

ANA LUCIA RIBEIRO CAMILLO DA SILVEIRA

**PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS PARA AVALIAÇÃO DE
CONJUNTOS HABITACIONAIS NA REGIÃO TROPICAL SUBÚMIDA
DO BRASIL**

BRASÍLIA
2007

ANA LUCIA RIBEIRO CAMILLO DA SILVEIRA

**PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS PARA AVALIAÇÃO DE
CONJUNTOS HABITACIONAIS NA REGIÃO TROPICAL SUBÚMIDA
DO BRASIL**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília para obtenção do título de Doutor.

PROFESSORA ORIENTADORA: DRA. MARTA ADRIANA BUSTOS ROMERO

BRASÍLIA
2007

ANA LUCIA RIBEIRO CAMILLO DA SILVEIRA

**PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS PARA AVALIAÇÃO DE CONJUNTOS
HABITACIONAIS NA REGIÃO TROPICAL SUBÚMIDA DO BRASIL**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação de Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília para obtenção do título de Doutor.

Prof^a Orientadora Dra Marta Adriana Bustos Romero – Universidade de Brasília

Prof^a Dra Cláudia Amorim - Universidade de Brasília

Prof^o Dr. Otto Ribas - Universidade de Brasília

Prof^a Dra Virgínia Maria Dantas de Araújo – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof^o Dr. Oscar Corbella – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Brasília, 21 de agosto de 2007

Dedico esta tese ao meu esposo Charles, pelo incentivo, carinho e compreensão em todos os momentos, e aos meus filhos Ana Teresa, Camillo, Lucas e Mateus.

Expresso meus agradecimentos às pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho:

- À professora Dra. Marta A. B. Romero, pela orientação, dedicação, competência e amizade demonstrada;

- À Universidade Federal do Piauí e ao Instituto Camillo Filho, pelo apoio;

- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro;

- Ao Prof. MSc. Antônio de Pádua Emérito, pela dedicada consultoria no tratamento estatístico dos dados;

- Ao arquiteto Leonardo de Pádua, pela valiosa colaboração na fase de apresentação gráfica;

- Aos alunos da Universidade Federal do Piauí e do Instituto Camillo Filho, que fizeram parte das equipes de coleta de dados nos conjuntos habitacionais;

- Aos meus tios Pedro e Natália, pelo apoio incondicional em Brasília.

Estes [os edifícios privados] estarão, pois, corretamente dispostos se, antes de mais nada, for observado para que direções estarão voltados ou em quais climas do mundo serão construídos. Com efeito, de uma forma no Egito, de outra na Hispânia, não da mesma no Ponto, diferentemente em Roma e assim para as demais particularidades de terras e regiões, é necessário que se construam diferentes gêneros de construções ...

Marco Vitruvius Polião, Séc. V a. C.

RESUMO

Essa pesquisa trata da problemática de inserção de conjuntos habitacionais em áreas urbanas, buscando a sustentabilidade ambiental e padrões de uso e ocupação do solo, a fim de garantir a melhoria das condições de vida da população e da qualidade ambiental, como proposto na Agenda 21 Brasileira. Discute-se o microclima gerado no interior de conjuntos habitacionais destinados à população de média e baixa renda, a partir da avaliação das áreas externas de conjuntos habitacionais localizados em Teresina-PI. Diversos fatores determinam o clima urbano, tais como, a topografia, o revestimento do solo, a vegetação, a presença de obstáculos naturais ou artificiais, por alterarem o aporte da radiação solar e a ventilação do local. Nos conjuntos habitacionais, os materiais de revestimento do solo, a quantidade de áreas pavimentadas em relação às áreas verdes, a forma e dimensões dos espaços abertos, entre outras variáveis, determinam o microclima, gerando espaços adequados às atividades humanas e interferindo no desempenho dos espaços internos das habitações. Tem-se como objetivo geral, propor parâmetros bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais na região tropical subúmida do Brasil. Inicialmente, apresenta-se o referencial teórico relacionado com o clima nos espaços urbanos, a morfologia urbana e alguns trabalhos, mais recentes, relacionados com o tema. As características climáticas da região e dos conjuntos investigados são analisadas. Em seguida, a metodologia é apresentada, as variáveis climáticas e bioclimáticas são discutidas e a execução da pesquisa de campo é descrita. As variáveis climáticas coletadas nos conjuntos e na estação meteorológica de referência são tratadas estatisticamente e os resultados são relacionados com as variáveis bioclimáticas, para avaliação do desempenho térmico dos conjuntos. A pesquisa conclui que os conjuntos habitacionais geram um microclima diferenciado, com alterações na temperatura do ar, na umidade relativa e na velocidade dos ventos. Finalizando, são apresentados os parâmetros bioclimáticos recomendados para a avaliação de conjuntos habitacionais na região, sendo ainda proposto um indicador de conforto térmico.

Palavras-chave: Conjunto habitacional. Microclima urbano. Parâmetros bioclimáticos.

ABSTRACT

This research is about the problematic of insertion of multifamiliar housing estates in urban areas, aiming at the environmental sustainability and standards for ground use and occupancy to guarantee the improvement of life conditions of the population and environmental quality, as proposed in Agenda 21 - Brazil. It discusses the microclimate generated in the interior of housing estates destined to low and average income populations from the evaluation of external areas of multifamiliar housing condominiums located in Teresina, Piauí. Several factors determine the urban climate such as topography, ground covering, foliage and the presence of either natural or artificial obstacles once they change the incidence of solar radiation and the ventilation of the place. In the housing estates, the ground covering material, the amount of paved areas in relation to the foliage areas, the shape and dimensions of open spaces, among other variables, determine the microclimate, generating adequate spaces to human activities and interfering with the performance of the internal spaces of the houses. Thus, we set as general goal, to propose bioclimatic parameters to the assessment of multifamiliar housing estates in the tropical sub-wet region of Brazil. Initially, it is shown the theoretical referential system related to the climate in the urban spaces, the urban morphology and some more recent works connected with the subject. The bioclimatic parameters for the analysis of the housing condominiums are proposed. The climatic characteristics of the region are studied and the characteristics of the investigated condominiums are analyzed. Next, the methodology is presented, the climatic and bioclimatic variables are discussed and the execution of the fieldwork is presented. The climatic variables collected in the condominiums and in the meteorological station of reference are treated statistically and the results are connected with the bioclimatic variables in order to evaluate the thermal performance of the condominiums. The research concludes that the housing condominiums produce a differentiated microclimate with alterations in the air temperature, relative humidity and wind velocity. Finally, the bioclimatic parameters recommended to the assessment of housing condominiums in the region are presented and a comfort indicator is proposed.

Key words: Housing condominium. Urban microclimate. Bioclimatic parameters.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 -	Camada limite urbana e camada urbana no nível das coberturas	39
Figura 2 -	Ilha de calor urbano	47
Figura 3 -	Geometria do cânion	56
Figura 4 -	Regime do fluxo x distância entre edifícios (H/W)	57
Figura 5 -	Regimes de escoamento do ar no interior do cânion urbano	59
Figura 6 -	Esquema do fluxo de ar e do aquecimento da fachada no cânion	60
Figura 7 -	Paris: quarteirão típico retangular, com pátios internos e poços de iluminação	64
Figura 8 -	Hamstead: quarteirão em cul-de-sac em T e corte esquemático das ruas	66
Figura 9 -	Amsterdã: variações da área interna do quarteirão	67
Figura 10 -	Viena: planta e vista do conjunto Harl Marx Hoff.	67
Figura 11 -	Ventilação em conjuntos habitacionais	80
Figura 12 -	Malhas urbanas	82
Figura 13 -	Carta Bioclimática para Teresina	93
Figura 14 -	Área de 500 x 500m no entorno do conjunto Barcelona	104
Figura 15 -	Resultados da simulação do Conjunto Barcelona com muro	215
Figura 16 -	Resultados da simulação do Conjunto Galiléia com muro	216
Figura 17 -	Resultados da simulação do Conjunto Marquês de Paranaguá com muro	217
Figura 18 -	Resultados da simulação do Conjunto Cristo Rei com muro	218
Figura 19 -	Resultados da simulação do Conjunto Hebron com muro	219
Figura 20 -	Resultados da simulação do Conjunto Monte Líbano com muro	220
Figura 21 -	Resultados da simulação do Conjunto Imperial Park com muro	221
Figura 22 -	Resultados da simulação do Conjunto Jardim Jockey com muro	222
Figura 23 -	Resultados da simulação do Conjunto Santa Mônica com muro	223
Figura 24 -	Carta Bioclimática de Givoni e intervalo de confiança dos dados da pesquisa, para os 1º e 2º semestres	238

FLUXOGRAMA

Fluxograma 1 -	Organização do trabalho	34
----------------	-------------------------	----

FOTOGRAFIAS

Foto 1 -	Unidade de habitação de Marselha	68
Foto 2 -	Conjunto Residencial Vila Guiomar, em Santo André, SP	69
Foto 3 -	Os primeiros conjuntos habitacionais multifamiliares em Teresina	98
Foto 4 -	Localização dos conjuntos da zona norte	100
Foto 5 -	Localização dos conjuntos da zona sul	101
Foto 6 -	Localização dos conjuntos da zona leste	103
Foto 7 -	Localização do conjunto Barcelona na cidade	108
Foto 8 -	Localização do conjunto Barcelona no bairro	108
Foto 9 -	Localização do conjunto Galiléia na cidade	112
Foto 10 -	Localização do conjunto Galiléia no bairro	112

Foto 11 -	Localização do conjunto Marquês de Paranaguá na cidade	116
Foto 12 -	Localização do conjunto Marquês de Paranaguá no bairro	116
Foto 13 -	Localização do conjunto Cristo Rei na cidade	120
Foto 14 -	Localização do conjunto Cristo Rei no bairro	120
Foto 15 -	Localização do conjunto Hebron na cidade	124
Foto 16 -	Localização do conjunto Hebron no bairro	124
Foto 17 -	Localização do conjunto Monte Líbano na cidade	128
Foto 18 -	Localização do conjunto Monte Líbano no bairro	128
Foto 19 -	Localização do conjunto Imperial Park na cidade	132
Foto 20 -	Localização do conjunto Imperial Park no bairro	132
Foto 21 -	Localização do conjunto Jardim Jockey na cidade	136
Foto 22 -	Localização do conjunto Jardim Jockey no bairro	136
Foto 23 -	Localização do conjunto Santa Mônica na cidade	140
Foto 24 -	Localização do conjunto Santa Mônica no bairro	140
Foto 25 -	Termo-higrômetro	154
Foto 26 -	Anemômetro	154
Foto 27 -	Biruta	158
Foto 28 -	Equipe de medição no conjunto	160

GRAFICOS

Gráfico 1 -	Limites entre os regimes de fluxo nos cânions	58
Gráfico 2 -	Radiação solar média diária para Teresina em Wh/m ²	87
Gráfico 3 -	Teresina: temperaturas médias mensais, média das temperaturas máximas e média das temperaturas mínimas	88
Gráfico 4 -	Teresina: umidade relativa média do ar e precipitações	89
Gráfico 5 -	Temperatura média do ar das normais climatológicas e ano 2006	90
Gráfico 6 -	Umidade relativa do ar das normais climatológicas e ano 2006	90
Gráfico 7 -	Temperatura média do ar nos horários de 09:00, 15:00 e 21:00 horas	91
Gráfico 8 -	Umidade relativa do ar nos horários de 09:00, 15:00 e 21:00	92
Gráfico 9 -	Média da temperatura do ar por conjunto no 1º semestre	174
Gráfico 10 -	Média da temperatura do ar por conjunto no 2º semestre	175
Gráfico 11 -	Comparação da temperatura média do ar nos conjuntos entre o 1º e o 2º semestre	177
Gráfico 12 -	Umidade relativa média do ar por conjunto no 1º semestre	179
Gráfico 13 -	Umidade relativa média do ar por conjunto no 2º semestre	180
Gráfico 14 -	Comparação da umidade relativa do ar por conjunto entre o 1º e o 2º semestre	182
Gráfico 15 -	Relação entre a temperatura do ar e a umidade relativa por conjunto	182
Gráfico 16 -	Classes da velocidade do vento por conjunto (1º semestre)	185
Gráfico 17 -	Classes da velocidade do vento por conjunto (2º semestre)	187
Gráfico 18 -	Velocidade média do vento por conjunto no 1º semestre	187
Gráfico 19 -	Velocidade média do vento por conjunto no 1º semestre	188
Gráfico 20 -	Comparação da velocidade média do vento nos 1º e 2º semestres	189
Gráfico 21 -	Relação entre a temperatura do ar e a velocidade do vento por conjunto	189
Gráfico 22 -	Sensação térmica por conjunto no 1º semestre	191
Gráfico 23 -	Sensação térmica por conjunto no 2º semestre	193
Gráfico 24 -	Escore padronizado dos conjuntos	195

Gráfico 25 -	Conjunto Barcelona – temperatura média do ar e umidade relativa	197
Gráfico 26 -	Conjunto Barcelona – temperatura média do ar e velocidade do vento	198
Gráfico 27 -	Conjunto Galiléia – temperatura média do ar e umidade relativa	199
Gráfico 28 -	Conjunto Galiléia – temperatura média do ar e velocidade do vento	200
Gráfico 29 -	Conjunto Marques – temperatura média do ar e umidade relativa	201
Gráfico 30 -	Conjunto Marques – temperatura média do ar e velocidade do vento	202
Gráfico 31 -	Conjunto Cristo Rei – temperatura média do ar e umidade relativa	203
Gráfico 32 -	Conjunto Cristo Rei – temperatura média do ar e velocidade do vento	204
Gráfico 33 -	Conjunto Hebron – temperatura média do ar e umidade relativa	205
Gráfico 34 -	Conjunto Hebron – temperatura média do ar e velocidade do vento	206
Gráfico 35 -	Conjunto Monte Líbano – temperatura média do ar e umidade relativa	207
Gráfico 36 -	Conjunto Monte Líbano – temperatura média do ar e velocidade do vento	208
Gráfico 37 -	Conjunto Imperial Park – temperatura média do ar e umidade relativa	209
Gráfico 38 -	Conjunto Imperial Park – temperatura média do ar e velocidade do vento	209
Gráfico 39 -	Conjunto Jardim Jockey – temperatura média do ar e umidade relativa	210
Gráfico 40 -	Conjunto Jardim Jockey – temperatura média do ar e velocidade do vento	211
Gráfico 41 -	Conjunto Santa Mônica – temperatura média do ar e umidade relativa	212
Gráfico 42 -	Conjunto Santa Mônica – temperatura média do ar e velocidade do vento	213
Gráfico 43 -	Comparação da umidade relativa do ar média entre o 1º e 2º semestre	234

MAPAS

Mapa 1 -	Zoneamento Bioclimático Brasileiro	27
Mapa 2 -	Localização de conjuntos habitacionais verticais de Teresina	97
Mapa 3 -	Localização dos conjuntos pesquisados em Teresina	99

PLANTAS

Planta 1 -	Planta de situação do conjunto Barcelona e indicação das fotos	109
Planta 2 -	Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Barcelona	110
Planta 3 -	Planta de situação do conjunto Galiléia e indicação das fotos	113
Planta 4 -	Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Galiléia	114
Planta 5 -	Planta de situação do conjunto Marquês de Paranaguá e indicação das fotos	117
Planta 6 -	Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Marquês de Paranaguá	118
Planta 7 -	Planta de situação do conjunto Cristo Rei e indicação das fotos	121
Planta 8 -	Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Cristo Rei	122

Planta 9 -	Planta de situação do conjunto Hebron e indicação das fotos	125
Planta 10 -	Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Hebron	126
Planta 11 -	Planta de situação do conjunto Monte Líbano e indicação das fotos	129
Planta 12 -	Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Monte Líbano	130
Planta 13 -	Planta de situação do conjunto Imperial Park e indicação das fotos	133
Planta 14 -	Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Imperial Park	134
Planta 15 -	Planta de situação do conjunto Jardim Jockey e indicação das fotos	137
Planta 16 -	Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Jardim Jockey	138
Planta 17 -	Planta de situação do conjunto Santa Mônica e indicação das fotos	141
Planta 18 -	Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Santa Mônica	142

QUADROS

Quadro 1 -	Balanço da radiação em Columbia, Maryland.	42
Quadro 2 -	Classificação das escalas horizontais.	43
Quadro 3 -	Classificação de diferentes formas urbanas em ordem decrescente na sua capacidade de causar impacto na temperatura, umidade e ventos locais	45
Quadro 4 -	Escalas de análise da sustentabilidade	46
Quadro 5 -	Classificação das unidades da camada de cobertura urbana	46
Quadro 6 -	Causas da ilha de calor da camada inferior da atmosfera	47
Quadro 7 -	Causas da formação da ilha de calor urbana e exemplos de estratégias para mitigação	53
Quadro 8 -	Indicador de sustentabilidade ambiental - parâmetros morfológicos para análise dos conjuntos habitacionais	84
Quadro 9 -	Classificação das variáveis morfológicas das áreas do entorno dos conjuntos.	105
Quadro 10 -	Conjunto Barcelona – fotografias	109
Quadro 11 -	Dados e áreas do conjunto Barcelona	110
Quadro 12 -	Estudo das sombras no conjunto Barcelona	111
Quadro 13 -	Conjunto Galiléia – fotografias	113
Quadro 14 -	Dados e áreas do conjunto Galiléia	114
Quadro 15 -	Estudo das sombras no conjunto Galiléia	115
Quadro 16 -	Conjunto Marquês de Paranaguá – fotografias	117
Quadro 17 -	Dados e áreas do conjunto Marquês de Paranaguá	118
Quadro 18 -	Estudo das sombras no conjunto Marquês de Paranaguá	119
Quadro 19 -	Conjunto Cristo Rei – fotografias	121
Quadro 20 -	Dados e áreas do conjunto Cristo Rei	122
Quadro 21 -	Estudo das sombras no conjunto Cristo Rei	123
Quadro 22 -	Conjunto Hebron – fotografias	125
Quadro 23 -	Dados e áreas do conjunto Hebron	126
Quadro 24 -	Estudo das sombras no conjunto Hebron	127
Quadro 25 -	Conjunto Monte Líbano – fotografias	129
Quadro 26 -	Dados e áreas do conjunto Monte Líbano	130
Quadro 27 -	Estudo das sombras no conjunto Monte Líbano	131

