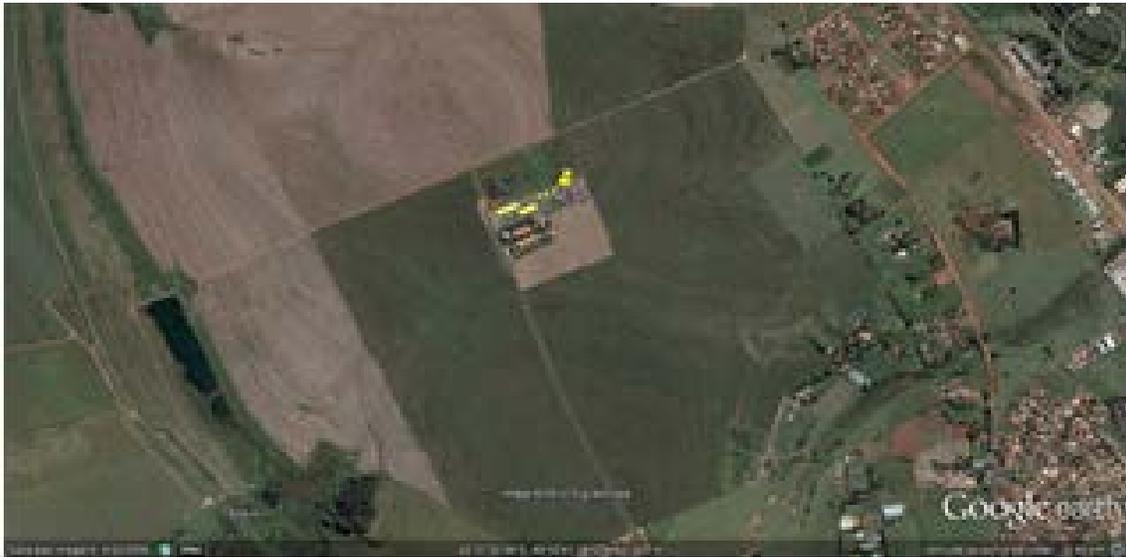


Imagem de satélite do entorno da UNESP - Ourinhos.
Fonte: *Google Earth* (2012).



Foto da UNESP - Ourinhos.



Imagem de satélite do entorno da UNIMED - Ourinhos.
Fonte: *Google Earth* (2012).



Foto da UNIMED - Ourinhos.

ANEXO 6

Configuração dos arquivos dos dados climáticos simulados pelo *ENVI-met*.

Dados de configuração climática no Centro no dia 24 de janeiro de 2011	
<i>Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]</i>	0,8
<i>Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)</i>	116,0
<i>Roughness Length z0 at Reference Point</i>	0,7
<i>Initial Temperature Atmosphere [K]</i>	295,0
<i>Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]</i>	15,0
<i>Relative Humidity in 2m [%]</i>	67,0

Dados de configuração climática na Vila Brasil no dia 24 de janeiro de 2011	
<i>Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]</i>	1,7
<i>Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)</i>	140,0
<i>Roughness Length z0 at Reference Point</i>	0,5
<i>Initial Temperature Atmosphere [K]</i>	295,5
<i>Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]</i>	15,0
<i>Relative Humidity in 2m [%]</i>	83,0

Dados de configuração climática na UNESP no dia 24 de janeiro de 2011	
<i>Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]</i>	1,0
<i>Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)</i>	270,6
<i>Roughness Length z0 at Reference Point</i>	0,1
<i>Initial Temperature Atmosphere [K]</i>	294,5
<i>Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]</i>	15,0
<i>Relative Humidity in 2m [%]</i>	99,9