Quadro 28 -	Conjunto Imperial Park – fotografias	133
Quadro 29 -	Dados e áreas do conjunto Imperial Park	134
Quadro 30 -	Estudo das sombras no conjunto Imperial Park	135
Quadro 31 -	Conjunto Jardim Jockey – fotografias	137
Quadro 32 -	Dados e áreas do conjunto Jardim Jockey	138
Quadro 33 -	Estudo das sombras no conjunto Jardim Jockey	139
Quadro 34 -	Conjunto Santa Mônica – fotografias	141
Quadro 35 -	Dados e áreas do conjunto Santa Mônica	142
Quadro 36 -	Estudo das sombras no conjunto Santa Mônica	143
Quadro 37 -	Indicador de sustentabilidade ambiental - parâmetros para avaliação de conjuntos habitacionais	150
Quadro 38 -	Resumo das principais variáveis morfológicas dos conjuntos	151
Quadro 39 -	Classificação das variáveis morfológicas dos conjuntos	151
Quadro 40 -	Tipos de arranjo geral dos prédios nos conjuntos	152
Quadro 41 -	Data das medições por zona da cidade e semestre do ano (2006)	156
Quadro 42 -	Conjunto Barcelona – indicador de sustentabilidade ambiental	159
Quadro 43 -	Conjunto Galiléia – indicador de sustentabilidade ambiental	160
Quadro 44 -	Conjunto Marquês de Paranaguá – indicador de sustentabilidade ambiental	161
Quadro 45 -	Conjunto Cristo Rei – indicador de sustentabilidade ambiental	162
Quadro 46 -	Conjunto Hebron – indicador de sustentabilidade ambiental	163
Quadro 47 -	Conjunto Monte Líbano – indicador de sustentabilidade ambiental	164
Quadro 48 -	Conjunto Imperial Park – indicador de sustentabilidade ambiental	165
Quadro 49 -	Conjunto Jardim Jockey – indicador de sustentabilidade ambiental	166
Quadro 50 -	Conjunto Santa Mônica – indicador de sustentabilidade ambiental	167
Quadro 51 -	Resumo dos resultados em relação à temperatura do ar no 1º semestre	173
Quadro 52 -	Resumo dos resultados em relação à temperatura do ar no 2º semestre	175
Quadro 53 -	Resumo dos resultados em relação à umidade relativa do ar no 1º semestre	178
Quadro 54 -	Resumo dos resultados em relação à umidade relativa do ar no 2º semestre	179
Quadro 55 -	Classes de velocidade média. Adaptado de Beaufort	183
Quadro 56 -	Escore padronizado dos conjuntos	195
Quadro 57 -	Análise da ilha de calor no 1º semestre	226
Quadro 58 -	Análise da ilha de calor no 2º semestre	228
Quadro 59 -	Análise da umidade relativa no 1º semestre	231
Quadro 60 -	Análise da umidade relativa do ar no 2º semestre	233
Quadro 61 -	Características dos conjuntos com melhor ventilação das áreas externas	236
Quadro 62 -	Média das variáveis climáticas dos conjuntos mais confortáveis	237
Quadro 63 -	Parâmetros bioclimáticos – resumo do desempenho e das variáveis morfológicas dos conjuntos	242
Quadro 64 -	Resumo dos melhores desempenhos dos conjuntos	243
Quadro 65 -	Resumo dos parâmetros bioclimáticos recomendados para a região tropical subúmida do Brasil	243
Quadro 66 -	Indicador de sustentabilidade para avaliação de conjuntos habitacionais	245

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Propriedades radiantes de materiais e superfícies urbanas	49
Tabela 2 -	Estratégias de conforto para Teresina	94
Tabela 3 -	Variáveis morfológicas das áreas do entorno dos conjuntos	105
Tabela 4 -	Comparação da temperatura do ar entre os conjuntos da zona norte no 1º semestre	172
Tabela 5 -	Temperatura média do ar por conjunto nos 1º e 2º semestres	176
Tabela 6 -	Comparação da temperatura média do ar por conjunto entre o 1º e o 2º semestre	176
Tabela 7 -	Umidade relativa média do ar por conjunto nos 1º e 2º semestres	181
Tabela 8 -	Comparação da umidade relativa média do ar por conjunto entre os 1º e 2º semestres	181
Tabela 9 -	Classificação da velocidade em classes por conjunto (1º semestre)	184
Tabela 10 -	Classificação da velocidade média por conjunto (2º semestre)	186
Tabela 11 -	Sensação térmica por conjunto no 1º semestre	190
Tabela 12 -	Sensação térmica por conjunto, às 15:00 horas, no 1º semestre	191
Tabela 13 -	Sensação térmica por conjunto no 2º semestre	192
Tabela 14 -	Intervalo de confiança da sensação agradável no 1º semestre	193
Tabela 15 -	Intervalo de confiança da sensação agradável no 2º semestre	194
Tabela 16 -	Conjunto Barcelona - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário	197
Tabela 17 -	Conjunto Galiléia - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário	199
Tabela 18 -	Conjunto Marquês - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário	201
Tabela 19 -	Conjunto Cristo Rei - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário	203
Tabela 20 -	Conjunto Hebron - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário	205
Tabela 21 -	Conjunto Monte Líbano - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário	207
Tabela 22 -	Conjunto Imperial Park - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário	208
Tabela 23 -	Conjunto Jardim Jockey - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário	210
Tabela 24 -	Conjunto Santa Mônica - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário	212

LISTA DE SIGLAS

ABNT –	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANOVA –	Análise de Variância Univariada
ANTAC –	Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
CEF –	Caixa Econômica Federal
CFD –	Dinâmica dos Fluidos Computacional
COBRACON -	Comitê Brasileiro de Construção Civil
EMBRAPA –	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
ENCAC –	Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
ENTAC –	Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
IBGE –	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IES-VE –	Integrated Environmental Solutions Limited – Virtual Environment
INMET –	Instituto Nacional de Meteorologia
IPT –	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
MANOVA –	Análise de Variância Multivariada
MCT –	Ministério de Ciência e Tecnologia
NBR –	Norma Brasileira Regulamentadora
NUTAU –	Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo
OMM –	Organização Meteorológica Mundial
PAR –	Programa de Arrendamento Residencial
PLEA –	Passive and Low Energy Architecture
SPSS –	Statistical package for Social Science

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
PARTE I	
2 O CLIMA NO ESPAÇO URBANO	36
2.1 O CLIMA URBANO	36
2.2 A ILHA DE CALOR URBANO	47
2.3 O MICROCLIMA NOS CÂNIONS URBANOS	54
2.3.1 A temperatura das superfícies e do ar	54
2.3.2 A circulação do ar nos cânions	56
3 A MORFOLOGIA URBANA	61
3.1 ELEMENTOS DA MORFOLOGIA URBANA	61
3.2 A MORFOLOGIA URBANA NOS SÉCULOS XIX E XX	64
4 ESTUDOS PRECEDENTES - METODOLOGIAS PARA ANÁLISE BIOCLIMÁTICA DOS ESPAÇOS URBANOS	71
5 PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS PARA AVALIAÇÃO DE CONJUNTOS HABITACIONAIS	76
5.1 A ESCALA LOCAL DO BAIRRO	77
5.2 A MICROESCALA DO CONJUNTO	79
PARTE II	
6 TERESINA: ASPECTOS CLIMÁTICOS E CONJUNTOS ANALISADOS	86
6.1 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA REGIÃO	86
6.2 EXIGÊNCIAS DE CONFORTO PARA A REGIAO	92
6.2.1 A Carta Bioclimática de Givoni	92
6.2.3 O conforto térmico nas áreas externas	94
6.3 OS CONDOMINIOS ANALISADOS	96
6.3.1 Escolha e localização dos conjuntos	98
6.3.2 Caracterização do entorno dos conjuntos	103
6.3.3 Características dos conjuntos	106
7 O MÉTODO APLICADO	144
7.1 ESTUDOS INICIAIS	144
7.2 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS	146
7.2.1 As variáveis climáticas	146
7.2.2 As variáveis bioclimáticas	147
7.3 OS CONJUNTOS PESQUISADOS: PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS	151
7.4 A PESQUISA DE CAMPO	152
7.4.1 Equipamentos e medidas	153
7.4.2 Instrumentos de investigação	155
7.4.3 Procedimentos e testes	156
7.4.3.1 Execução da pesquisa de campo	156

7.4.4.2 Incertezas experimentais	158
----------------------------------	-----

PARTE III

8 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	169
8.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	169
8.1.1 Temperatura do ar	171
8.1.2 Umidade relativa do ar	177
8.1.3 Velocidade do ar	183
8.1.4 Sensação térmica	190
8.1.5 Escore padronizado dos conjuntos	194
8.1.6 Análise da temperatura e umidade do ar e ventilação por pontos, por conjunto	196
8.2 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DA VENTILAÇÃO NOS CONJUNTOS HABITACIONAIS	213
8.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS	224
8.3.1 A ilha de calor nos conjuntos	225
8.3.2 O desempenho térmico das áreas abertas nos conjuntos	229
8.4 PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS PARA AVALIAÇÃO DE CONDOMÍNIOS HABITACIONAIS	241
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	247
REFERÊNCIAS	252
APÊNDICES	
APÊNDICE A - Área de 500 X 500 m no entorno dos conjuntos	260
APÊNDICE B - Planilha para coleta de dados	270
APÊNDICE C - Banco de dados das variáveis climáticas do 1º semestre de 2006, utilizados no programa SPSS.	273
APÊNDICE D - Banco de dados das variáveis climáticas do 2º semestre de 2006, utilizados no programa SPSS.	286
APÊNDICE E - Resultados das comparações entre a temperatura do ar e a umidade relativa registradas nos conjuntos e na EMBRAPA, por zona e por horário, no 1º semestre.	299
APÊNDICE F - Resultados das comparações entre a temperatura do ar e a umidade relativa registradas nos conjuntos e na EMBRAPA, por zona e por horário, no 2º semestre.	306

1 INTRODUÇÃO

A urbanização é um processo irreversível em todo o planeta. Aproximadamente metade da população mundial vive em áreas urbanas e existem cerca de 19 cidades, 15 em países subdesenvolvidos, com mais de 10 milhões de habitantes. De acordo com Rogers (2001), as cidades consomem três quartos de toda a energia do mundo e causam três quartos da poluição global. As construções, por sua vez, consomem cerca de 50% de todos os recursos naturais, o que as tornam a atividade menos sustentável do mundo.

Esse quadro é o resultado da forma como as cidades vêm-se desenvolvendo e da maneira pela qual o ambiente natural é transformado, a fim de abrigar as atividades humanas. Somente com o planejamento sustentável das cidades esta situação pode ser revertida, e as cidades podem torna-se espaços saudáveis, social e economicamente viáveis.

O conceito de desenvolvimento sustentável como aquele ‘que atende às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades’ foi elaborado pela Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, em 1987, (como consta no Relatório Brundtland) e foi também adotado pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992. Os países presentes nessa conferência colocaram-se a caminho do desenvolvimento sustentável, a partir da visão do desenvolvimento simultâneo sob os enfoques econômico, social e ambiental.

O desenvolvimento sustentável ganhou várias dimensões ao contemplar outros aspectos das relações entre os indivíduos e a natureza. A sustentabilidade assumiu, então, diversos aspectos: ecológica, ambiental, social, política, econômica, demográfica, cultural, institucional e espacial. Desde então, de acordo com Sachs (2002, p.55), foi muito positiva

a intensa reflexão sobre as estratégias de economia de recursos (urbanos e rurais) e sobre o potencial para implementação de atividades direcionadas para a ecoeficiência e para a produtividade dos recursos (reciclagem, aproveitamento de lixo, conservação de energia, água e recursos, manutenção de equipamentos, infra-estruturas e edifícios visando à extensão do seu ciclo de vida).

De acordo com Novaes, Ribas & Novaes (2000), a Agenda 21 Brasileira elaborou um amplo panorama da realidade nacional e apontou, como os principais entraves para a sustentabilidade das cidades brasileiras, o acesso a terra, o déficit habitacional, o saneamento ambiental (abastecimento e esgotos, resíduos sólidos, drenagem, saúde e saneamento ambiental), o transporte e o trânsito. Estes problemas tendem a se agravar cada vez mais com o aumento da população urbana (cerca de 83% da população brasileira, de acordo com dados do IBGE de 2006) e com a crescente demanda de infra-estrutura nas cidades, que não consegue acompanhar o incremento populacional.

A Agenda Brasileira apresenta, sob forma de estratégias, as propostas para a construção da sustentabilidade das cidades brasileiras, que se referem:

- a) ao uso e ocupação do solo urbano, buscando a melhoria das condições de vida da população e da qualidade ambiental;
- b) ao desenvolvimento institucional e fortalecimento da capacidade de planejamento e gestão democrática da cidade;
- c) aos padrões de produção e consumo da cidade, com o objetivo de reduzir os custos e desperdícios e incentivando o desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis;
- d) à aplicação de instrumentos econômicos no gerenciamento dos recursos naturais.

O conceito de sustentabilidade ambiental constitui um novo modelo de referência no desenvolvimento das atividades humanas. De acordo com Ruano (2000, p.10), o desenvolvimento sustentável “mantém a qualidade geral de vida, assegura o acesso contínuo aos recursos naturais e evita os danos contínuos ao meio ambiente”. Os recursos naturais envolvidos na construção dos assentamentos humanos são os materiais de construção, as diversas formas de energia, a água e os resíduos.

De acordo com o autor (Op. cit., p. 14), os edifícios consomem 60% dos recursos naturais extraídos da terra. Dessa forma, o uso racional dos materiais e sistemas construtivos apropriados ao lugar é uma forma de garantir a sustentabilidade ambiental. O consumo de energia pelas edificações hoje em dia é de aproximadamente 50% da energia consumida pelas atividades humanas. O projeto de edificações que utiliza formas passivas de condicionamento ambiental contribui para melhorar a eficiência energética das edificações e reduzir os prejuízos ao meio ambiente.

A cidade moderna é considerada por Spirn (1995, p.253) como uma “máquina infernal que consome e desperdiça enormes quantidades de energia e matéria-prima, produz montanhas de lixo, expele e derrama venenos”. Para superar estes problemas, a cidade deve ser vista como um ecossistema, onde o fluxo e a transformação da energia e da matéria-prima determinam as ligações entre os organismos vivos e o ar, a água e o solo do ecossistema urbano. A configuração, densidade, diferenciação e conectividade dos artefatos humanos e o solo, a água e a vegetação determinam a estrutura física do espaço urbano. As cidades são consideradas ecossistemas abertos, que dependem continuamente da importação de energia e matéria, consumidas e transformadas em subprodutos, resíduos térmicos, sólidos, líquidos e gasosos.

O modelo de cidade densa ou compacta, onde as atividades sociais e econômicas se sobrepõem, é defendido por Rogers (2001) e Edwards (2004) como uma forma de tornar as cidades sustentáveis, diminuindo o consumo de recursos e o nível de poluição, aumentando a sua eficiência energética e evitando a sua expansão sobre a área rural. As cidades mais densas oferecem como vantagens, de acordo com Edwards (2004: 115): a manutenção de uma rede de transporte público, maior coesão entre os bairros, melhoria no microclima urbano e aumento na eficiência energética dos edifícios, principalmente em locais de clima frio, onde a perda de calor de um edifício pode se converter em ganho para outro. Entretanto, o aumento da compactidade tem certas limitações, pela necessidade de espaço para refrigeração e ventilação, bem como para permitir o acesso às fontes de energias renováveis como a solar e a eólica.

A partir da década de 90, inúmeros trabalhos foram desenvolvidos visando à identificação e à análise dos principais problemas encontrados nas cidades brasileiras, bem como à proposição de alternativas que indicassem caminhos para a construção de um ambiente urbano sustentável, contemplando as estratégias propostas pela Agenda 21 Brasileira.

A sustentabilidade ambiental tem sido tema desenvolvido em diversos congressos e seminários nacionais e internacionais, como realizados pelo Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo (NUTAU) e pela Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), mostrando a necessidade de modificações nos padrões de consumo de energia nos edifícios, na qualidade dos espaços urbanos, nas regulamentações municipais, no uso e ocupação do solo, no tratamento dos resíduos sólidos e líquidos, do lixo urbano, do abastecimento de água e de energia das cidades, entre muitos outros problemas

urbanos atuais. Estes trabalhos estão relacionados tanto com o tratamento a ser dado às edificações quanto com os espaços urbanos como um todo, de maneira a garantir a sustentabilidade ambiental urbana.

Na busca da melhor qualidade ambiental e da sustentabilidade dos espaços urbanos, o bioclimatismo procura a integração entre o clima local, o edifício e a cidade, de maneira a garantir conforto ambiental aos indivíduos, utilizando ao máximo os recursos naturais e preservando o meio ambiente. O bioclimatismo, de acordo com Romero (1988, p.12), é o enfoque na arquitetura e no urbanismo que procura “definir as condições ambientais, do meio natural e construído, que melhor satisfaçam às exigências do conforto térmico do homem”.

Para Corbella & Yannas (2003, p. 17), a arquitetura sustentável, é:

a continuidade mais natural da Bioclimática, considerando também a integração do edifício à totalidade do meio ambiente, de forma a torná-lo parte de um conjunto maior. É a arquitetura que quer criar prédios objetivando o aumento da qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno, integrado com as características da vida e do clima locais, consumindo a menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental, para legar um mundo menos poluído para as gerações futuras.

Os espaços abertos, sob o enfoque bioclimático, devem ser projetados como “mediadores entre o clima externo e o ambiente no interior do espaço público demarcado” (ROMERO, 2001, p.143), criando espaços que contribuam positivamente para o conforto ambiental das áreas externas e das áreas internas das edificações. A autora agrupa em quatro grandes categorias os elementos a serem analisados no estudo dos espaços públicos: a forma, o traçado, a superfície e o entorno e apresenta as principais características de cada uma das categorias que devem ser consideradas nas análises dos espaços urbanos (Ibid., p.152).

São propostas três categorias para o tratamento bioclimático do espaço público: o entorno, a base e a superfície fronteira. Como explica a autora (Ibid., p.154):

O entorno compreende o espaço urbano mais imediato do espaço público em questão; a base corresponde ao espaço sobre o qual se assenta o espaço público; a superfície fronteira corresponde ao espaço que forma o limite ou marco do espaço arquitetônico que nos interessa.

Nas cidades, a habitação continua sendo um bem de difícil acesso para boa parte da população brasileira, que, sem alternativa, vive em condições de precariedade em termos de moradia. Esse fato se reflete tanto na ocupação do espaço natural acarretando danos ambientais, como na qualidade de vida e no consumo energético das habitações.

O déficit habitacional no Brasil é estimado pela Fundação Getúlio Vargas, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE de 2004, em 7,9 milhões de unidades. Este cálculo tem como base o número de unidades necessárias para substituir as moradias inadequadas¹, cerca de 3,7 milhões, e o número de residências onde vive mais de uma família, 4,2 milhões (coabitação familiar), o que demonstra a necessidade de uma política habitacional que atenda principalmente às classes de baixa e média renda. De acordo com estes dados, é preciso elevar em 15,2% o estoque de moradias existentes no país para erradicar o déficit habitacional.

Até 1988, o Banco Nacional de Habitação era o maior agente financiador e gerenciador das políticas habitacionais do país. Com a sua extinção, a quantidade de habitações financiadas reduziu significativamente, e as políticas habitacionais passaram a ser descentralizadas e foram municipalizadas. Os municípios tornaram-se responsáveis pela implantação de programas locais voltados para a habitação de interesse social e, na década de 1990, foram responsáveis pela maior parte das construções dirigidas para essa população.

No âmbito nacional, a Caixa Econômica Federal (CEF) é, atualmente, a grande financiadora de habitações, seja através de parcerias com os municípios ou de programas próprios como o Programa de Arrendamento Residencial (PAR), destinado à população de baixa renda e realizado pela iniciativa privada.

O Ministério das Cidades, a partir de 2004, redirecionou os investimentos públicos para a redução do déficit habitacional concentrado na população de baixa renda, através do Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social, para famílias com até 3 salários mínimos de renda, e do PAR, que atende a famílias com renda de até 4 salários. Para o mercado imobiliário destinado à classe média, medidas foram tomadas para o aumento dos recursos provenientes da poupança privada no mercado de imóveis, de acordo com documento do Ministério das Cidades (BRASIL, 2005).

De acordo com trabalho realizado por Cardoso & Ribeiro (2002) sobre a produção pública habitacional nos 45 maiores municípios brasileiros, o déficit habitacional dos

¹ São consideradas moradias inadequadas, pelo IBGE, as favelas, os cortiços, as casas de taipa e outras.

municípios na região Nordeste é de 14,8% do total dos domicílios, e o déficit em relação à demanda por aluguel é de 6,8% (IBGE,1991). A inadequação dos domicílios existentes, por falta de infra-estrutura, no Nordeste chega a 71,4% dos domicílios, demonstrando a gravidade das carências habitacionais da região. Os dados do IBGE (2004) indicam que na região Nordeste o déficit habitacional, considerando a coabitação familiar e os domicílios inadequados, chegam a, aproximadamente, 2,7 milhões de unidades, que correspondem a 35% do déficit nacional.

Construídos pela iniciativa governamental ou privada, os conjuntos habitacionais, hoje em dia, constituem parte do tecido urbano dado a sua quantidade e o espaço que ocupam. A qualidade ambiental desses conjuntos, horizontais ou verticais, pode ter repercussão nos bairros onde se localizam e até na cidade como um todo.

É neste panorama que se insere este estudo. Procuramos, como enfoque, a sustentabilidade urbana e, em especial, a dos conjuntos habitacionais, que aborda problemas levantados pela Agenda 21, como a melhoria da qualidade ambiental e condições de vida nas cidades brasileiras, e incentiva a busca de tecnologias urbanas sustentáveis.

As condições climáticas existentes no interior dos conjuntos habitacionais possibilitam a utilização das áreas externas no interior deles e influenciam diretamente nas condições de conforto no interior das edificações. Por esse motivo, este trabalho investiga o microclima gerado no interior dos conjuntos habitacionais destinados à população de baixa e média renda e o conforto térmico de suas áreas externas, considerando as situações de desconforto térmico presentes na grande maioria desses empreendimentos no Brasil. Na maioria dos exemplos citados nos estudos recentes, é marcante a avaliação negativa dos conjuntos habitacionais no que se refere às condições ambientais dos seus espaços externos e internos. Este fato pode ser constatado na maioria dos trabalhos sobre o conforto ambiental em habitações populares apresentados em seminários e encontros, como os do NUTAU - Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo (1998, 2000, 2002, 2004), ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (1997, 1999, 2001, 2003, 2005), PLEA – Passive and Low Energy Architecture (2003, 2005) e ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído (2003, 2005).

Algumas questões são analisadas neste trabalho, levando-se em conta a região climática onde estão inseridos, as exigências de conforto dos usuários e as soluções arquitetônicas e urbanísticas mais empregadas na região. É inquestionável a relação existente entre as condições climáticas existentes nas áreas externas de um conjunto habitacional e as

encontradas no interior dos apartamentos, o que também justifica a investigação. Por que os conjuntos habitacionais geram microclimas diferenciados no tecido urbano? Quais características morfológicas dos conjuntos habitacionais tornariam as áreas externas mais confortáveis? Quais são as alternativas de projeto a serem empregadas nos conjuntos habitacionais para que possam garantir as condições mínimas de conforto térmico aos usuários? Os conjuntos habitacionais podem ser considerados ilhas de calor?

A partir da análise do clima da região, das exigências de conforto para a região e de diretrizes bioclimáticas gerais, serão aprofundados os estudos acerca das recomendações de projeto específicas para a região. O trabalho pretende estabelecer parâmetros quantitativos e qualitativos para o projeto e a construção de conjuntos habitacionais com edifícios de até 4 pavimentos, destinados à população de baixa e média renda, que garantam o conforto térmico das áreas externas e permitam que as condições microclimáticas geradas sejam mitigadoras das condições climáticas locais.

A pesquisa é dirigida à parcela da população considerada de baixa e média renda que normalmente necessita de financiamentos públicos para adquirir sua moradia e que não dispõe de recursos para climatização artificial da habitação, tendo que conviver com situações de desconforto na grande maioria das vezes, devido a projetos não adequados ao clima da região.

A produção habitacional para essa população é considerada, sob certos critérios, como sendo de interesse social. Freitas (2001) discute o conceito de habitação de interesse social, que pode ser considerada como tal pelos agentes públicos ou privados, em função (a) da tipologia do empreendimento, se inseridos em conjuntos habitacionais, programas de mútua ajuda ou mutirão e de urbanização de favelas; (b) em função da área construída da unidade habitacional, de 60 a 70 m², dependendo da legislação municipal, o que é bastante discutível tendo em vista as transformações do mercado imobiliário e a construção de flats, por exemplo; (c) a renda familiar, que em São Paulo é de, no máximo, 12 salários mínimos, mas pode ser considerada muito elevada para outras regiões; (d) a situação anterior de moradia, privilegiando os que moram em situação precária.

Existem iniciativas que envolvem todo o setor da construção civil, com o objetivo de implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de obras destinadas à população de baixa renda, entre outras finalidades. A promoção de programas de melhoria da qualidade das habitações de interesse social visa a maior qualidade e produtividade na produção de moradias adequadas à população de baixa renda. Entre esses, podemos citar o Programa de Tecnologia da Habitação (Habitare), desde 1994, com financiamento e

coordenação da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP/MCT), além da participação da CEF e da ANTAC, e, em São Paulo, o Programa da qualidade da construção habitacional do Estado de São Paulo - QualiHab. O estudo que realizamos se insere nesta preocupação e visa contribuir para a melhoria da qualidade dos conjuntos habitacionais destinados à população de baixa e média renda na região.

A norma NBR15220 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2005), sobre o Desempenho Térmico de Edificações, é a primeira norma que estabelece diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, a partir do zoneamento bioclimático brasileiro e das exigências de conforto para cada região. “Visa o conforto, a salubridade, a conservação de energia e a obtenção de financiamentos junto à CEF”, de acordo com Pietrobon, Lamberts e Pereira (2001). Para cada região climática apresenta diretrizes sobre as vedações, o tamanho das aberturas, o sombreamento e as estratégias de condicionamento térmico passivo.

O projeto de norma ABNT/COBRACON nº 02:136.01.001 (2004) trata do desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, no que se refere à segurança, habitabilidade e sustentabilidade. As exigências em relação à sustentabilidade são expressas pela durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental causado pelo empreendimento. Recomenda que os conjuntos habitacionais e suas infra-estruturas devam ser projetados e construídos de maneira a minimizar as alterações no ambiente, considerando os riscos de desconfinamento do solo, deslizamentos de taludes, erosões, contaminação do solo, entre outros aspectos desta natureza.

Em relação à habitabilidade, entre outros itens, o projeto de norma estabelece que as edificações devam atender às exigências de conforto térmico dos usuários, considerando a região de implantação da obra e o zoneamento bioclimático brasileiro. Determina como critério de avaliação do desempenho térmico, para as condições de verão na região em estudo (zona bioclimática 07), com nível de desempenho considerado mínimo, que o valor máximo da temperatura interna nas edificações seja menor ou igual ao valor máximo da temperatura do ar exterior. Para um nível de desempenho intermediário, que a temperatura máxima do ar interno seja menor ou igual a 29°C. Tendo em vista as altas temperaturas que ocorrem na região, o nível de desempenho mínimo não pode ser considerado satisfatório para a região. Estabelece também os valores mínimos da transmitância térmica das paredes externas e coberturas, das áreas mínimas das aberturas para ventilação e recomenda o sombreamento das aberturas.

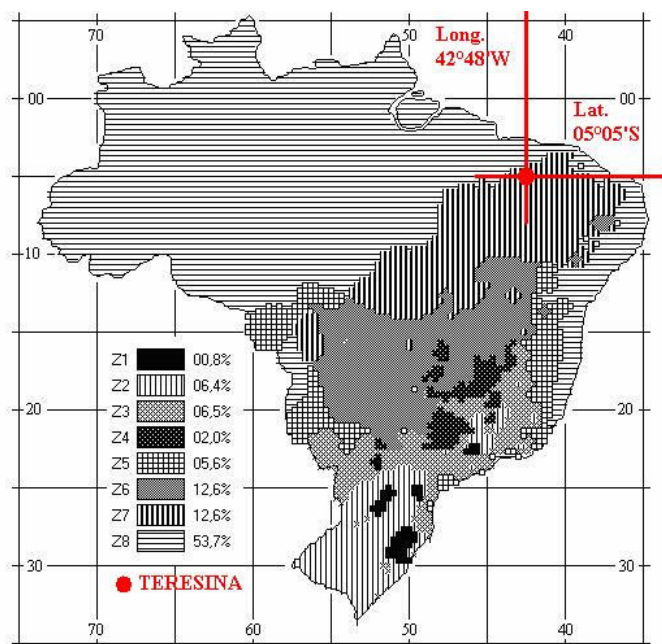
Entretanto, suas diretrizes podem ser mais detalhadas, adequando-se a aspectos regionais e abordando elementos não analisados pela norma, como, por exemplo, o tratamento apropriado dos espaços externos, a distância entre as edificações, a taxa de ocupação do terreno, a porcentagem de área permeável, a vegetação, todos esses fatores que alteram as condições microclimáticas e têm influência no desempenho térmico das edificações.

Diversos fatores determinam o clima urbano, tais como, a topografia, o revestimento do solo, a vegetação, a presença de obstáculos naturais ou artificiais, por alterarem o aporte da radiação solar e a ventilação do lugar. Nos conjuntos habitacionais, os materiais de revestimento do solo, a quantidade de áreas pavimentadas em relação às áreas verdes, a forma e dimensões dos espaços abertos, entre outras variáveis, determinam o microclima, gerando espaços adequados às atividades humanas e interferindo no desempenho dos espaços internos das habitações.

De acordo com Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (1986 e 1998), Givoni (1997), Olgyay (1998) e Romero (2001), podemos estabelecer alguns dos parâmetros bioclimáticos a serem pesquisados neste trabalho, dada sua importância no desempenho das áreas externas dos conjuntos habitacionais:

- a) seleção do sítio: topografia, localização;
- b) organização do tecido urbano: orientação e largura das ruas, densidade, áreas verdes, disposição dos lotes e das edificações;
- c) tratamento dos espaços abertos: sombreamento, materiais de revestimento das superfícies;
- d) o projeto das edificações: tipologia, arranjo geral, forma e volume, orientação solar e aos ventos dominantes.

A região climática a ser analisada nesta pesquisa é classificada de acordo com Köppen como megatérmico e subúmido (Aw), com inverno seco e chuvas de verão, correspondendo ao clima tropical continental, por se localizar afastada da faixa litorânea. Abrange parte do Brasil central e parte do Nordeste. É marcada pelo forte contraste entre a estação seca, no inverno, e as precipitações concentradas no verão. As temperaturas médias anuais são maiores que 18°C; a amplitude térmica, menor que 5°C. Essa região corresponde, aproximadamente, à região bioclimática 07, de acordo com o zoneamento bioclimático brasileiro proposto pela NBR-15220 (ABNT, 2005). Como referência climática da região, escolhemos a cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí (mapa 1).



Mapa 1 – Zoneamento Bioclimático Brasileiro – Fonte: Adaptado de ABNT (2005)

Teresina situa-se a 05°05' de latitude sul e 42°48' de longitude oeste, dentro da macro-região do meio-norte do Estado². O clima da região caracteriza-se por ter duas estações bem distintas. Durante o primeiro semestre o clima é quente e úmido, com a média das temperaturas máximas entre 30 a 32°C e umidade relativa média entre 75 a 85%. As chuvas são concentradas neste período, nos meses de dezembro a maio. No segundo semestre, praticamente não há precipitações, o clima é quente e seco, com temperaturas médias máximas entre 33 a 36°C e umidade relativa do ar entre 55 a 65%. Há elevada presença de calmarias, cerca de 40% das horas do ano, e os ventos são fracos, com velocidade média de 1,4 m/s e direção predominante sudeste.

Tomando o município de Teresina como exemplo, 80% da população urbana mora em imóveis próprios, mas grande parte desses se encontra em vilas ou favelas, com precariedade na estrutura física das habitações, adensamento excessivo e saneamento inadequado, revelando um déficit habitacional de 20.000 a 30.000 unidades, dependendo dos parâmetros utilizados, de acordo com dados do Censo 2000, citados em Teresina Agenda 2015

² O município de Teresina situa-se no território de desenvolvimento “Entre rios”, na macro-região do meio-norte do Estado, de acordo com a classificação geográfica da Secretaria de Planejamento do Estado (Fundação Cepro, 2006).

(TERESINA, 2002). Segundo o censo de vilas e favelas (dados de 1999), estas abrigam 38.852 famílias, no total de 133.857 habitantes, ou quase 20% da população urbana do município. A maioria desses domicílios foi construída em áreas públicas (72,9%), e a tipologia dominante é de construção com paredes de alvenaria de tijolos e cobertura de telhas (41,5%), mas ainda é significativa a ocorrência de casas com paredes de taipa e cobertura de telha (38,5%).

Teresina atualmente possui aproximadamente 800.000 habitantes, de acordo com o IBGE (2005). Sua população teve um aumento de quase 100% em 25 anos, o que se reflete na procura por habitações. A oferta de conjuntos habitacionais multifamiliares é grande, em parte construídos pela iniciativa privada ou com financiamento público e a presença desses conjuntos, espalhados por toda a cidade, motivou esta investigação.

A produção de conjuntos habitacionais destinados à população de baixa e média renda, na maioria dos casos, procura apenas resolver o problema do déficit habitacional existente, sem considerar as questões relacionadas com a qualidade dos espaços construídos, com a qualidade de vida e com a satisfação dos usuários das unidades habitacionais. Por este motivo esta pesquisa analisa os conjuntos habitacionais com edifícios de até quatro pavimentos, muito utilizados na região, em razão de sua tipologia de baixo custo, que não exige o uso de elevadores, como nos prédios com mais pavimentos. Entretanto, dependendo do projeto arquitetônico e urbanístico, esses conjuntos apresentam desempenho térmico insatisfatório, gerando microclimas com temperatura do ar mais elevada, como foi comprovado em trabalhos realizados por Silveira (2005 a e b) e Silveira & Romero (2006 a e b).

Em Teresina, devido às características climáticas da região, onde a temperatura média anual do ar é de $27,8^{\circ}\text{C}^3$, o problema do conforto térmico não pode ser desconsiderado no projeto das habitações. Entretanto, o que se verifica na cidade é a total falta de adequação dos espaços construídos, com raras exceções, às condições climáticas locais, tendo, como resultado, ambientes termicamente desconfortáveis e que exigem grande consumo de energia para a sua utilização de forma adequada às atividades humanas.

O estabelecimento de parâmetros bioclimáticos que avaliem o desempenho térmico de conjuntos habitacionais na região e orientem os projetistas em relação às melhores soluções arquitetônicas e urbanísticas, é um trabalho que, com certeza, contribuirá para a melhoria das

³ De acordo com as Normas Climatológicas 1961-1990 (BRASIL, 1992). Nos meses mais quentes do ano, a temperatura do ar atinge de 36° a 38°C diariamente.

condições ambientais dos espaços construídos na região e para o menor consumo de energia nas habitações, considerando o rigor climático com o qual sua população convive.

A qualidade dos espaços públicos nos conjuntos habitacionais também garante melhor qualidade de vida para os usuários e é um fator importante para a própria manutenção desses espaços, muitas vezes negligenciados devido ao seu caráter comunitário e de uso coletivo.

A elaboração de guias de práticas recomendadas é uma outra forma de documentação técnica de referência na área da construção civil, que pode ser resultado deste tipo de pesquisa. Diferem das normas técnicas por não terem ação regulamentadora, mas por serem de caráter regional, que leva em conta as diferenças regionais de clima, tecnologia e cultura.

Um indicador urbano é uma variável que trás consigo um significado social além do fenômeno que representa. Para Rueda (1999, p.11), o indicador é uma variável à qual se acrescentou um significado social “derivado de sua própria configuração científica, com a finalidade de refletir de forma sintética uma preocupação social em relação ao meio ambiente e inseri-la no processo de tomada de decisões”.

Adolphe (2003) apresenta método para descrever as interações entre a morfologia urbana, o desempenho energético e as condições climáticas utilizando um conjunto de indicadores de sustentabilidade urbana. O método parte da definição dos objetivos do desempenho ambiental do tecido urbano, e faz o detalhamento desses objetivos numa estrutura hierárquica (gráfico de problemática) que relaciona os objetivos com os indicadores. Os indicadores são, em seguida, validados através de várias técnicas e apresentados numa base de dados denominada “Morfológica”, que utiliza o sistema de informações geográficas (SIG).

Os indicadores de sustentabilidade constituem uma base de dados para diagnósticos simples do ambiente urbano, tomada de decisões acerca dos problemas urbanos e monitoramento de ações a longo prazo.

Este trabalho pretende, também, contribuir para o estudo de um indicador de sustentabilidade ambiental urbana, e mais especificamente relacionado com os conjuntos habitacionais. O emprego de indicadores estruturais visa a fornecer informações sobre os diversos fenômenos relacionados com a sustentabilidade urbana, simplificando e traduzindo sistemas complexos e facilitando a tomada de decisões. Entre as vantagens do uso de indicadores, Agopyan, Silva e Silva (2003) apontam a redução do número de medidas e

parâmetros necessários para descrever exatamente determinada situação e a simplificação do processo de informação através do qual os resultados destas medidas chegam ao usuário final.

Romero et al (2004, p.1) apresentam estudo no qual propõem a construção de indicadores de sustentabilidade urbana que buscam “integrar sob o paradigma da sustentabilidade, o projeto de uma cidade sustentável a partir dos atributos morfológicos da cidade e seus espaços, da produção de uma arquitetura voltada aos princípios do bioclimatismo e do desenho urbano sustentável”. É dentro dessa linha de pesquisa que se insere este trabalho e, mais especificamente, no eixo de análise do bioclimatismo dos espaços públicos.

Os indicadores urbanos ambientais, como apresentados pelos autores (ROMERO et al, 2004), visam, principalmente, promover mudanças nos processos de produção e consumo da cidade, reduzindo o consumo de energia nas cidades e utilizando os recursos climáticos e ambientais locais, verificar a adequação do ambiente construído urbano ao clima local e informar sobre a qualidade de vida dos espaços urbanos.

Do objeto da pesquisa

Esta pesquisa trata da problemática de inserção dos conjuntos habitacionais multifamiliares nas áreas urbanas, buscando a sustentabilidade ambiental e padrões de uso e ocupação do solo de maneira a garantir a melhoria das condições de vida da população e da qualidade ambiental, como proposta na Agenda 21 Brasileira.

Para tanto, estabelecemos os seguintes objetivos:

Objetivo geral: propor parâmetros bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais multifamiliares na região tropical subúmida do Brasil.

Objetivos específicos:

- a) caracterizar o clima da região e as exigências de conforto da população;
- b) avaliar as condições microclimáticas de conjuntos habitacionais em função dos aspectos morfológicos e tratamento das áreas externas;
- c) sistematizar e divulgar um método para avaliação de conjuntos habitacionais de até quatro pavimentos na região;
- d) apresentar um indicador bioclimático para avaliação de conjuntos habitacionais.

As hipóteses que serão investigadas, em relação ao desempenho térmico das áreas abertas nos conjuntos, são as seguintes:

- a) os conjuntos habitacionais geram ilhas de calor na cidade, em função do arranjo dos prédios, relação entre a altura e a largura entre os edifícios (H/W), porcentagem de áreas verdes e impermeabilizadas, materiais de revestimento do solo;
- b) a formação da ilha de calor nos conjuntos no período quente e úmido é diferente do período quente e seco;
- c) em uma mesma zona da cidade, os conjuntos têm o mesmo desempenho, em relação à formação de ilha de calor;
- d) o desempenho das áreas externas dos conjuntos é determinado pelo arranjo dos prédios, relação H/W, porcentagem de áreas verdes e impermeabilizadas, materiais de revestimento do solo;
- e) o desempenho térmico das áreas externas dos conjuntos no período quente e úmido é diferente do período quente e seco.

Da organização do trabalho

Para o desenvolvimento deste trabalho é necessário o estudo do referencial teórico relacionado com o clima nos espaços urbanos e o levantamento das informações acerca do objeto de estudo, os conjuntos habitacionais em Teresina. O trabalho organiza-se em três partes, contendo os diversos capítulos que constituem a tese.