Dados de configuração climática no Centro no dia 15 de julho de 2011	
<i>Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]</i>	1,0
<i>Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)</i>	41,0
<i>Roughness Length z0 at Reference Point</i>	0,7
<i>Initial Temperature Atmosphere [K]</i>	287,0
<i>Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]</i>	14,0
<i>Relative Humidity in 2m [%]</i>	47,0
<i>Turbulence Closure ABL (0:diagn.,1:prognos.)</i>	1,0
<i>Turbulence Closure 3D Modell (0:diag.,1:prog)</i>	1,0
<i>Upper Boundary for e-epsilon (0:clsd.,1:op.)</i>	1,0
<i>LBC for T and q (1:open, 2:forced, 3:cyclic)</i>	2,0
<i>LBC for TKE (1:open, 2:forced, 3:cyclic)</i>	2,0
<i>Use aver. solar input in nesting area (0:n,1:y)</i>	1,0
<i>Include Nesting Grids in Output (0:n,1:y)</i>	0,0
<i>Sun height for switching dt(0) -> dt(1)</i>	40,0
<i>Sun height for switching dt(1) -> dt(2)</i>	60,0
<i>Time step (s) for interval 1 dt(0)</i>	4,0
<i>Time step (s) for interval 2 dt(1)</i>	2,0
<i>Time step (s) for interval 3 dt(2)</i>	1,0

Dados de configuração climática na Vila Brasil no dia 15 de julho de 2011	
<i>Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]</i>	0,8
<i>Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)</i>	59,0
<i>Roughness Length z0 at Reference Point</i>	0,5
<i>Initial Temperature Atmosphere [K]</i>	284,0
<i>Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]</i>	14,0
<i>Relative Humidity in 2m [%]</i>	84,0
<i>Turbulence Closure ABL (0:diagn.,1:prognos.)</i>	1,0
<i>Turbulence Closure 3D Modell (0:diag.,1:prog)</i>	1,0
<i>Upper Boundary for e-epsilon (0:clsd.,1:op.)</i>	1,0
<i>LBC for T and q (1:open, 2:forced, 3:cyclic)</i>	2,0
<i>LBC for TKE (1:open, 2:forced, 3:cyclic)</i>	2,0
<i>Use aver. solar input in nesting area (0:n,1:y)</i>	1,0
<i>Include Nesting Grids in Output (0:n,1:y)</i>	0,0
<i>Sun height for switching dt(0) -> dt(1)</i>	40,0
<i>Sun height for switching dt(1) -> dt(2)</i>	60,0
<i>Time step (s) for interval 1 dt(0)</i>	4,0
<i>Time step (s) for interval 2 dt(1)</i>	2,0
<i>Time step (s) for interval 3 dt(2)</i>	1,0

Dados de configuração climática no UNESP no dia 15 de julho de 2011	
<i>Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]</i>	1,0
<i>Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)</i>	252,0
<i>Roughness Length z0 at Reference Point</i>	0,1
<i>Initial Temperature Atmosphere [K]</i>	284,0
<i>Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]</i>	14,0
<i>Relative Humidity in 2m [%]</i>	82,0

Dados de configuração climática no Centro no dia 14 de janeiro de 2012	
<i>Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]</i>	1,0
<i>Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)</i>	51,2
<i>Roughness Length z0 at Reference Point</i>	0,7
<i>Initial Temperature Atmosphere [K]</i>	293,9
<i>Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]</i>	15,0
<i>Relative Humidity in 2m [%]</i>	99,0
<i>Fraction of LOW clouds (x/8)</i>	4,0

Dados de configuração climática na Vila Brasil no dia 14 de janeiro de 2012	
<i>Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]</i>	1,0
<i>Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)</i>	139,8
<i>Roughness Length z0 at Reference Point</i>	0,5
<i>Initial Temperature Atmosphere [K]</i>	293,5
<i>Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]</i>	15,0
<i>Relative Humidity in 2m [%]</i>	89,7
<i>Fraction of LOW clouds (x/8)</i>	4,0

Dados de configuração climática na UNESP no dia 14 de janeiro de 2012	
<i>Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]</i>	1,0
<i>Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)</i>	230,9
<i>Roughness Length z0 at Reference Point</i>	0,1
<i>Initial Temperature Atmosphere [K]</i>	292,9
<i>Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]</i>	15,0
<i>Relative Humidity in 2m [%]</i>	94,4
<i>Fraction of LOW clouds (x/8)</i>	4,0