A primeira parte, composta de quatro capítulos, apresenta o referencial teórico que define os pressupostos teóricos e os conceitos que serão utilizados no decorrer do trabalho, no que se refere ao clima e à morfologia urbanas. Apresenta também uma revisão bibliográfica das principais pesquisas realizadas sobre o tema, destacando as conclusões encontradas. Os parâmetros bioclimáticos para análise dos conjuntos são propostos no final dessa parte do trabalho

Na segunda parte, no capítulo seis, as características climáticas da região em estudo são apresentadas, e as características dos conjuntos, dos bairros e do entorno de cada um são analisadas. O capítulo sete trata da pesquisa de campo propriamente dita. Inicialmente, a metodologia é apresentada, e as variáveis climáticas e morfológicas são discutidas. Os

instrumentos de investigação e os procedimentos adotados são apresentados a seguir. Por fim, é apresentada a execução da pesquisa de campo.

A terceira parte do trabalho é composta de dois capítulos. O capítulo oito apresenta a análise estatística dos dados coletados nos conjuntos e na estação meteorológica de referência, a simulação computacional da ventilação nos conjuntos e a análise dos resultados. As conclusões e recomendações são apresentadas no capítulo nove.

Apresentamos a seguir, com maior detalhe, o desenvolvimento deste trabalho.

O trabalho inicia-se com a revisão bibliográfica acerca do clima urbano, da ilha de calor urbano e do microclima nos cânions urbanos. Baseia-se nos estudos de Landsberg (1981), Oke (1987) e Monteiro (2003), que tratam das modificações no clima regional que dão origem ao clima urbano. As diversas escalas de abordagem do estudo do clima são apresentadas por Oke (1987), Monteiro (2003), Romero (2003) e Grimmond (2007a), e vão, desde a macroescala e a mesoescala do clima da região, até a escala local e a microescala das pequenas áreas urbanas. A ilha de calor urbana que se instala sobre as cidades é discutida de acordo com Oke (1987), Santamouris (2001) e Grimmond (2007b). Os autores apresentam as principais modificações das trocas de energia nas áreas urbanizadas que originam as ilhas de calor nas cidades, bem como estudam as características dos microclimas nos cânions urbanos.

Uma breve análise dos elementos morfológicos que constituem o espaço urbano e uma visão histórica da morfologia dos espaços urbanos nos séculos XIX e XX é apresentada de acordo com Lamas (1992) e Panerai et al (2004), sob o ponto de vista do desempenho térmico dos espaços urbanos.

Os trabalhos mais recentes acerca do microclima nos espaços urbanos, suas características e formas de abordagem são revistos. Entre esses, destacamos os estudos de Leveratto (1999), Boussoualim & Legendre (1999), Duate & Maitelli (1999), Katzschner (1997), Fontes & Delbin (2001), Castelo Branco (2001), Costa & Araújo (2003), Pinho, Pedro & Coelho (2003), Gasperini Jr. et al (2004), Silva & Corbella (2004), Costa, A. D. L. et al (2006) e Torres et al (2006).

No final da primeira parte, apresentamos os parâmetros bioclimáticos que são analisados neste trabalho, relacionados com a escala local do bairro e com a microescala do conjunto. Estes parâmetros são propostos baseados em Oke (1987 e 2004), Romero (2001, 2003) Romero et al (2004) e Monteiro (2003), entre outros autores.

A segunda parte do trabalho trata do objeto da pesquisa, ou seja, dos conjuntos habitacionais de até quatro pavimentos localizados em Teresina. Apresenta, inicialmente, a caracterização do clima, a partir das normais climatológicas e do comportamento dos elementos do clima (temperatura do ar e umidade relativa do ar) ao longo do ano de 2006. As exigências de conforto da região são discutidas com base na Carta Bioclimática de Givoni (SILVEIRA, 1999 e UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2007).

Em seguida, os nove conjuntos selecionados para a pesquisa, três em cada zona da cidade, são apresentados. O estudo de suas características foi realizado em três escalas: na macroescala da cidade, na escala local do bairro e na microescala do conjunto, conforme o referencial teórico apresentado. Na escala local, foram levantadas algumas variáveis morfológicas do entorno do conjunto, como a taxa de ocupação, declividade, altitude média, porcentagem de área permeável e impermeável.

Na microescala do conjunto, foi realizado o levantamento das características morfológicas, materiais e da vegetação existente em cada um, a partir de plantas, fotografias, imagens de satélite e de visitas ao local, para um registro mais apurado dos dados. Esses dados são apresentados em três cenários, de acordo com as zonas da cidade onde se localizam.

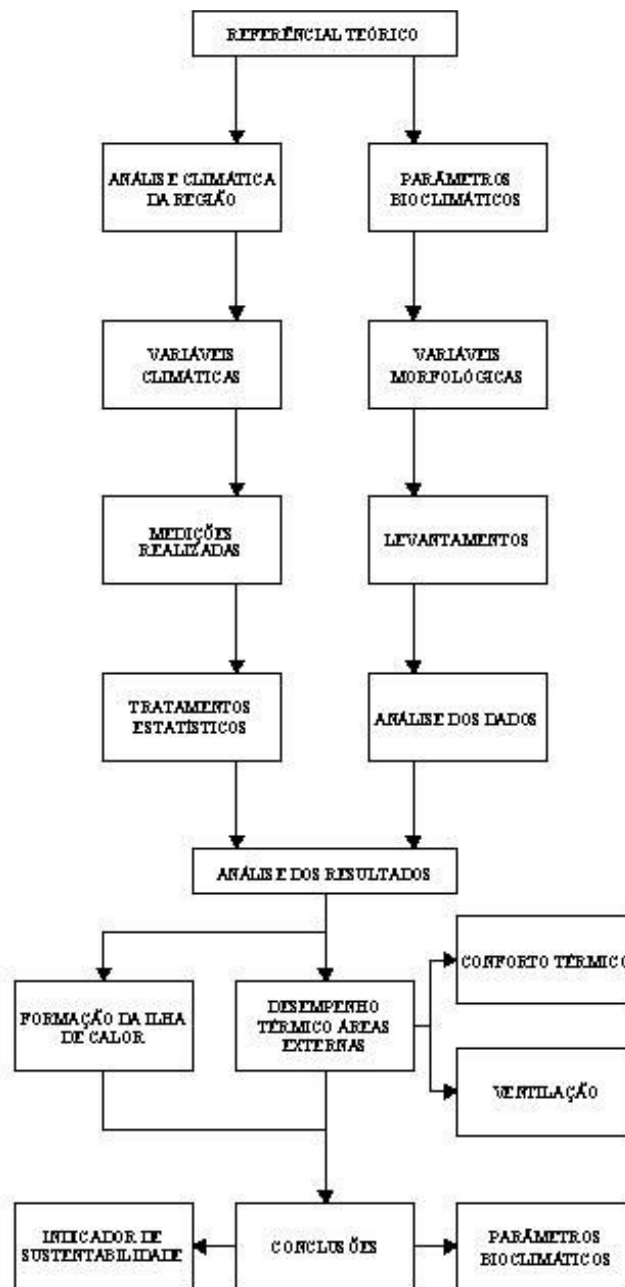
As variáveis morfológicas que influenciam o desempenho térmico das áreas externas dos conjuntos foram selecionadas de acordo com o referencial teórico e apresentadas para cada um, no quadro indicador de sustentabilidade ambiental.

O desenvolvimento da pesquisa de campo é apresentado a seguir, com a descrição dos equipamentos e instrumentos de investigação utilizados, os procedimentos e testes realizados e a execução da pesquisa de campo propriamente dita.

A terceira parte do trabalho trata da análise dos resultados das variáveis climáticas medidas nos conjuntos, feita utilizando-se o software SPSS (*Statistical package for the Social Science*) e da análise da simulação computacional feita da ventilação nas áreas externas dos conjuntos utilizando-se o software IES-VE (*Integrated Environmental Solutions Limited – Virtual Environment*). Os resultados acerca do microclima gerado no interior dos conjuntos, objetivo principal da pesquisa, são obtidos relacionando-se as variáveis climáticas tratadas estatisticamente com as variáveis morfológicas de cada conjunto.

Na conclusão, são apresentados os parâmetros bioclimáticos recomendados para a avaliação de conjuntos habitacionais na região e é proposto um indicador de sustentabilidade ambiental.

O método aplicado ao desenvolvimento deste trabalho pode ser representado de maneira sucinta pelo fluxograma 1.



Fluxograma 1 – Organização do trabalho.

PARTE I

2 O CLIMA NO ESPAÇO URBANO

3 A MORFOLOGIA URBANA

**4 ESTUDOS PRECEDENTES - METODOLOGIAS PARA ANÁLISE
BIOCLIMÁTICA DOS ESPAÇOS URBANOS**

**5 PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS PARA AVALIAÇÃO DE CONJUNTOS
HABITACIONAIS**

2 O CLIMA NO ESPAÇO URBANO

Neste capítulo tratamos das modificações que ocorrem no clima regional e dão origem ao clima urbano, decorrentes da urbanização e da ocupação do espaço natural pelo homem. As diversas escalas de abordagem do clima urbano são discutidas, que vão do mesoclima da cidade ao microclima dos pequenos espaços. O sistema clima urbano desenvolvido por Monteiro (2003) apresenta as modificações no espaço urbano sob o ponto de vista da percepção humana. As trocas de energia radiante que ocorrem no espaço urbano são relatadas de acordo com a teoria desenvolvida por Oke (1987).

A ilha urbana de calor que se estabelece sobre as cidades é um dos resultados da urbanização. Oke (1987) apresenta as principais alterações no espaço urbano que acarretam este resultado. Landsberg (1981), Oke (1987) e Santamouris (2001) discutem o microclima nos cânions urbanos, um dos espaços característicos das cidades, em função de sua morfologia, revestimentos e características materiais.

2.1 O CLIMA URBANO

O clima pode ser definido como o conjunto de condições meteorológicas características do estado médio da atmosfera em determinada região da Terra. Enquanto o tempo é o estado médio da atmosfera em determinado momento, o clima refere-se às características da atmosfera observadas por um longo período. De acordo com Ayoade (2001, p.2), o clima “é a síntese do tempo num dado lugar durante um período de aproximadamente 30-35 anos”.

O estudo científico do clima, através da climatologia, utiliza subdivisões, apesar de os vários fenômenos atmosféricos constituírem um único espectro contínuo dos sistemas climáticos. As subdivisões da climatologia estão baseadas nas escalas dos sistemas de circulação meteorológica, como apresentada por Ayoade (2001, p.4):

- a) macroclimatologia, relacionada com aspectos dos climas de amplas áreas da Terra, com escala horizontal de abrangência na ordem de 5000 a 20000 km;
- b) mesoclimatologia, relacionada com o estudo do clima em áreas menores, entre 10 a 100 km de extensão, como por exemplo, o clima urbano;

c) microclimatologia, relacionada com o estudo do clima próximo à superfície ou de áreas muito pequenas, com menos de 100 metros de extensão.

Os fenômenos atmosféricos podem ser analisados, de acordo com Oke (1987, p.3), nas seguintes escalas de distâncias horizontais: macroescala (entre 100 a 1000 km), mesoescala (entre 10 a 200 km), escala local (entre 100 a 50.000 m) e microclima (entre 10 mm a 1000 m). Para o autor, o clima urbano se insere na escala local a mesoescala.

O estudo do clima urbano teve origem ainda no século XIX, com Luke Howard, em Londres, e hoje em dia, considerando que a maior parte da população se encontra nas cidades, torna-se cada vez mais necessário, em função da qualidade de vida nas cidades e das alterações no ambiente natural geradas pela urbanização.

De acordo com Landsberg (1981, p.18), as características das superfícies urbanas que interferem nas condições climáticas locais são: (1) a rugosidade, que influencia a direção e velocidade dos ventos e a distribuição vertical da temperatura do ar; (2) o albedo, que interfere na distribuição vertical da temperatura do ar; (3) a capacidade calorífica e a condutividade dos materiais, que têm influência nas distribuições horizontal e vertical da temperatura do ar; e (4) a permeabilidade, que está relacionada com o escoamento das águas pluviais.

O clima da cidade é bastante diferente dos seus arredores e, numa mesoescala, possui seu próprio sistema meteorológico. Katzshener, Reinold & Lourenço (1999) sintetizam os motivos da interferência das áreas construídas urbanas no clima regional:

- a) a cidade é uma barreira contra os ventos regionais;
- b) a cidade possui uma rugosidade não homogênea;
- c) a cidade cria, em relação às áreas vizinhas, uma ilha de calor, que depende das superfícies de revestimento e da quantidade de edifícios;
- d) nas cidades, o alto desconforto é devido às mudanças no balanço da radiação;
- e) a cidade deve ser considerada como um sistema de poluição do ar;

Para Monteiro (2003, p.19), o clima urbano é “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. O clima urbano, apesar de local, está intimamente relacionado com o clima regional, numa escala mais ampla. Mas também pode ser subdividido em escalas menores até chegar aos microclimas, como a cidade divide-se em setores, bairros, ruas e casas.

O aporte de energia solar no sistema do clima urbano dá-se nas estruturas urbanas, nas diferentes formas de uso e ocupação do solo que interferem na absorção, reflexão e armazenamento térmico. A circulação atmosférica regional nas áreas urbanas também sofre os efeitos de atrito nas estruturas urbanas, alterando a ventilação natural.

Monteiro (2003, p.24) reúne em três grandes grupos o resultado da produção do clima urbano, sob o ponto de vista da percepção humana:

- a) o conforto térmico que é expresso através de componentes termodinâmicos, como o calor, ventilação e umidade, e afeta a todos permanentemente;
- b) a qualidade do ar, onde a poluição atmosférica é um dos grandes problemas na qualidade ambiental das grandes cidades;
- c) os meteoros de impacto, que são todas as formas meteóricas, hídricas, mecânicas ou elétricas que podem causar transtornos na circulação e nos serviços nas cidades.

O crescimento desordenado das cidades acarreta profundas conseqüências no desempenho do sistema do clima urbano, mas o homem pode controlar as transformações no espaço urbano e assegurar condições ambientais aceitáveis e satisfatórias para toda a população urbana.

A análise do subsistema termodinâmico ou do canal perceptivo do conforto térmico, como proposto por Monteiro (2003), pode ser feita em termos de insumos que são transformados no ambiente urbano, produzindo alterações dos elementos climáticos que são percebidas em termos de conforto ou desconforto térmico pela população. A solução desses problemas, gerados pela urbanização, exige ações para o controle da expansão urbana e tecnologias construtivas adequadas ao clima.

O insumo energético no clima urbano é a radiação solar, a circulação atmosférica regional e outras fontes de calor que atingem o ambiente urbano e o resultado em termos de balanço térmico. Estes insumos sofrem variações temporais (horária, diária, mensal e sazonal) e dependem da latitude do local.

A energia líquida resultante do balanço energético é transformada no ambiente urbano em função de vários fatores, como a forma da estrutura urbana (concêntrica, setorial ou multinuclear), a topografia (forma côncava, convexa ou plana), as atividades humanas geradoras de calor e o uso do solo. A densidade construída, a altura das edificações, os materiais de construção, as pavimentações, a cor das edificações, as massas líquidas, as áreas

verdes, os espaços livres e as áreas construídas são decorrentes dos padrões de uso e ocupação do solo. Todos estes fatores produzem efeitos térmicos, alteram a reflexão, a absorção e o armazenamento de calor, e produzem efeito de estufa.

Essas transformações importam em ganho de energia na estrutura urbana, que acarretam o aumento da umidade e das precipitações locais, na alteração das ventilações vertical e horizontal e na formação de ilhas de calor urbanas. Todas estas alterações no clima urbano são percebidas pela população em termos de conforto ambiental, tendo conseqüências individuais em termos de desempenho humano, e sociais, em termos de higiene pública.

Este trabalho baseia-se nessa teoria desenvolvida por Monteiro (2003), aplicando-se no caso específico dos conjuntos habitacionais, como elementos do tecido urbano que alteram as condições microclimáticas urbanas.

Oke (1987, p.274) analisa as modificações do clima regional originadas pelo processo de urbanização em termos de duas camadas limites, que se iniciam nos limites entre a zona rural e a urbana, quando as modificações decorrentes da ocupação e uso do solo fazem-se presentes. A camada limite urbana (*urban boundary layer* - UBL) é “um fenômeno de escala local a meso, cujas características são governadas pela natureza da superfície urbana”. A camada urbana no nível das coberturas (*urban canopy layer* - UCL) localiza-se abaixo do nível das coberturas das edificações e é “produzida pelos processos em microescala, que operam nos cânions urbanos, entre os edifícios” (figura 1).

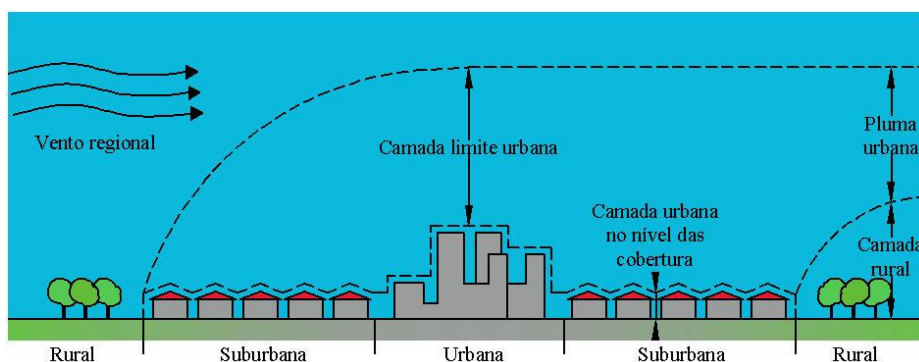


Figura 1 – Camada limite urbana e camada urbana no nível das coberturas. Fonte: Adaptado de Romero (2001, p.47).

Dentro da camada da cobertura urbana (UCL), os infinitos microclimas existentes são determinados pelas características do entorno imediato, sua geometria e das propriedades dos materiais de superfície.

Para melhor entendimento do clima urbano, Oke (1987, p.274) analisa o balanço da radiação e da água que se processam dentro de determinado volume de ar com edificações, quando comparados com o que acontece na zona rural.

O balanço da energia é expresso pela seguinte equação:

$$Q^* + Qf = Qh + Qe + \Delta Qs + \Delta Qa$$

Em que:

Q^* = densidade do fluxo da radiação líquida de comprimento de onda curto e longo;

Qf = densidade do fluxo de calor devido às atividades antropogênicas;

Qh = densidade do fluxo de calor sensível;

Qe = densidade do fluxo de calor latente;

ΔQs = energia líquida armazenada;

ΔQa = energia líquida por advecção⁴ (sensível e latente).

O balanço hídrico é expresso pela seguinte equação:

$$p + F + I = E + \Delta r + \Delta S + \Delta A$$

Em que:

p = precipitações;

F = água liberada pelas atividades antropogênicas;

I = suprimento de água encanada;

E = evapotranspiração;

Δr = escoamento das águas superficiais líquidas;

ΔS = umidade armazenada líquida;

ΔA = umidade por advecção líquida;

⁴ Advecção é o movimento do ar predominantemente horizontal.

Em estudos realizados em Vancouver, B.C.⁵ no verão, o autor (Op. cit.) compara o balanço da radiação numa área suburbana (36% de área construída e 64% de área verde) em comparação com a área rural adjacente, chegando às seguintes conclusões, importantes para o esclarecimento do clima urbano nestas condições.

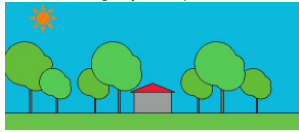

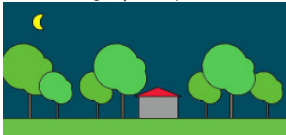

Nos subúrbios, o fluxo de calor sensível (Q_h) é a principal forma de dissipar calor durante o dia. Em seguida são as perdas por evapotranspiração (Q_e), apesar dos efeitos das áreas impermeáveis nas áreas urbanas e o armazenamento (ΔQ_s) de calor sensível. O fluxo de calor sensível (Q_h) mantém-se positivo no início da noite, contribuindo para o aumento da ilha de calor que ocorre no mesmo período. Já na zona rural, durante o dia, a evapotranspiração é a principal forma de perder calor, seguido pelo fluxo de calor sensível. O armazenamento de calor é, praticamente, nulo.

Considerando-se as áreas mais urbanizadas, como o centro das cidades, ou áreas residenciais ou comerciais mais densas, pode-se prever que o fluxo de calor sensível e o armazenamento de calor pelas estruturas têm um papel maior que nas áreas suburbanas, e as perdas por evapotranspiração tendem a diminuir, pela ausência de áreas verdes. As áreas verdes urbanas, como parques ou praças, têm papel importante no controle do clima urbano por funcionarem como um oásis, por serem fontes de umidade, cercados por áreas construídas secas.

Landsberg (1981, p.69) apresenta pesquisa feita sobre o balanço da radiação (Q) nas zonas rural e urbana em Maryland, Columbia⁶, no equinócio, com céu claro e ventos fracos (velocidade $\leq 3,0$ m/s) (quadro 1). Os resultados mostraram que, durante o dia, as perdas por evaporação ($Q_E \uparrow$) na área rural são grandes e na zona urbana são desprezíveis. A radiação de onda curta refletida ($Q_R \uparrow$) na zona rural é grande e na zona urbana é pequena, devido ao pequeno albedo das áreas urbanas. A radiação de onda longa ($Q_L \uparrow$) emitida na cidade é maior que na zona rural, mas a grande diferença entre si é em relação ao calor armazenado ($Q_s \downarrow$), que na zona rural é moderado e na zona urbana é mais do que 50% da radiação solar incidente ($Q_i \downarrow$). Durante a noite, as diferenças não são significativas.

⁵ Vancouver, B. C.: latitude = 49°15' N, longitude = 123°6' W e altitude = 167 m.

⁶ Maryland, Columbia: latitude = 39°12' N, longitude = 76°52' W e altitude = 120m.

HORARIO	RURAL	URBANO
DIA	$Q_i \downarrow = 8,58$ $Q_R \uparrow = 2,09$ $Q_L \uparrow = 4,67$ $Q_E \uparrow = 2,04$  $Q_S \downarrow = 1,67$ Albedo = 0,25 Temperatura superficial = 26°C	$Q_i \downarrow = 8,58$ $Q_R \uparrow = 0,42$ $Q_L \uparrow = 5,93$ $Q_E \uparrow = 0,01$  $Q_S \downarrow = 4,53$ Albedo = 0,05 Temperatura superficial = 47,5°C
NOITE	$Q_L \uparrow = 3,77$ $Q_E \uparrow = 0,07$  $Q_S \downarrow = 0,91$ Temperatura superficial = 15,5°C	$Q_L \uparrow = 4,26$ $Q_E \uparrow = 0,07$  $Q_S \downarrow = 1,40$ Temperatura superficial = 21,5°C

Quadro 1 – Balanço da radiação em Columbia, Maryland. Adaptado de Landsberg (1981, p.69). (valores de Q em W/m²).

A influência das áreas urbanas no clima regional, gerando o clima local, são mais evidentes quando os ventos são fracos e o céu é claro, com radiação solar direta durante o dia e com poucas nuvens à noite.

De acordo com Oke (1987), o elevado valor do armazenamento de calor (ΔQ_s) nas áreas urbanas, em relação às áreas rurais, não ocorre somente devido às propriedades térmicas dos materiais. Entre as razões para tal fato, o autor cita o sombreamento devido à cobertura vegetal, a maior área de absorção da radiação solar devido à geometria urbana e a redução do calor latente devido à relativa secura dos materiais urbanos.

A ventilação nas áreas urbanas também sofre modificações quando comparada com a da área rural. À medida que os ventos vêm da zona rural para a cidade, devem-se acomodar perante os obstáculos que encontram, tais como os edifícios, as ruas, as árvores, a topografia. De uma forma geral, os ventos nas áreas urbanas são mais fracos do que na zona rural.

De acordo com Oke (1987, p.297), há duas situações em que isto pode ser diferente. Primeiro, quando os ventos são desviados para baixo na frente de um edifício alto, ou quando são canalizados ao longo de ruas com a mesma orientação dos ventos. Segundo, em noites sem nuvens e com ar calmo, quando o efeito da ilha de calor é potencializado e pode gerar ventos da zona rural para a cidade. Os ventos convergem no centro da cidade vindo de todas

as direções e sobem, gerando um fluxo de ar da cidade para a zona rural. Caso sejam fortes para superar o efeito do atrito na área urbana, os ventos podem ter intensidade maior do que na zona rural.

Oke (2004) apresenta metodologia para avaliação do clima nas áreas urbanas nas escalas meso, local e microclimática, e apresenta informações sobre a escolha de locais para instalação de estações meteorológicas e interpretação de dados medidos em áreas urbanas.

Nos trabalhos em áreas urbanas, a escolha das escalas temporal e espacial é de grande importância, e o local e a exposição dos instrumentos é diferente em cada caso. De acordo com o autor, duas escalas devem ser consideradas: a horizontal e a vertical.

A escala horizontal pode ser classificada em (quadro 2):

- a) mesoescala: a influência da cidade no clima e no tempo climático da cidade como um todo; uma só estação meteorológica não é suficiente para representar esta escala;
- b) escala local: representa o clima de áreas urbanas menores, com características semelhantes, cujo clima pode ser monitorado por uma única estação meteorológica;
- c) microescala: representa o clima de pequenas áreas, na vizinhança de um edifício, árvores, estradas, etc; os microclimas devem ser evitados quando se deseja representar o clima local;

Escala	Extensão	Características	Exemplo
Mesoescala	$X > 10$ km	-	Cidade
Local	$1 \text{ km} < X < 10$ km	Mesmo tipo de cobertura do solo, atividade, tamanho e distância entre os prédios;	Bairros
Microescala	$1 \text{ m} < X < 1$ km	Superfícies e objetos; temperatura do ar e superficial diferentes;	Edifícios, estradas, árvores, pátios, ruas

Quadro 2 – Classificação das escalas horizontais. Adaptado de Oke (2004, p.3).

Nas áreas urbanas, as trocas de calor e umidade não ocorrem em uma área plana, como nas áreas rurais, mas na camada de cobertura urbana (UCL – *urban canopy layer*). A altura da UCL corresponde aproximadamente à altura média da rugosidade dos principais elementos (Zh). Os efeitos microclimáticos das superfícies e dos obstáculos são sentidos dentro da camada denominada subcamada de rugosidade (RSL – *roughness sublayer*), que se estende do solo até uma altura (Zr), quando estes efeitos se misturam. Nas áreas densamente construídas

e homogêneas, $Z_r = 1,5 Z_h$, mas nas áreas com baixa densidade, $Z_r = 4 Z_h$. Quando os instrumentos de medição estão localizados em alturas menores que Z_r , os dados referem-se aos microclimas. Quando estão em alturas maiores que Z_r , representam o clima local, pois registram os dados após estes se misturarem.


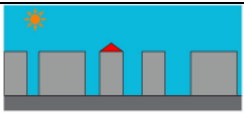




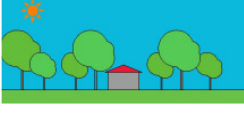
No estudo do clima urbano, as características morfológicas das áreas urbanas definem a dimensão das escalas, por terem influência na atmosfera. De acordo com Oke (2004) as principais características são:

- a) a estrutura urbana: dimensões dos edifícios e dos espaços entre eles, largura das ruas e espaçamentos;
- b) a cobertura do solo: área construída, pavimentada, arborizada, solo nu, água;
- c) o tecido urbano: materiais naturais e artificiais;
- d) o metabolismo urbano: as atividades, a produção de calor, de água e de poluentes.

O autor analisa as formas urbanas em relação à rugosidade, porcentagem de área impermeável, relação altura/largura das edificações, para classificar as diferentes áreas urbanas em função da sua morfologia e atividades (quadro 3). A classificação da rugosidade é feita de acordo com Davenport et al (2000, apud OKE, 2004, p.21).

Para medições realizadas nas áreas urbanas, cujo objetivo seja monitorar o clima local, Oke (2004) apresenta duas abordagens, tendo em vista a zona de influência sobre os instrumentos:

- a) Localizar o lugar das medições dentro da camada de cobertura urbana (UCL), num ponto cercado pelas condições típicas de exposição e localizar os sensores a uma altura similar à das estações meteorológicas não urbanas. Neste caso, pressupõe-se que o fluxo de ar ao redor dos obstáculos é capaz de misturar as propriedades e representar o clima local. Esta abordagem é boa para medições da temperatura e umidade do ar.
- b) Localizar os sensores em um poste acima da subcamada de rugosidade (RSL), e assim obter valores que podem ser extrapolados para a camada de cobertura urbana (UCL). Esta abordagem é indicada para medições da velocidade, direção do vento e precipitações.

Zona Climática	Imagem	Rugosidade	Relação H/W	% Área impermeável
1. Área urbana intensamente desenvolvida, com edifícios altos separados, porém próximos, com revestimento (centro da cidade).		8	> 2	> 90
2. Área intensamente desenvolvida com alta densidade, com edifícios de 2 a 5 andares, geminados ou muito próximos, revestidos com tijolo aparente ou pedra (centro antigo).		7	1,2 – 2,5	> 85
3. Área altamente desenvolvida, com densidade urbana média, casas em fileiras ou isoladas com pequenos afastamento (casas, lojas e apartamentos) (zona residencial).		7	0,5 – 1,5	70
4. Área altamente desenvolvida com densidade urbana baixa, grandes edifícios baixos e estacionamentos pavimentados (shoppings, armazéns).		5	0,05 – 0,2	75 – 95
5. Área com médio desenvolvimento e baixa densidade, com casas de 1 ou 2 andares (subúrbios).		6	0,2-0,5 ou > 1 com árvores altas	35 - 65
6. Área de uso misto com grandes edifícios em áreas abertas (hospitais, universidades, aeroportos)		5	0,1-0,5 depende das árvores	< 40
7. Área semi-rural com casas dispersas numa área natural (fazendas, propriedades rurais)		4	> 0,05 depende das árvores	< 10

Quadro 3 – Classificação de diferentes formas urbanas em ordem decrescente na sua capacidade de causar impacto na temperatura, umidade e ventos locais. Adaptado de Oke (2004, p.11).

Romero (2003) apresenta um modelo para análise da sustentabilidade, baseado num conjunto de escalas que possibilita a compreensão e a valorização necessárias para a qualificação adequada do espaço. A autora propõe um método de análise baseado em aproximações sucessivas, “como num zoom que se inicia com uma visão panorâmica da grande massa urbana e termina no detalhe do edifício, utilizando como parâmetro o grau de proximidade do usuário na sua interação com o ambiente construído” (Op. cit., p.255). Para tanto, parte de três formas de classificação do espaço, estabelecendo novas relações entre elas e propondo novos sentidos. Estabelece também, no plano urbanístico, uma relação entre as escalas e as categorias taxonômicas da organização geográfica do clima proposta por Monteiro (1976). Estas escalas de análise estão sistematizadas no quadro 4. Cada escala pode

apresentar diferentes graus e tipos de degradação: ecológica, funcional e ambiental, neste caso, considerando-se os aspectos de conforto e perceptivos, estéticos, culturais e de qualidade de vida.

Escala	Categoria taxonômica de organização geográfica do clima	Espaço urbano
Macroescala da grande dimensão das estruturas urbanas	Espaço climático local	Área metropolitana ou metrópole
Escala intermediária da área ou sítio	Mesoclima	Cidade grande, bairro ou subúrbio de metrópole
Microescala das dimensões específicas do lugar	Topoclima	Pequenas cidades, fâceis de bairro, subúrbio de cidade
Microescala das dimensões específicas dos edifícios	Microclima	Grande habitação, habitação, setor de habitação

Quadro 4 – Escalas de análise da sustentabilidade. Fonte: Adaptado de Romero (2003).

De acordo com Grimmond (2007a), para estudos sobre o clima local, a altura dos instrumentos deve ser maior que duas vezes a altura dos elementos da rugosidade do lugar (RSL), de maneira que se obtenham valores após a mistura das propriedades.

A autora apresenta a seguinte classificação das escalas climáticas para estudos do clima urbano (quadro 5):

Unidades	Características construtivas	Escala horizontal típica	Escala climática
1. Edifício	Edifício	10m x 10m	Microescala
2. Cânion	Rua, cânion	30m x 40m	Microescala
3. Quarteirão	Quarteirão	0,5km x 0,5km	Microescala
4. Classe de uso do solo	Centro urbano, residencial, industrial	5km x 5km	Escala local
5. Cidade	Área urbana	25km x 25km	Mesoescala
6. Região urbana	Cidade e seu entorno	100km x 100km	Mesoescala

Quadro 5 – Classificação das unidades da camada de cobertura urbana. Adaptado de Grimmond (2007 a, p.11)

2.2 A ILHA DE CALOR URBANA

As alterações geradas pelo ambiente urbano no clima regional têm, como fenômeno mais característico, a formação de ilha de calor sobre as cidades, que se caracteriza pelo aumento da temperatura do ar, devido à morfologia urbana, às propriedades térmicas dos materiais de revestimento do solo e dos edifícios e à ausência de áreas verdes, alterando o balanço da radiação nas áreas urbanas (figura 2).

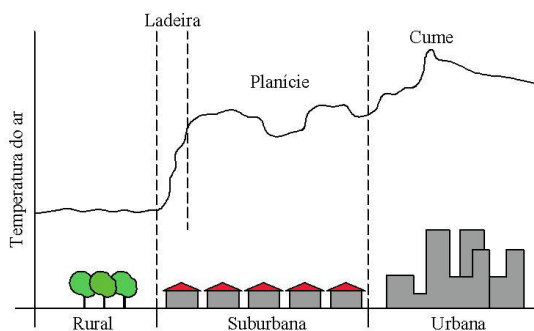


Figura 2 – Ilha de calor urbano. Fonte: Adaptado de Romero (2001, p.90).

De acordo com Oke (1987), a ilha de calor é maior durante a noite, em situações de ar calmo e sem nuvens. Está relacionada também com o tamanho da cidade, porém, mesmo nas pequenas, com população de 1000 habitantes, a ilha de calor é sentida, assim como no entorno de shoppings ou pequenos grupos de edifícios. O quadro 6 apresenta as várias hipóteses de formação da ilha de calor, relacionadas com as características da urbanização.

Aspectos do balanço de energia alterados que causam anomalia térmica	Características da urbanização que favorecem as mudanças no balanço de energia
1. Aumento da absorção de radiação de ondas curtas.	Geometria do cânion – aumento da área superficial e das múltiplas reflexões.
2. Aumento da radiação de ondas longas da abóbada celeste.	Poluição do ar – maior absorção e re-irradiação.
3. Redução da perda por radiação de ondas longas.	Geometria do cânion – redução do fator de visão do céu.
4. Fontes antropogênicas de calor.	Perdas de calor dos edifícios e do trânsito.
5. Aumento do acúmulo de calor sensível.	Materiais de construção – aumento da admitância ⁷ .
6. Redução da evapotranspiração.	Materiais de construção – aumento da impermeabilização.
7. Redução do total de calor perdido por convecção.	Geometria do cânion – redução da velocidade dos ventos.

Quadro 6 – Causas da ilha de calor da camada inferior da atmosfera (*urban canopy*). Fonte: Oke (1987, p.294)

⁷ Admitância é a capacidade de condução do fluxo de calor pelos materiais.

Gómez et al (1993 apud BRANDÃO, 2003, p.131), em estudos em Madri, apresenta uma classificação de ilhas de calor, em função da intensidade de cada uma, podendo ser agrupadas nas seguintes categorias: intensidade fraca, com diferenças entre 0 a 2°C; moderada, com intensidade entre 2 a 4°C; forte, entre 4 a 6°C; e muito forte, quando a intensidade da ilha de calor for maior que 6°C.

De acordo com Oke (1987, p.290), comparando-se as temperaturas do ar entre uma zona urbana e a zona rural adjacente, a principal característica é o reduzido resfriamento na área urbana no início da noite, ao tempo em que, na zona rural, a temperatura do ar diminui rapidamente após o pôr-do-sol. As diferenças de temperatura do ar são maiores durante a noite, e atingem o valor máximo entre 3 a 5 horas depois do crepúsculo. Durante o dia, as temperaturas rapidamente se igualam. A ilha de calor é mais intensa à noite, em situações de ventos fracos e céu descoberto, quando as diferenças entre os microclimas são mais evidenciadas.

Entre os parâmetros de maior importância para o controle da ilha de calor e do consumo de energia nas áreas urbanas, podemos citar o albedo⁸ das superfícies, as áreas verdes, a geometria das ruas e a produção antropogênica de calor.

A geometria urbana (relação H/W – relação entre altura dos edifícios e largura das vias) é fundamental na formação da ilha de calor, por ter influência no processo de absorção da radiação solar e da radiação de ondas longas emitida pelas superfícies dos edifícios e do solo, na redução das perdas de calor devido aos ventos e na produção antropogênica de calor.

Lynch & Hack (1986) ressalta a importância do controle das condições microclimáticas pelos projetistas, por interferirem nas trocas térmicas e de vapor d'água entre o meio ambiente e os espaços construídos. As trocas de calor por radiação, convecção e condução correspondem a três características físicas: o albedo, a condutividade e a turbulência, decorrentes das superfícies dos materiais e formas escolhidas no projeto.

A absorção da radiação solar, nas áreas urbanas, depende tanto do albedo das superfícies de revestimento do solo e das fachadas como do seu arranjo geométrico. A radiação solar absorvida, por sua vez, aquece as superfícies, que passam a emitir radiação de

⁸ O albedo é a porcentagem da radiação total incidente sobre uma superfície que é refletida de volta, ao invés de ser absorvida.

ondas longas, em função da emissividade⁹ do material que constitui a superfície, aumentando a temperatura do ar. A tabela 1 apresenta valores de albedo e emissividade de materiais e superfícies utilizadas nas áreas urbanas.

TIPO	SUPERFÍCIE	ALBEDO (A)	EMISSIVIDADE (E)
Ruas	Asfalto	0,05-0,20	0,95
Paredes	Concreto	0,10-0,35	0,71-0,90
	Tijolo	0,20-0,40	0,90-0,92
	Pedra	0,20-0,35	0,85-0,90
	Madeira	-	0,90
Coberturas	Ardósia	0,10	0,90
	Telha cerâmica	0,10-0,35	0,90
	Aço corrugado	0,10-0,16	0,13-0,28
	Palha	0,15-0,20	
Janelas	Vidro simples (ângulo zênite entre 40° e 80°)	0,08	0,87-0,92
	Vidro simples (ângulo zênite < 40°)	0,09-0,52	0,87-0,92
Pinturas	Branca	0,50-0,90	0,85-0,95
	Verde, vermelha, marrom	0,20-0,35	0,85-0,95
	Pintura preta	0,02-0,15	0,90-0,98
Solos e outros	Gramma longa	0,16	0,90
	Gramma curta	0,26	0,95
	Água (ângulo zênite pequeno)	0,03-0,10	0,92-0,97
	Água (ângulo zênite grande)	0,10-1,0	0,92-0,97
	Escuro, úmido	0,05	0,98
	Claro, seco	0,40	0,90
	Floresta (sem folhas)	0,15	0,97
	Floresta (com folhas)	0,20	0,98
	Deserto	0,20-0,45	0,84-0,91
	Plantações agrícolas	0,18-0,25	0,90-0,99
	Áreas urbanas (latitude média)	Intervalo	0,10-0,27
Média		0,15	0,95

Tabela 1 – Propriedades radiantes de materiais e superfícies urbanas. Fonte: Oke (1987, p.12 e 281).