Dados de configuração climática no Centro no dia 9 de junho de 2012	
<i>Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]</i>	2,0
<i>Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)</i>	137,3
<i>Roughness Length z0 at Reference Point</i>	0,7
<i>Initial Temperature Atmosphere [K]</i>	286,7
<i>Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]</i>	16,0
<i>Relative Humidity in 2m [%]</i>	80,1
<i>Turbulence Closure ABL (0:diagn.,1:prognos.)</i>	1,0
<i>Turbulence Closure 3D Modell (0:diag.,1:prog)</i>	1,0
<i>Upper Boundary for e-epsilon (0:clsd.,1:op.)</i>	1,0
<i>LBC for T and q (1:open, 2:forced, 3:cyclic)</i>	2,0
<i>LBC for TKE (1:open, 2:forced, 3:cyclic)</i>	2,0
<i>Use aver. solar input in nesting area (0:n,1:y)</i>	1,0
<i>Include Nesting Grids in Output (0:n,1:y)</i>	0,0
<i>Sun height for switching dt(0) -> dt(1)</i>	40,0
<i>Sun height for switching dt(1) -> dt(2)</i>	60,0
<i>Time step (s) for interval 1 dt(0)</i>	4,0
<i>Time step (s) for interval 2 dt(1)</i>	2,0
<i>Time step (s) for interval 3 dt(2)</i>	1,0
Dados de configuração climática na Vila Brasil no dia 9 de junho de 2012	
<i>Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]</i>	1,9
<i>Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)</i>	182,1
<i>Roughness Length z0 at Reference Point</i>	0,5
<i>Initial Temperature Atmosphere [K]</i>	286,8
<i>Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]</i>	12,0
<i>Relative Humidity in 2m [%]</i>	79,7
Dados de configuração climática no UNESP no dia 9 de junho de 2012	
<i>Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]</i>	1,0
<i>Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)</i>	151,1
<i>Roughness Length z0 at Reference Point</i>	0,1
<i>Initial Temperature Atmosphere [K]</i>	286,4
<i>Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]</i>	12,0
<i>Relative Humidity in 2m [%]</i>	78,9

Observações:

1. Todas as simulações foram feitas para um período de 24 horas, sendo que as mesmas foram configuradas para começarem às 06 horas da data especificada, uma vez que neste período a atmosfera se encontra mais estável e, portanto, os erros do modelo são menores. 2. Os valores da altura da rugosidade das áreas de estudos simuladas foram obtidos através da Tabela 8.5 (*Typical roughness length (z_0) of urbanized terrain*), sendo que o Centro, a Vila Brasil e a UNESP receberam os seguintes valores: 0.7, 0.5 e 0.1, respectivamente. 3. O fator de ajuste solar foi de 1,5 para todas as simulações. 4. Para simular o PMV e o PPD assumiu-se que a velocidade do andar de uma pessoa hipotética fosse de 0,3 m/s, que a troca de energia com o ambiente fosse de 116 (Col. 2 M/A) e que a resistência da roupa para transferir calor fosse de 0,5 clo (o que equivale a um roupa de trabalho, ou seja, calça e camisa).

ANEXO 7

Escala psicrométrica UNICAMP para indicação de níveis de umidade relativa do ar prejudiciais à saúde humana.