As áreas urbanas de cidades com latitude média têm coeficiente de reflexão médio de 0,15. Para as regiões tropicais, esse coeficiente assume valores maiores, principalmente se são utilizados materiais que aumentam a reflexão dos raios solares e se o arranjo geométrico dos prédios evita a penetração dos raios solares nas ruas. (OKE, 1987).

⁹ A emissividade de um material é a energia emitida pela superfície de um corpo, para um comprimento de onda λ , à temperatura absoluta T, em relação à energia emitida pela superfície de um corpo negro, para esse λ , nessa temperatura T (CORBELLA & YANNAS, 2003, p.227).

A inércia térmica dos materiais das edificações também influencia o desempenho térmico das áreas urbanas, uma vez que os materiais com inércia maior tornam os ambientes menos frios no inverno à noite e menos quentes no verão durante o dia.

A quantidade de calor que o ambiente urbano pode receber pela radiação solar direta e refletida e perder por radiação de ondas longas depende do fator de visão do céu (ψ), o qual representa a parcela do céu que pode ser observada desde o piso de um recinto urbano, considerando as obstruções, devido às superfícies verticais, como as fachadas e árvores (MASCARÓ, 1996).

Em relação às áreas abertas, a sensação de conforto do usuário é determinada pelos elementos climáticos (temperatura, umidade relativa e velocidade do ar), pela radiação solar e pela irradiação térmica das superfícies do entorno construído. Dessa forma, as características construtivas e os materiais empregados nas vias e espaços públicos irão contribuir significativamente para a sensação de conforto.

As áreas verdes têm importante papel nas áreas urbanas e são considerados verdadeiros oásis dentro das cidades. Além de diminuir a temperatura do ar no seu entorno, aumentam a umidade relativa do ar, podem servir de barreira aos ventos e aos ruídos, filtram os poluentes, evitam a erosão do solo e têm efeito calmante nos indivíduos. As áreas verdes sombreiam o solo e edificações, protegendo da radiação solar excessiva e, através da evapotranspiração¹⁰, podem contribuir para a diminuição da temperatura do ar.

Muitos estudos apresentam dados sobre o efeito refrescante das áreas verdes nas áreas urbanas, como Santamouris (2001), Fontes & Delbin (2001), Vasconcellos, Reis-Alves & Corbella (2005), que apontam para diferenças de temperatura de até 3° K entre os parques e as áreas em redor. As temperaturas dentro dos parques variam de acordo com a cobertura vegetal e o sombreamento e, em redor deles, com a densidade construída, circulação de carros e sombreamentos dos cânions urbanos.

A produção antropogênica de calor nas cidades refere-se ao uso da energia de todos os tipos de fontes e para todas as necessidades humanas, tais como: transportes, climatização, indústrias, iluminação, motores, bombas, etc., além de depender do uso individual e da densidade populacional. Cada cidade, em função de sua economia, clima, relevo, padrões de ocupação do solo, entre outras características, produz determinada quantidade de calor.

¹⁰ A evaporação é a passagem de um líquido para a forma gasosa, e a transpiração é a perda de água, sob a forma de vapor, pelos estômatos das folhas das plantas.

Lombardo (1985) comprovou relação entre o uso do solo e as temperaturas superficiais, em São Paulo. Temperaturas mais elevadas registraram-se em bairros residenciais e industriais, com sensível crescimento vertical, densidade demográfica acima de trezentos habitantes por hectare e escassa vegetação. Temperaturas mais baixas foram verificadas em locais onde há maior presença de vegetação, espaços livres e presença de corpos d'água.

Romero (1999) apresenta um modelo de análise bioclimática do espaço urbano, fundamentado nas modificações do meio ambiente natural produzidas pelo processo de urbanização. Essas alterações interferem no clima local gerando microclimas urbanos, modificam a propagação do som e da luz nos ambientes urbanos e causam alterações no processo de materialização da forma. O equilíbrio térmico entre o homem e o meio ambiente é rompido, trazendo graves conseqüências à qualidade de vida urbana e à sustentabilidade ambiental. Este modelo analisa os seguintes aspectos do ambiente construído (Op.cit., p.92):

a) Os atributos da forma urbana:

A análise da massa urbana e das características formais dos edifícios é realizada com o objetivo de identificar os impactos causados ao clima e ao equilíbrio térmico urbano. A massa edificada, formada pelos cheios e vazios urbanos, é analisada em função do grau de porosidade (atributo da forma urbana que determina uma maior ou menor penetração dos ventos na estrutura urbana), de rugosidade (que é dependente da diversidade das alturas, do grau de fragmentação e do diferencial de alturas) e da compacidade (depende da densidade de edificação do lugar).

As características dos edifícios são analisadas a partir do grau de esbeltez, de isolamento e de tensão, bem como do tamanho das vias e dos espaços públicos, que interferem na ventilação natural, na insolação, na inércia térmica e nas superfícies de trocas térmicas.

Cada uma das características do espaço urbano e do edifício pode ser classificada de acordo com três índices, que podem amenizar ou piorar os efeitos das formas no meio ambiente. Esta classificação permite também a comparação entre diversos ambientes construídos, em termos de desempenho bioclimático.

b) Capacidade térmica dos materiais constituintes do espaço urbano:

A capacidade de acumulação de calor dos materiais utilizados nos espaços construídos é diferente dos materiais encontrados no meio natural. A superfície dos materiais refletem e

absorvem a radiação solar dependendo de seu coeficiente de reflexão e irradiam radiação térmica em função da emissividade, alterando o clima urbano em função do balanço térmico diário.

c) Equilíbrio energético urbano:

Os diversos microclimas no espaço urbano são gerados em função da posição dos volumes edificados na malha urbana, modificando a cada ponto a incidência da radiação solar, a velocidade e direção dos ventos. A temperatura do ar no espaço urbano é determinada pela radiação solar absorvida pelas superfícies e pelos intercâmbios entre todas as superfícies do meio.

d) Modificações gerais do vento pela urbanização:

A ventilação na malha urbana é determinada pelo tipo do tecido urbano, que pode permitir uma maior ou menor penetração dos ventos e, conseqüentemente, acelerar as trocas térmicas dos edifícios com o meio ambiente.

A presença de áreas verdes nos centros urbanos causa modificações nos microclimas, alterando a temperatura do ar, umidade relativa, velocidade dos ventos, turbulência do ar e a temperatura radiante.

Baseado nos aspectos acima citados, o desempenho bioclimático das cidades pode ser avaliado em termos de conforto térmico, luminoso, acústico e de qualidade do ar, considerando-se as interferências do processo de urbanização no ambiente natural e as conseqüências para a qualidade da vida humana nestes espaços.

Para cada cidade e cada bairro, as estratégias visando ao controle da ilha de calor dependem das características do ambiente urbano, das atividades humanas e das condições meteorológicas. Grimmond (2007 b, p.84) relaciona as causas da ilha de calor, como já expostas no quadro 6, com as estratégias para mitigação dos seus efeitos (quadro 7).

Entre as principais causas da ilha de calor nas cidades, a autora aponta (1) o aumento da área superficial vertical, (2) as características térmicas dos materiais superficiais, (3) as características da umidade nas áreas urbanas, (4) o suprimento de energia adicional devido às atividades antropogênicas e (5) a poluição do ar. Para cada uma delas, a autora apresenta possíveis estratégias para minimizar seus efeitos e diminuir a intensidade da ilha de calor.

O desempenho das áreas urbanas, portanto, depende das características do clima, da morfologia e dos materiais utilizados no recinto urbano que devem ser empregados de acordo com o clima da região, a fim de se obterem espaços adequados às atividades humanas.

CAUSAS DA ILHA DE CALOR URBANA	EFEITOS	ESTRATÉGIAS PARA MITIGAÇÃO
1. Aumento da área superficial: <ul style="list-style-type: none"> • Maiores superfícies verticais • Fator de visão do céu reduzido 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da absorção da radiação solar (ondas curtas); - Diminuição das perdas de radiação de ondas longas (terrestres); - Diminuição do transporte total de calor; - Velocidade dos ventos reduzida; 	<ul style="list-style-type: none"> - Edifícios e ruas com materiais com menor coeficiente de absorção; - Espaçamento entre os edifícios; - Variabilidade nas alturas dos edifícios;
2. Características térmicas dos materiais superficiais	<ul style="list-style-type: none"> - Maior capacidade calorífica; - Maior condutividade; - Aumento das superfícies de armazenamento de calor; 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução das temperaturas superficiais (mudanças no albedo e na emissividade); - Aumento do isolamento das coberturas;
3. Características da umidade: <ul style="list-style-type: none"> • As áreas urbanas possuem grandes áreas impermeabilizadas; 	<ul style="list-style-type: none"> - escoamento das águas mais rápido (mudanças na hidrologia); - Aumento do escoamento com um pico mais rápido; - Diminuição da evapotranspiração (fluxo de calor latente); 	<ul style="list-style-type: none"> - Pavimentos porosos; - Tanques para detenção e áreas úmidas que coletam as águas de chuvas; - Aumento das áreas verdes; - Coberturas verdes, fachadas verdes;
4. Suprimento de energia adicional (fluxo de calor antropogênico): <ul style="list-style-type: none"> • Eletricidade e combustão de combustíveis fósseis: sistemas de aquecimento e resfriamento, máquinas, veículos; • Geometria dos edifícios e geometria dos cânions; 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da temperatura; 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da carga solar nos ambientes internos; - Redução da necessidade de resfriamento artificial (sombreamento das aberturas, mudança dos materiais) - Sistemas distritais de aquecimento e resfriamento; - Sistemas combinados de aquecimento e de eletricidade;
5. Poluição do ar: <ul style="list-style-type: none"> • as atividades humanas despejam poluentes e poeira na atmosfera; 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da radiação de ondas longas do céu; - Maior absorção e re-irradiação (efeito estufa) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas distritais de aquecimento e resfriamento; - Sistemas combinados de aquecimento e de eletricidade;

Quadro 7 – Causas da formação da ilha de calor urbana e exemplos de estratégias para mitigação. Adaptado de Grimmond (2007 b, p.84).

2.3 O MICROCLIMA NOS CÂNIONS URBANOS

Dentro da camada de cobertura urbana (UCL), o cânion urbano é a unidade padrão para o estudo do microclima. Os cânions são formados por três superfícies (paredes e piso) e três lados abertos. O microclima nos cânions é determinado pelas características radiativas, térmicas e de umidade dos materiais construtivos, pela geometria do cânion (relação altura e largura) e pela orientação solar e em relação aos ventos.

De acordo com Landsberg (1981, p.71), nos cânions urbanos, as condições de radiação são alteradas devido à mudança do horizonte, que afeta a duração da luz do sol e da iluminação, e pelas interações entre as fachadas dos edifícios em ruas estreitas e entre os edifícios e a superfície das ruas.

O estudo das temperaturas do ar e das superfícies e da circulação do ar dentro dos cânions urbanos, através da análise do balanço térmico, visa otimizar o consumo de energia das edificações, o conforto térmico dos pedestres e a dispersão dos poluentes.

2.3.1 A temperatura das superfícies e do ar

A temperatura do ar e das superfícies dentro dos cânions urbanos depende do balanço da radiação. A maior parte da radiação solar atinge as coberturas e paredes e muito pouco o solo, e é absorvida em função das características dos materiais e transformada em calor sensível. Estas superfícies emitem radiação de ondas longas para o céu, dependendo do fator de visão do céu e da emissividade dos materiais. Nos cânions urbanos, boa parte da abóbada celeste que seria vista pelas superfícies, é bloqueada pelos outros edifícios, e as perdas por radiação de ondas longas são reduzidas. Dessa forma, o balanço entre os ganhos e perdas de calor é positivo, e a temperatura é maior que na zona rural.

De acordo com Santamouris (2001), há uma estreita relação entre o padrão de temperatura das superfícies e a geometria das ruas. Quanto maior for o fator de visão do céu, menor a temperatura das superfícies. Entretanto, a temperatura média do ar nas ruas é governada por fatores mais complexos e regionais, apesar da influência da geometria do cânion.

Conforme estudos realizados por Oke (1987, p.285), em Vancouver, B.C.¹¹, em setembro, com céu claro e ventos fracos, considerando um cânion urbano com relação altura/largura (H/W) = 1, orientação no eixo norte/sul, paredes de concreto pintadas de branco sem janelas, piso de calçamento de pedra e pouca vegetação, o fluxo da radiação líquida nas paredes é devido ao fluxo de calor sensível mais o armazenamento de calor pelas superfícies. No piso, além do calor sensível e do armazenamento de calor, acrescenta-se também o fluxo de calor latente.

Durante o dia, 70 a 80% da energia radiante, em todas as superfícies do cânion, é dissipada para o ar por transferência turbulenta e o restante (20 a 30%) é armazenado pelos materiais. À noite, a liberação do calor armazenado é suficiente para contrabalançar o déficit de radiação, e as trocas turbulentas são mínimas.

A fachada voltada para leste recebe sol pela manhã. Após o meio-dia, só recebe radiação difusa de ondas curtas e, à tarde, recebe radiação refletida pela fachada oposta. O piso recebe radiação direta ao redor do meio-dia em maior quantidade que as paredes, pois o albedo é menor. À noite, o balanço da radiação de ondas longas de todas as superfícies é menor do que em outras superfícies horizontais, em função do fator de visão do céu menor no cânion urbano.

Em outras situações de cânions urbanos, outros resultados são esperados: se a orientação do cânion for leste/oeste e a latitude, alta, apenas a fachada sul e o piso recebem radiação solar considerável no hemisfério norte¹²; se a relação altura/largura é significativamente maior ou menor que um, haverá mudanças na penetração da radiação solar, no aprisionamento da radiação de ondas longas e na proteção em relação aos ventos; materiais construtivos diferentes alteram o albedo e a capacidade calorífica do cânion; se a água é mais ou menos disponível, a divisão da energia será alterada.

A distribuição da temperatura do ar dentro do cânion urbano não é homogênea. Próximo às fachadas se forma uma camada de ar cuja temperatura depende da temperatura da superfície da fachada e do transporte vertical do ar. No meio do cânion, no solo, a temperatura do ar é diferente daquela próxima às fachadas e depende também do transporte horizontal do ar. Segundo Santamouris (2001, p.74), na maior parte dos casos, a temperatura no meio do cânion é menor que a temperatura correspondente da camada de ar próxima às fachadas, e, em

¹¹ Vancouver, B. C. – Latitude = 49°15' N, longitude = 123°6' W, 167 m de altitude.

¹² No hemisfério sul, a fachada norte é a que recebe mais radiação solar.

todos os casos, a temperatura da camada de ar nas fachadas é maior que a do ar acima dos edifícios.

Embora a orientação da rua determine a quantidade de radiação recebida pelas superfícies do cânion, estudos feitos por Santamouris (2001), mostram que a temperatura do ar no meio do cânion não é influenciada pela orientação da rua, nem de dia nem à noite, mas, sim, controlada pelo processo de circulação do ar. A orientação da rua tem grande influência, porém na temperatura das superfícies do cânion e na temperatura da camada de ar junto às fachadas.

2.3.2 A circulação do ar nos cânions

Os estudos sobre a circulação do ar nos cânions são importantes para determinar o potencial de ventilação natural dos edifícios, a concentração de poluentes nas ruas e o conforto térmico dos pedestres, entre outros aspectos.

As características geométricas dos cânions urbanos podem ser descritas através de três parâmetros: H , a altura média do cânion; W , a largura; e L o comprimento (figura 3). As relações H/W , H/L e a densidade construída são descritores geométricos que caracterizam um cânion. A circulação do ar nos cânions pode ser analisada em três situações distintas: o fluxo de ar perpendicular, paralelo ou inclinado em relação ao eixo do cânion.

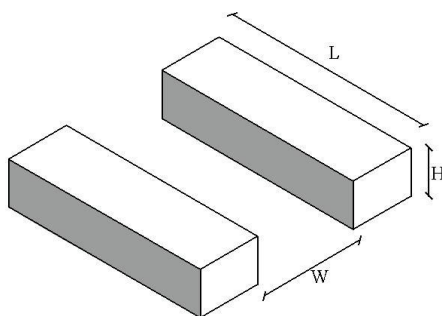


Figura 3 – Geometria do cânion

Para o fluxo de ar considerado perpendicular ao eixo do cânion ($\pm 30^\circ$), três tipos de regime de fluxo podem ser observados de acordo com a geometria do edifício (L/H) e do cânion (H/W). Se os edifícios são bem separados, com $H/W > 0,05$, o fluxo de ar e os

edifícios não interagem. À medida que este espaço diminui, o fluxo passa a ser alterado em função do arranjo dos edifícios, podendo ser classificado em de acordo com Oke (1987, p.267), (figura 4), em:

- a) fluxo com rugosidade isolada, quando o fluxo de ar passa a ser alterado pelo arranjo entre os edifícios;
- a) fluxo com rastro (esteira) de interferência, quando a altura e o arranjo dos edifícios passam a perturbar o redemoinho a barlavento e na cavidade; caracteriza-se pela existência de fluxo de ar secundário no cânion, gerado quando o fluxo de ar na cavidade é reforçado pela deflexão do fluxo na frente do edifício a sotavento;
- b) fluxo deslizante (skimming), quando a relação H/W é maior, um vórtice estável estabiliza-se dentro do cânion, e a maior parte do fluxo de ar não penetra no cânion.

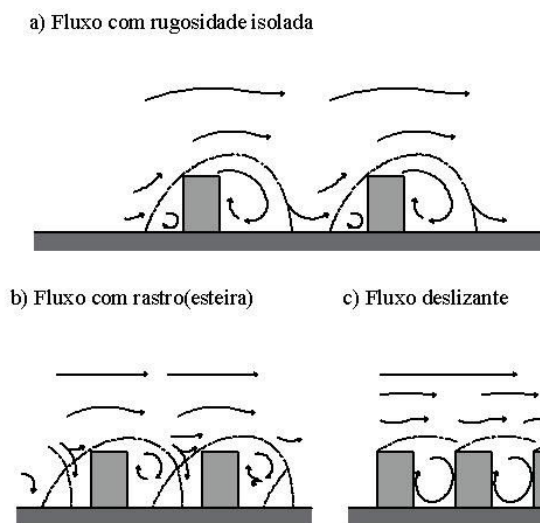


Figura 4 – Regime do fluxo x distância entre edifícios (H/W) – Adaptado de Oke (1987, p.267).

A transição entre os três regimes de fluxo ocorre em combinações críticas das relações entre a altura e a largura do cânion (H/W) e a altura e comprimento dos edifícios (L/W). As linhas que limitam os três regimes foram propostas por Oke (1988 apud SANTAMOURIS 2001, p.77) (gráfico 1).

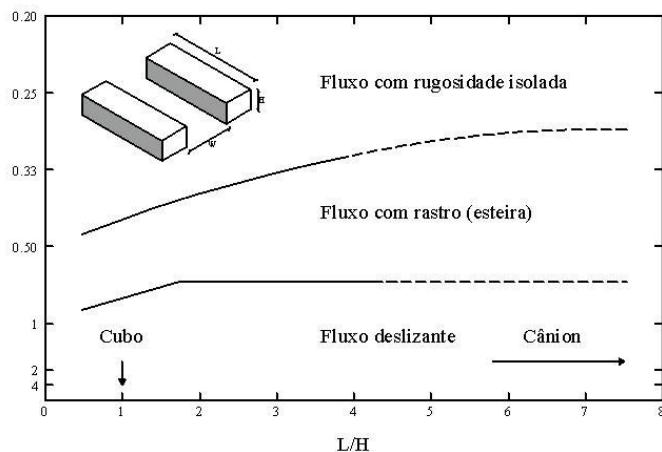


Gráfico 1 – Limites entre os regimes de fluxo nos cânions – Adaptado de Santamouris (2001, p.77).