Valores de umidade relativa	Classificação	Problemas decorrentes	Exemplos de cuidados a serem tomados
Acima de 60 %	Ideal	-	-
De 30 % a 60 %	Aceitável	-	-
De 20 % a 30 %	Estado de atenção	Complicações alérgicas e respiratórias devido ao ressecamento de mucosas.	Evitar exercícios físicos ao ar livre entre 11 e 15 horas; Umidificar o ambiente Consumir água à vontade.
De 12 % a 20 %	Estado de alerta	Sangramento pelo nariz; Ressecamento da pele Irritação dos olhos.	Suprimir exercícios físicos e trabalhos ao ar livre entre 10 e 16 horas; Evitar aglomerações em ambientes fechados; Usar soro fisiológico para olhos e narinas.
Abaixo de 12 %	Estado de emergência	Eletricidade estática nas pessoas e em equipamentos eletrônicos; Aumento do potencial de incêndios em pastagens e florestas.	Determinar a suspensão de atividades que exijam aglomerações de pessoas em recintos fechados entre 10 e 16 horas; Manter com umidade os ambientes internos, principalmente quarto de crianças, hospitais etc.

Fonte: Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI)/Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), organizado pela autora (<http://www.cpa.unicamp.br/artigos-especiais/umidade-do-ar-saude-no-inverno.html>), org. pela autora.

ANEXO 8

Amplitude dos dados de umidade relativa do ar dos dados analisados, em %.

Data	Horário	Máximo	Local	Mínimo	Local	Máxima
24/01/2011	9	78,0	CF	59,7	UNE	18,5
	15	48,4	FSM	13,8	UNI	34,6
	21	82,8	RG	42,0	UNI	40,8
15/07/2011	9	99,8	UNI	76,4	VB	23,4
	15	20,5	Cond	18,2	UNI	2,3
	21	65,0	CF	16,1	UNI	48,9
14/02/2012	9	97,1	Centro	80,5	UNI	16,6
	15	65,0	Cond	25,8	UNI	39,2
	21	94,0	RG	65,0	UNI	29,0
09/06/2012	9	85,4	FSM	74,4	UNE	11,0
	15	71,2	RG	44,6	UNE	26,6
	21	87,2	CF	69,5	Centro	17,7

ANEXO 9

Amplitude dos dados de velocidade do vento dos dados analisados, em m/s.