Dentro do regime do fluxo deslizante, que ocorre em cânions urbanos com H/W maiores que 1,0, muito comuns nas cidades, a velocidade do fluxo secundário dentro do cânion depende da velocidade do fluxo de ar sobre ele. De acordo com estudos realizados por Santamouris (2001), em cânions com relação H/W em torno de 1,0, a velocidade limite para existência do fluxo secundário é de 2,0 m/s. Para velocidades abaixo deste valor, a circulação de ar dentro do cânion depende de influências térmicas e mecânicas.

Em cânions profundos, dois vórtices são formados. Um mais em cima, causado pelo fluxo de ar sobre os edifícios, e outro mais em baixo, em sentido contrário ao primeiro. Estudos realizados por Santamouris (2001) em cânions com $H/W = 2,5$ comprovaram a existência dos dois vórtices. A circulação do ar dentro de cânions profundos não é devido somente ao fluxo de ar sobre o cânion, mas também é influenciada pela estratificação do ar dentro do cânion e pelo mecanismo de advecção nos cantos dos edifícios.

Uma situação diferente ocorre quando um edifício alto se destaca em relação aos outros. O fluxo de ar estagna-se a, aproximadamente, $\frac{3}{4}$ da altura do edifício. Uma parte do fluxo ultrapassa o edifício, e outra é desviada para baixo, na direção da cavidade do edifício menor, formando um forte vórtice perto da fachada posterior. O restante do fluxo contorna o edifício alto, em formato de ferradura. Caso o edifício tenha pilotis, o fluxo descendente é canalizado, produzindo um fluxo que atravessa o edifício.

Quando o fluxo de ar é paralelo ao eixo do cânion, o fluxo secundário também é derivado do fluxo sobre o cânion e depende da sua velocidade. Para valores abaixo de determinados limites, não há relação entre os dois fluxos. O fluxo médio gerado no meio do

cânion tende a subir ao longo das fachadas do cânion, devido ao atrito com as paredes e a rua. A velocidade do vento dentro do cânion é diretamente proporcional à velocidade do fluxo acima do cânion. Para cânions com $H/W = 1,0$ e velocidade do vento igual a $5,0\text{m/s}$, Nakamura e Oke (1988 apud SANTAMOURIS 2001, p.83), apontam que: $v = pU$, em que v é a velocidade dentro do cânion; U , a velocidade acima do cânion; e $0,37 < p < 0,68$.

Para fluxos de ar inclinados em relação ao eixo do cânion, um vórtice espiral (tipo saca-rolha) é gerado no interior do cânion. Para $H/W = 1,0$, ventos com velocidade = $5,0\text{ m/s}$ e inclinação em relação ao eixo do cânion de 45° , o vórtice é centralizado na parte superior da cavidade, com velocidade máxima de $0,6\text{ m/s}$.

Panão, Gonçalves e Ferrão (2006) analisam de forma numérica o escoamento do ar em cânions urbanos com H/W igual a $1,5$ e $2,0$, para velocidades do ar (U_0) variando entre $1,0$ a $6,0\text{ m/s}$ e a temperatura da parede a barlavento por incrementos entre 2 a 16 K (figura 5). Os resultados mostram que nesses casos se formam dois regimes de escoamento distintos, em função da velocidade de transição do ar acima das coberturas (U_t). Quando $U_0 < U_t$, dois vórtices são formados: o vórtice I, induzido pela intensidade do vento acima das coberturas, e o vórtice II, induzido pelo fluxo convectivo gerado pelo aquecimento da parede a barlavento. Quando $U_0 > U_t$, o vórtice II desaparece e persiste apenas o vórtice no interior da cavidade.

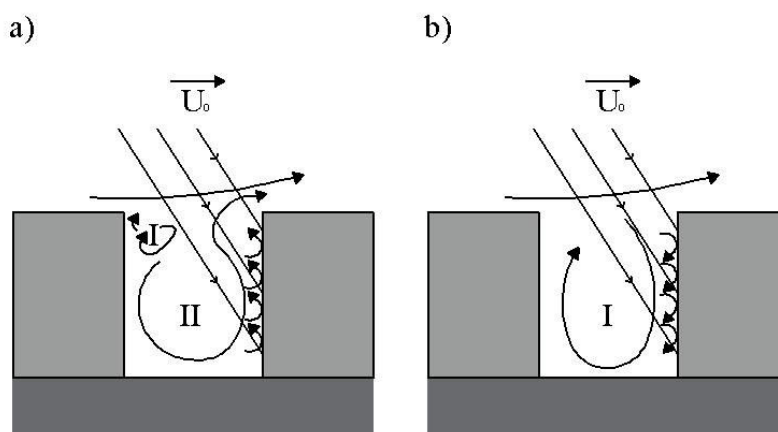


Figura 5 – Regimes de escoamento do ar no interior do cânion urbano: (a) $U_0 < U_t$, (b) $U_0 > U_t$. Adaptado de Panão, Gonçalves e Ferrão (2006, p.10)

De acordo com as simulações realizadas, as situações nas quais a $U_0 < U_t$ e se formam dois vórtices, são mais favoráveis à extração do calor no interior da cavidade, e o aumento da temperatura está relacionado linearmente com a velocidade do ar na cobertura urbana.

A influência da distribuição da temperatura das fachadas dos edifícios na circulação do ar nos cânions também foi analisada por Grimmond et al (2007) em Gothenburg, Suécia¹³. Em rua com $H/W = 2,0$ e orientação N-S, no centro urbano, a parte da fachada que recebe sol se aquece rapidamente em relação ao ar do cânion e gera um fluxo de ar para cima próximo à fachada mais aquecida, que pode ser de sentido contrário ao vórtice padrão, como na figura 6. O fluxo ascendente do ar aquecido próximo às fachadas pode criar outro vórtice e ajudar na retirada do ar quente do cânion.

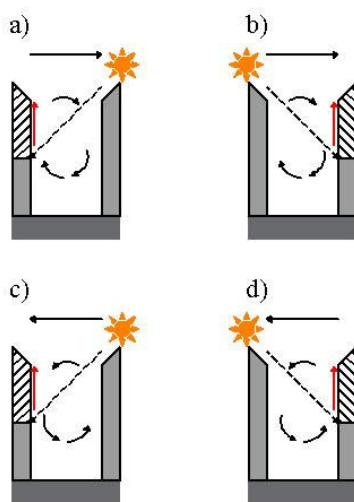


Figura 6 – Esquema do fluxo de ar e do aquecimento da fachada no cânion: (a) vento oeste, pela manhã; (b) vento oeste, à tarde; (c) vento leste, pela manhã; (d) vento leste, à tarde; vetores indicam os vórtices típicos do cânion; vetor vermelho, o fluxo ascendente do ar aquecido. Adaptado de Grimmond et al (2007, p.286).

Concluindo, as modificações decorrentes da urbanização provocam modificações no clima regional e dão origem ao clima urbano, função das modificações no espaço natural pela ação humana no agenciamento dos espaços nas cidades. As diversas escalas de análise do clima urbano vão da mesoescala da cidade ao microclima dos pequenos espaços urbanos, como nos conjuntos habitacionais.

A ilha urbana de calor que se estabelece sobre as cidades é um dos resultados mais característicos da urbanização, com a elevação da temperatura do ar. O microclima nos cânions urbanos, um dos espaços que compõem as cidades, deve ser estudado em função de sua morfologia, revestimentos e características materiais, que interferem nas trocas de calor entre o espaço urbano e a atmosfera

¹³ Gothenburg: latitude = 57°42'N, longitude = 11°58'E e altitude = 20m.

3 A MORFOLOGIA URBANA

Neste capítulo, apresentamos os principais elementos morfológicos que constituem a forma urbana, como os edifícios, as ruas, os quarteirões e as praças, largos e outros espaços abertos no tecido urbano e as relações que eles podem assumir. Apresenta-se uma breve visão histórica da morfologia dos espaços urbanos nos séculos XIX e XX, de acordo com Panerai et al (2004) e Lamas (1992), sob o ponto de vista do desempenho térmico dos espaços públicos.

3.1 ELEMENTOS DA MORFOLOGIA URBANA

A morfologia urbana trata das formas dos aspectos exteriores do meio urbano – dos elementos morfológicos -, de suas relações recíprocas, da sua produção e transformações ao longo do tempo. De acordo com Lamas (1992, p.44), a forma urbana pode ser analisada sob os seguintes aspectos:

- a) aspectos quantitativos: são os que se referem a uma organização quantitativa, tais como densidades, superfícies, fluxos, coeficientes volumétricos, dimensões, perfis, etc;
- b) aspectos de organização funcional: relacionam-se com as atividades humanas e aos usos do espaço urbano, o residencial, o comercial, o industrial, o escolar, etc;
- c) aspectos qualitativos: referem-se ao conforto ambiental dos espaços; nos espaços urbanos se referem à adequação ao clima, à acessibilidade, ao estado de conservação;
- d) aspectos figurativos: relacionam-se com a comunicação estética do espaço urbano.

Esses quatro aspectos da forma urbana estão inter-relacionados, e uma análise mais aprofundada do espaço urbano não pode deixar de considerar todos eles. Entretanto, neste trabalho, investigam-se as relações existentes entre os aspectos quantitativos e os qualitativos, considerando que as condições microclimáticas geradas nos ambientes urbanos são decorrentes das características desses espaços.

O espaço urbano pode ser analisado por seus elementos morfológicos e pela maneira como esses se organizam e se estruturam no território, a partir de sua topografia e de outros aspectos da paisagem natural. O edifício é o elemento mínimo identificável na cidade e, a

partir do arranjo entre os edifícios, o espaço urbano é constituído, e são organizados os diferentes espaços urbanos: as ruas, as praças, os becos, as avenidas.

Devido às formas e funções dos edifícios, eles se agrupam de acordo com os diferentes tipos e estabelecem relações biunívocas com as formas urbanas. É a tipologia residencial edificada, como os quarteirões de Haussmann em Paris, dos bairros holandeses ou das cidades-jardim que vão originar as diferentes formas urbanas estudadas pela história.

A forma da edificação está relacionada diretamente com a forma do lote e com a superfície de solo que este ocupa. Desde as cidades mais antigas, a edificação urbana foi interdependente da divisão dos quarteirões em lotes, que separavam também o espaço público do privado. Na arquitetura moderna, o lote desaparece, no sentido em que o espaço urbano se torna público, e o edifício não ocupa o lote, mas é apoiado em pilotis, liberando todo o lote para o público.

Os quarteirões podem ser também uma parte mínima identificável da forma urbana, sendo considerado um elemento morfológico que dá origem à estrutura urbana. A divisão do território em quarteirões é um processo geométrico elementar, utilizado desde a formação das primeiras cidades. O quarteirão é delimitado por três ou mais ruas e é subdivisível em parcelas para a construção dos edifícios. Na escala do bairro, o quarteirão é um elemento morfológico determinante da cidade tradicional, por ser o resultado das regras de ordenamento do espaço urbano e um instrumento operativo na produção da cidade.

A ocupação do espaço do quarteirão pelas edificações é regulamentada em função do uso do solo e das atividades permitidas na região, através das taxas de ocupação do solo¹⁴ e do índice de aproveitamento do terreno¹⁵. Determinam o percentual de áreas livres e edificadas em cada lote e no quarteirão, juntamente com os recuos e afastamentos obrigatórios. A altura permitida para as edificações e a sua uniformidade dentro do quarteirão estabelecem a rugosidade do local, que interfere no potencial de ventilação natural.

O quarteirão, como nos exemplos de Haussmann e de Cerdá, organiza as funções residenciais, comerciais, de serviços e de trabalho, em função do uso social do espaço público, a rua, do espaço semipúblico, no interior dos quarteirões, e privado, no interior das edificações. No movimento moderno, o quarteirão sofreu sucessivas transformações que

¹⁴ A taxa de ocupação do solo é a porcentagem da área do terreno ocupada pela projeção horizontal das edificações.

¹⁵ O índice de aproveitamento do terreno é o valor obtido pela divisão da área construída total pela área do terreno.

levaram ao seu abandono e produziram mudanças profundas na configuração da forma urbana.

Nas cidades tradicionais, as fachadas delimitam verticalmente o espaço urbano formando, junto com o solo, o recinto urbano. As fachadas desempenham importante função estética na composição dos espaços públicos, ao exprimirem as características da linguagem arquitetônica, do estilo e da expressão estética de uma época. No urbanismo moderno, com o edifício isolado no lote, a importância da fachada na morfologia urbana diminui, já que os outros lados do edifício também passam a ser vistos. Deixa de existir a fachada principal dando para a rua, e a orientação do edifício não é mais determinada pela orientação do lote.

As fachadas e as ruas delimitam o espaço do cânion urbano, caracterizado geometricamente pela relação entre a altura das edificações e a largura das ruas (H/W). Essa relação interfere na incidência da radiação solar no cânion e no desempenho térmico do ambiente. Os materiais de revestimento das superfícies das fachadas e do piso, a presença de água e de vegetação também são importantes no balanço da radiação dentro do cânion.

O traçado das ruas regula a disposição dos quarteirões e dos edifícios. É um dos elementos mais identificáveis na forma urbana, e reflete a relação entre o sítio e o espaço construído da cidade, cujo traçado tem importância direta no seu crescimento, ao regular os percursos e a movimentação das pessoas, dos veículos e dos bens. O gesto do traçado na criação das cidades tem um caráter de permanência, que resiste às transformações urbanas.

A praça é considerada um vazio dentro da cidade tradicional, como as ruas. É um lugar de permanência, de encontro, de práticas sociais e comunitárias. A praça, na cidade tradicional, é delimitada pelas fachadas dos edifícios que compõem os seus limites. Quando é delimitada pelas ruas, a praça perde um pouco do seu caráter de espaço fechado e melhor delimitado.

As praças, ruas e avenidas, quando bem arborizadas, são verdadeiros oásis nos centros urbanos, mitigando as condições de desconforto térmico e melhorando as condições ambientais urbanas em climas tropicais.

O espaço urbano pode ser analisado a partir desses elementos morfológicos, e as qualidades ambientais urbanas são determinadas pela forma como eles se relacionam, estruturando o tecido urbano. As relações entre os espaços cheios e vazios, os aspectos geométricos, os materiais de revestimento das superfícies desses elementos vão determinar o desempenho ambiental dos espaços urbanos e o conforto térmico dos indivíduos na cidade.

3.2 A MORFOLOGIA URBANA NOS SÉCULOS XIX E XX

Ao longo da história, as cidades assumiram diversas formas, que revelam a organização social, econômica, política e cultural da sociedade. As cidades contemporâneas tiveram seu crescimento acelerado após a Revolução Industrial, quando novos padrões de desenho urbano foram propostos para solucionar os problemas originados pelo aumento populacional e pela incorporação de atividades nas cidades.

A seguir, são analisados alguns modelos de ocupação dos quarteirões pela tipologia residencial, que caracterizaram as cidades a partir do século XIX, para entender as relações entre os elementos morfológicos que determinam o desempenho ambiental dos espaços urbanos.

Hausmann realizou profundas mudanças em Paris, que deram a ela o aspecto que ainda hoje tem, implantando um modelo espacial imposto pela burguesia e fazendo correções na estrutura urbana como um todo, abrindo espaços e trazendo luz para os espaços urbanos.

A rede de novas vias abertas nesta época gerou quarteirões triangulares e retangulares, compactos e de profundidade reduzida. Os quarteirões eram construídos a partir da ocupação dos lotes, todos perpendiculares às vias e com a mesma proporção, com exceção dos de esquina.

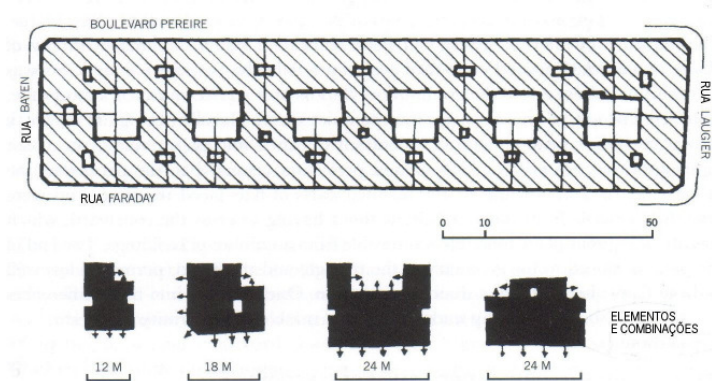


Figura 7 – Paris: quarteirão típico retangular, com pátios internos e poços de iluminação; abaixo, modelos de edifícios em L, T ou U que constituíam o quarteirão. Fonte: Panerai et al (2004, p.23)

O quarteirão tornava-se um único bloco construído, com fachadas regulares e uniformes, de 6 a 7 pavimentos. A morfologia do quarteirão mostrava um perímetro contínuo,

formado pelas fachadas que delimitavam as ruas. No interior dos quarteirões, pátios internos serviam a três ou quatro lotes e cada dois lotes eram servidos por um poço de iluminação e ventilação (figura 7).

As ruas eram bem delimitadas pelos quarteirões, formando um cânion urbano com 20 metros ou mais de altura. Dependendo da orientação e da largura das ruas, estas eram sombreadas e canalizavam os ventos, visto que o fator de visão do céu também era pequeno, principalmente com a presença de árvores nas ruas. A relação H/W era, nas ruas mais estreitas, maior ou igual a 1,0, mas, nas grandes avenidas, tal relação era menor que 1,0, garantindo a insolação e ventilação dos espaços urbanos e das edificações.

Os pátios internos no interior dos quarteirões permitiam a insolação e a ventilação cruzada dos ambientes internos, porém, nos pavimentos inferiores, os raios solares não chegavam a penetrar, em função das dimensões dos pátios em relação a sua altura. A densidade construída era elevada, considerando-se que as edificações, com exceção dos pátios internos, ocupavam praticamente todo o lote e tinham entre 6 a 7 pavimentos.

No final do século XIX, Ebenezer Howard expôs sua idéia de cidade-jardim como uma solução para o crescimento das grandes cidades, como Londres. As cidades-jardim eram pequenas cidades auto-suficientes, com cerca de 35 mil habitantes, que traziam a natureza de volta para o espaço urbano. Essas idéias foram materializadas em Letchworth, Hampstead e Welwyn.

Em Hampstead, a densidade média das áreas residenciais era de 20 habitações por hectare, as ruas tinham 13,2m de largura e as fachadas distantes pelo menos 16,50m uma das outras; os lotes eram separados por cercas vivas ou árvores, as ruas arborizadas e os bosques e parques eram públicos.

O quarteirão típico era organizado em cul-de-sac, em formato de T ou em torno de praça retangular aberta para a via principal. Esta organização modifica a relação entre o público e o privado, e a rua restringe-se à função de circulação, dando acesso aos fundos das habitações. As frentes das casas ficam voltadas para trás, dando para jardim privado. A rua não é mais delimitada pelas fachadas das habitações, como pode ser visto na figura 8.

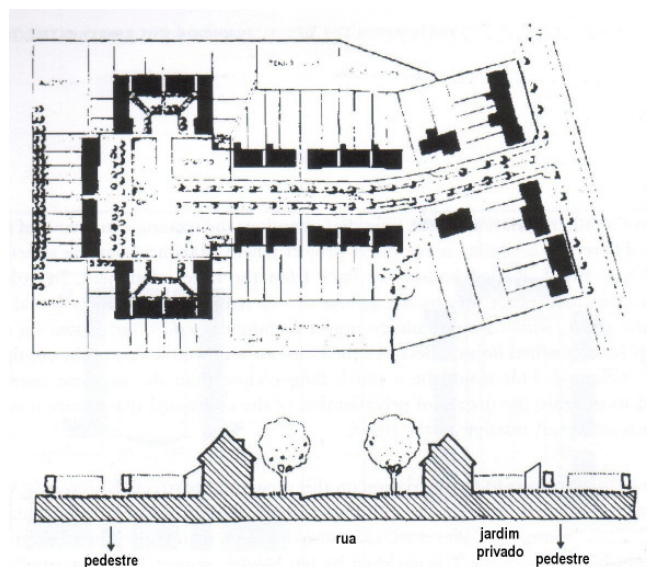


Figura 8 – Hamstead: quarteirão em cul-de-sac em T e corte esquemático das ruas
 Fonte: Panerai et al (2004, p.44).