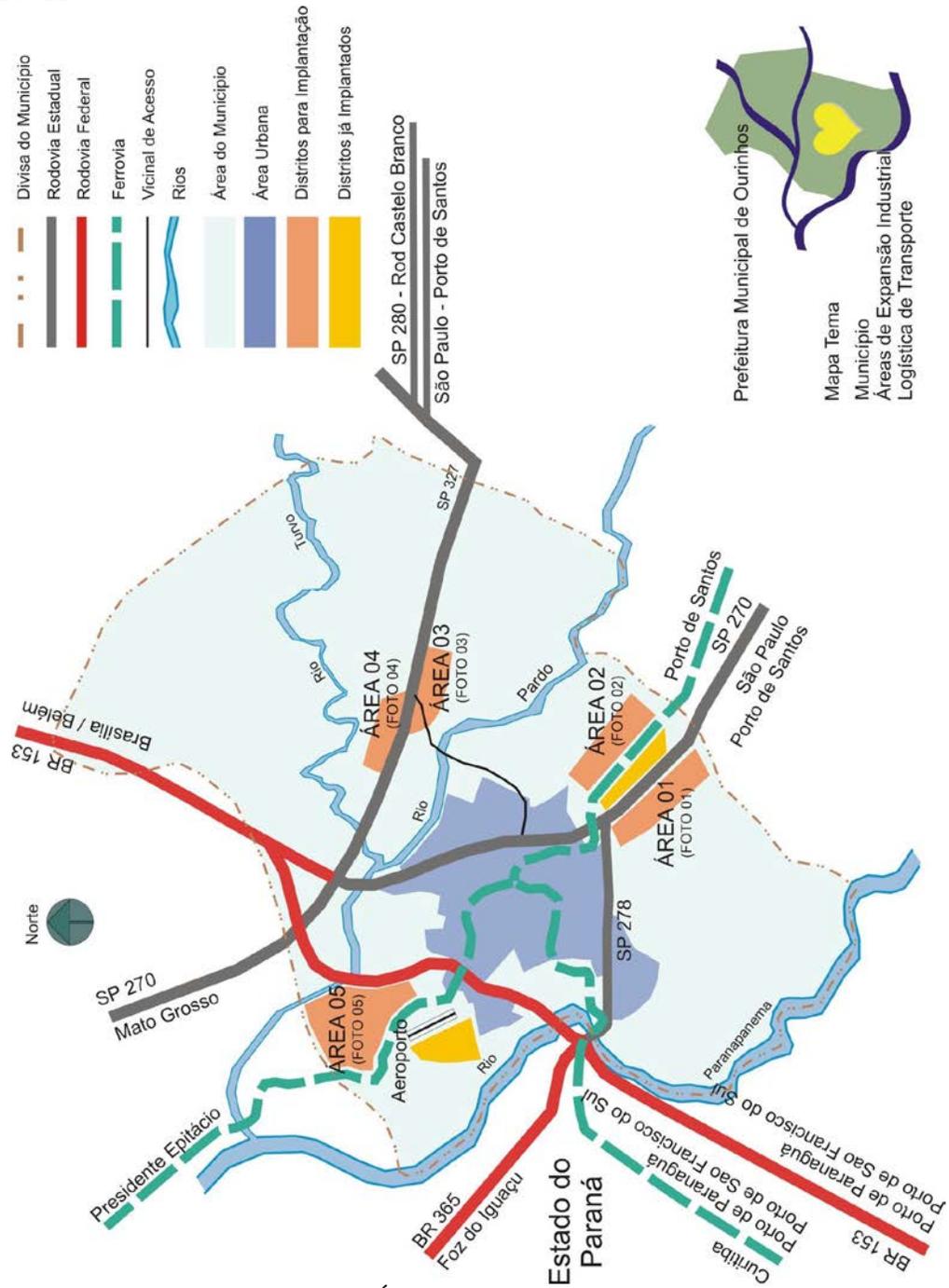
Data	Horário	Máximo	Local	Mínimo	Local	Máxima
24/01/2011	9	3,4	Aero	0,4	FSM	3,0
	15	1,9	Aero	0,6	UNE e UNI	1,3
	21	2,7	Aero	0,0	CF, Cond, UNESP	2,7
15/07/2011	9	2,4	Aero	0,0	Cond, FSM, RG e UNI	2,4
	15	3,4	Aero	1,1	UNESP	2,3
	21	2,3	Aero	0,0	CF e UNE	2,3
14/02/2012	9	1,7	Cond	0,0	UNI	1,7
	15	3,8	VB	1,3	UNE	2,5
	21	3,5	Centro	0,3	UNE	3,2
09/06/2012	9	3,8	Aero	0,4	UNE	3,4
	15	5,6	Aero	1,0	FSM	4,6
	21	4,6	Aero	0,6	FSM	4,0

ANEXO 10

Amplitude dos dados de temperatura do ar dos dados analisados, em °C.

Data	Horário	Máximo	Local	Mínimo	Local	Máxima
24/01/2011	9	27,1	UNE	25,0	VB	2,1
	15	34,4	UNE	32,9	Centro	1,5
	21	29,1	Centro	25,8	RG	3,3
15/07/2011	9	15,0	Aero	10,1	UNI	4,9
	15	30,0	UNI	28,8	VB	1,3
	21	22,1	UNI	14,8	CF	7,3
14/02/2012	9	22,7	RG	21,5	Centro	1,2
	15	29,0	UNI	27,6	VB	1,4
	21	21,7	UNI	19,5	Aero	2,2
09/06/2012	9	14,7	CF e RG	13,9	Centro	0,8
	15	19,4	CF	18,4	Centro	1,0
	21	16,0	Centro	14,9	CF e FSM	1,1

ANEXO 11



Ourinhos: Áreas de Expansão Industrial.

Fontes: Prefeitura Municipal de Ourinhos (<http://www.ourinhos.sp.gov.br/>)