Nas cidades-jardim as residências, de no máximo dois pavimentos, eram afastadas umas das outras, e as ruas largas (a relação H/W era igual ou menor que 0,5), o que permitia a plena insolação e ventilação das áreas abertas. A vegetação era um elemento de sombreamento das vias. A edificação tinha, pelo menos, duas fachadas expostas à radiação solar, que permitiam a insolação e ventilação dos ambientes internos.

A expansão da área habitacional em Amsterdã, no começo do século XX, serviu de palco para a implantação de um novo modelo de quarteirão, a partir do plano de Berlage para a cidade. Com a participação de vários arquitetos no projeto, a organização do tecido urbano foi baseada no conceito do quarteirão, que era formado por um perímetro contínuo de edifícios que circulavam uma área retangular, interna do quarteirão, com uso privado dos moradores. Estas áreas tinham de 40 a 45 m ou até 60m de largura, com altura de 3 a 4 pavimentos e relação H/W entre 0,4 e 0,2. Eram bem ensolaradas, com fator de céu visível maior, e podiam ser áreas protegidas dos ventos frios, criando espaços propícios ao lazer e convívio dos moradores do quarteirão

A figura 9 mostra a evolução da área interna dos quarteirões, inicialmente subdividida em pequenos jardins privativos atrás das unidades, depois um pátio interno privativo dos moradores, para onde eram abertos pequenos balcões e varandas e, por fim, um espaço aberto para a rua em um dos limites do quarteirão. As fachadas externas serviam de limites para as vias públicas.

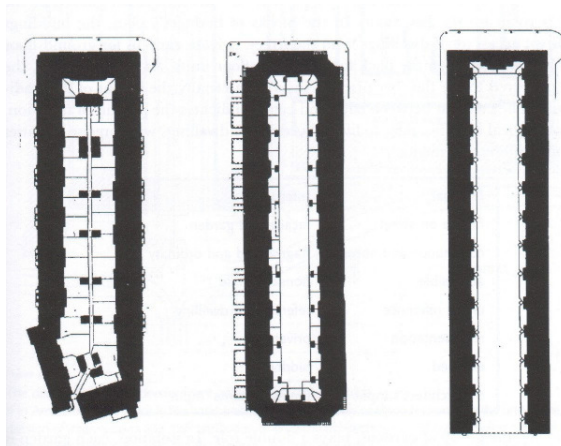


Figura 9 – Amsterdã: variações da área interna do quarteirão. Fonte: Panerai et al (2004, p.83).

O uso do espaço interno do quarteirão como área livre, verde ou com equipamentos é também utilizado nas propostas de Ernest May (1925) para Frankfurt e de Karl Elm em Viena (1927), em conjuntos de habitações sociais – as Hoff - com apropriação coletiva do solo e eliminação do loteamento. Nas Hoff, a repetição dos quarteirões como elemento morfológico não é mais utilizada, empregando-se uma unidade volumétrica independente. (figura 10).

Os pátios internos neste caso, como no exemplo em Amsterdã, tinham dimensões maiores, que permitiam a insolação e ventilação cruzada das edificações, além de serem áreas verdes de convivência.

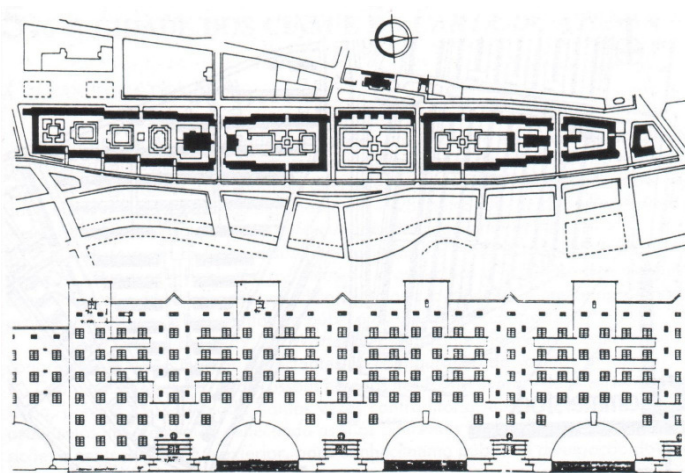


Figura 10 – Viena: planta e vista do conjunto Harl Marx Hoff. Fonte: Lamas (1992, p.335)

A mudança mais radical no quarteirão, no entanto, foi proposta por Le Corbusier na Unidade de Habitação em Marselha (foto 1), onde o quarteirão é um bloco vertical, um edifício sem nenhum vínculo com o lugar, apoiado em pilotis e desvinculado do solo. É a negação da cidade tradicional, por perder qualquer vínculo com a continuidade e proximidade espacial, de acordo com Panerai et al (2004).



Foto 1 – Unidade de habitação de Marselha. Fonte: Panerai et al (2004, p.115).

Le Corbusier abandona o modelo da rua corredor, um espaço delimitado pelas fachadas das edificações, e propõe o edifício solto no terreno, com o objetivo de liberar o solo para a circulação e áreas verdes. Com isto extingue com o modelo tradicional de cidade, como se conhecia até então.

O edifício isolado no centro do terreno, como na unidade de habitação de Marselha, deixa as áreas urbanas bastante expostas à radiação solar e aos ventos, por desaparecer a rua-corredor e a caixa da rua ser muito mais aberta, aumentando também o fator de céu visível. Nos climas frios, os ventos podem tornar o ambiente mais desconfortável e nos climas quentes, sem presença de vegetação; a excessiva radiação solar torna os espaços urbanos extremamente desconfortáveis.

As idéias de Le Corbusier tiveram forte repercussão nas propostas para a habitação social no Brasil, a partir da década de 1940. Sua influência pode ser detectada nas diretrizes de projeto para os conjuntos habitacionais, nas novas tipologias como os blocos multifamiliares ou unidades de habitação e nas propostas de cidade-jardim. De acordo com Bonduki (1998, p.144), a “influência da arquitetura moderna nas origens da habitação social

no Brasil foi muito importante, contribuindo para a renovação das tipologias de projeto, processo construtivo, implantação urbanística, programas habitacionais e modos de morar”.

Os primeiros conjuntos habitacionais verticais construídos no Brasil, por iniciativa dos Institutos de Aposentadoria e Pensões (IAPs), a partir da década de 1940, tinham como principais características, com influência no desempenho térmico das áreas externas, (1) a edificação dos conjuntos isolados do traçado urbano existente, (2) a construção em blocos laminares, (3) a limitação da altura dos blocos e (4) o uso de pilotis (BONDUKI, 1998, p.150). Era marcante também a valorização das áreas públicas, o tratamento das áreas externas com o uso intenso de vegetação, o respeito ao meio físico, com vias sinuosas quando se fazia necessário e a existência de equipamentos sociais como escola, posto de saúde, lavanderia, entre outros.

Entre os principais conjuntos habitacionais dessa época, podemos citar o Conjunto Residencial da Baixada do Carmo do Arq. Attilio Corrêa Lima, o Conjunto Residencial da Mooca do Arq. Paulo Antunes Ribeiro e o Conjunto Residencial Vila Guiomar, do Arq. Carlos Frederico Ferreira (foto 2), todos em São Paulo. Os Conjuntos Residenciais do Pedregulho e da Gávea, no Rio de Janeiro, projetados pela equipe do Arq. Affonso Reidy, da década de 1950, são os mais destacados pela história da arquitetura no Brasil, embora não tenham sido os primeiros a ter as características citadas anteriormente.



Foto 2 - Conjunto Residencial Vila Guiomar, em Santo André, SP. Fonte: Bonduki (1998, p.190)

Esta breve visão da história dos bairros habitacionais demonstra que a cidade é produzida a partir de elementos morfológicos característicos que, por serem repetidos na cidade, acabam caracterizando o espaço urbano. As mudanças urbanísticas verificadas ao

longo dos séculos XIX e XX, principalmente nas cidades européias, foram melhorando aos poucos as relações entre a largura das ruas e a alturas das edificações, buscando soluções nas quais as edificações pudessem receber mais radiação solar, ventilação e iluminação naturais. As habitações passaram a ter a vegetação e as árvores mais próximas, começando com os pátios internos, as cidades-jardim, até o edifício isolado no terreno, cercado pelo verde.

As diversas relações encontradas entre as ruas e os quarteirões mostram diferentes relações da geometria urbana, dependendo da posição do edifício no lote, que produzem recintos urbanos com diferentes configurações e desempenho ambiental distintos.

Os conjuntos habitacionais verticais, implantados no Brasil a partir da década de 1940, também passaram a fazer parte do tecido urbano das cidades, como unidades autônomas e, às vezes, segregadas da malha urbana do entorno. A implantação moderna, em blocos dispostos no interior de uma grande área verde pública, gerando um microclima diferenciado, era uma característica comum a todos.

4 ESTUDOS PRECEDENTES - METODOLOGIAS PARA ANÁLISE BIOCLIMÁTICA DOS ESPAÇOS URBANOS

Neste capítulo, fazemos uma revisão de diversos trabalhos que abordam as relações existentes entre os espaços urbanos e o clima, procurando estabelecer a influência dos parâmetros arquitetônicos e urbanísticos, verificar as condições microclimáticas e de conforto bioclimático desses espaços e determinar as situações ótimas, para cada tipo de clima, que permitam o usufruto das praças, dos parques, das vias e das calçadas pela população. Entre os autores apresentados, destacamos Katzschner (1997), Leveratto (1999), Boussoualim & Legendre (1999), Duate & Maitelli (1999), Fontes & Delbin (2001), Castelo Branco (2001), Costa & Araújo (2003), Pinho, Pedro & Coelho (2003), Gonçalves et al (2004), Gasperini Jr. et al (2004), Silva & Corbella (2004), Costa, A.D.L. et al (2006) e Torres et al (2006).

Estes trabalhos partem do princípio que o microclima urbano é determinado pela interação entre as características climáticas da região e as alterações promovidas pelos indivíduos no meio ambiente, na criação dos espaços urbanos e construídos. Dos fatores que geram o microclima urbano, podemos citar, entre outros, a presença de vegetação, as edificações, o tipo de revestimento do solo e a presença de obstáculos naturais ou artificiais, que alteram a absorção da radiação solar e a circulação dos ventos. Dessa forma, os elementos climáticos nas áreas urbanas são modificados em relação aos das áreas rurais próximas, em termos de temperatura do ar, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos.

Katzschner (1997) apresenta um método para avaliar as condições do clima urbano utilizando uma descrição qualitativa e um sistema de classificação baseado em modelos térmicos e dinâmicos do clima urbano. As áreas urbanas podem ser analisadas sob o aspecto da poluição do ar, tendo como objetivo a ventilação nas áreas urbanas e em relação ao aspecto térmico, para caracterizar a ilha de calor urbana. O método parte da análise geográfica da área urbana, através do mapeamento dos tipos de uso do solo, das estruturas urbanas, das alturas dos edifícios, da vegetação e do sistema de drenagem. Em seguida, faz uma classificação do clima urbano em relação à ilha de calor e à ventilação, baseado no mapeamento e nos seguintes parâmetros: grau de impermeabilização do solo, altura dos edifícios, densidade construída e rugosidade. As diferentes áreas urbanas são classificadas em três categorias: as áreas que devem ser protegidas por razões climatológicas, as áreas importantes para o microclima urbano e as condições de conforto térmico e as com condições climáticas negativas.

Leveratto (1999) propõe um método para análise bioclimática dos espaços urbanos, visando verificar a influência das variáveis arquitetônicas na qualidade dos espaços. As variáveis analisadas são o tipo de superfície (albedo e admitância), a geometria do espaço (perfil urbano, fator de visão do céu) e a vegetação (coeficiente de sombra, forma, tipo), na medida em que cada uma delas permite o acesso ou protege quanto à radiação solar, protege ou permite a entrada dos ventos, facilita a perda de radiação para o céu, facilita o resfriamento evaporativo e determina a inércia térmica do espaço. A utilização deste método permite a elaboração de recomendações para melhorar a qualidade ambiental de espaços urbanos existentes ou a serem implantados.

A relação entre os usos dos espaços públicos e as condições microclimáticas foi estudada por Boussoualim & Legendre (1999), com o objetivo de fornecer dados para o projeto de espaços públicos que atendam às necessidades dos usuários. O método analisa três tipos de informações: a configuração espacial do espaço, as observações comportamentais dos usuários do espaço e as medições microclimáticas feitas no local, procurando estabelecer relações entre elas. Os elementos climáticos medidos foram a temperatura do ar, a umidade relativa, a velocidade do ar e a temperatura média radiante, utilizando-se um equipamento que permite a medição simultânea dos parâmetros climáticos. As sessões de coleta de informações foram feitas no meio de cada estação (verão, outono, inverno e primavera), nos finais de semana, em três períodos: pela manhã, entre 8:30 e 10:30, em torno do meio-dia, entre 12:30 e 14:30, e antes do entardecer, entre 16:00 e 18:00, no inverno e 18:00 e 20:00, no verão. O método permite examinar as relações entre o uso dos espaços públicos e as suas características microclimáticas.

A criação de microclimas na área urbana de Cuiabá - MT foi estudada por Duarte & Maitelli (1999), relacionando os diferentes padrões de ocupação e uso do solo e as variáveis climáticas medidas em cada sítio escolhido. Foram feitas as medições de temperatura e umidade relativa durante seis dias consecutivos na estação chuvosa (janeiro e fevereiro). Em um dia as medições foram feitas de hora em hora, no período entre 8:00 e 20:00, e nos outros dias em três horários, 8:00, 14:00 e 20:00 horas, que coincidem com as medições das estações meteorológicas de apoio. O trabalho demonstra que a ocupação inadequada é um dos fatores que contribuem para a geração de microclimas desconfortáveis na cidade. A alta densidade de ocupação e a excessiva pavimentação devem ser contrabalançadas com criação de áreas verdes e aumento da arborização urbana, para amenizar os efeitos negativos da urbanização.

Fontes & Delbin (2001) analisam dois espaços públicos abertos em Bauru – SP, com o objetivo de subsidiar intervenções que melhorem a sua qualidade climática. A metodologia utilizada, inicialmente, faz a caracterização do entorno do espaço em termos de uso e ocupação do solo, área construída, volume construído e densidade populacional. Em seguida, é feita a análise temporal do espaço, a partir do estudo dos climas local e regional, de acordo com dados da estação meteorológica no mesmo período da pesquisa de campo. Para análise do microclima, foi empregado o método das medidas móveis, com termômetro de bulbo seco e úmido e higrômetro de leitura direta. As medições foram feitas simultaneamente nos dois locais escolhidos, de hora em hora, das 7:00 às 18:00 horas, durante seis dias não consecutivos. A grande incidência de radiação solar em um dos espaços, menos arborizado, justifica a grande diferença de temperatura encontrada nos dois espaços que são bastante próximos.

Castelo Branco (2001) realizou estudo comparativo em duas áreas centrais de Teresina - PI, para pesquisar a relação entre o desenho urbano e a sua relação com o microclima. O trabalho é baseado na metodologia proposta por Katzschner. A escolha dos sítios urbanos deu-se em função dos atributos de implantação da malha urbana, de uso e ocupação do solo, topografia e diversidade do tipo de edificações. Em cada um foram feitas as medições de temperatura do ar, umidade relativa e velocidade e direção dos ventos em três pontos, em dois períodos do ano: março e outubro. O horário das medições foi o padrão da OMM – 9:00, 15:00 e 21:00 - acrescido de medições intercaladas a cada três horas, totalizando seis medições por dia, de domingo a quinta-feira.

As variações climáticas decorrentes da forma urbana foram estudadas em Natal – RN, correlacionando-as com as sensações térmicas dos usuários de espaços abertos. Costa & Araújo (2003) utilizaram metodologia proposta por Katzschner, que relaciona a topografia do local, as variáveis arquitetônicas, como altura dos edifícios e tipo de pavimentação, o uso do solo e a presença de áreas verdes com as variáveis climáticas. Em oito pontos escolhidos no bairro de Petrópolis, foram realizadas as medições de temperatura do ar, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos durante três períodos de quatro dias. Os dados coletados foram comparados com os medidos em duas estações meteorológicas de referência. O estudo demonstrou a necessidade de maiores cuidados no sentido de minimizar os efeitos da urbanização que já se fazem notar no local.

Pinho, Pedro & Coelho (2003) estudaram a influência do ambiente construído nas variações microclimáticas na cidade de Lisboa, com o objetivo de estabelecer diretrizes de

projeto visando à redução dos efeitos microclimáticos negativos e de promover o uso dos espaços abertos. O estudo relaciona os elementos urbanos do bairro (topografia e uso do solo) e do quarteirão (morfologia, edifícios, espaços abertos e vegetação) com os parâmetros climáticos medidos (temperatura do ar, temperatura das superfícies, umidade relativa, radiação solar, direção e velocidade dos ventos). O cruzamento dos dados climáticos com a caracterização ambiental e arquitetônica do sítio permite estabelecer diretrizes para a redução do impacto negativo da urbanização.

A análise da interdependência entre o ambiente construído e o clima urbano foi investigada em Lisboa por Gonçalves et al (2004), com o objetivo de analisar a influência das condições climáticas no conforto térmico e na utilização de energia dos edifícios, avaliar as condições microclimáticas e examinar a relação entre micro e macroclima, em termos dos aspectos morfológicos naturais e urbanos. Foram analisados alguns conjuntos urbanos construídos em Lisboa em relação à organização espacial, número de pisos, largura da rua ou espaçamento entre edifícios e índice de construção, para caracterização da malha urbana. Os resultados, aplicáveis no planejamento de novas áreas urbanas ou na reabilitação de áreas já existentes, foram sintetizados no software ACLURE.

A influência das condições físicas e termoacústicas no uso de espaço público em Bauru - SP foi analisada por Gasperini Jr. et al (2004). A metodologia utilizada no trabalho parte do reconhecimento da área e do levantamento do perfil dos usuários e, em seguida, faz a coleta de informações climáticas baseada no método usado por Forwood et al. Utiliza o método de medições móveis para o registro da temperatura do ar, umidade relativa e velocidade dos ventos. As medições foram feitas no verão, durante uma semana, nos horários de 9:00, 15:00 e 21:00 horas, em três pontos distintos, com medidas simultâneas. O trabalho demonstrou a estreita relação entre as características físicas do espaço, que geram microclimas diferentes, e o uso que a população faz das diversas áreas do parque.

Silva & Corbella (2004) utilizam método teórico-experimental na formulação de critérios de aquisição e análise de indicadores microclimáticos e sensoriais, visando à avaliação do conforto térmico em espaços urbanos abertos. Medições *in loco* foram feitas com um Carro Medidor Microclimático, dotado de equipamentos para medir a temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar, temperaturas de superfícies, radiação solar e iluminância, em 7 pontos do bairro de Copacabana (Rio de Janeiro), de maneira que este percurso era feito em, aproximadamente, uma hora e meia. Num mesmo dia eram feitos três percursos: matinal (de aquecimento), ao meio-dia (de máximo aquecimento), e vespertino (desaquecimento). A

morfologia do bairro foi estudada em termos de relação altura prédios/largura vias, afastamento dos prédios, fator de visão do céu, materiais das superfícies, formas geométricas e orientações dos edifícios. A cada percurso, realizaram-se enquetes para ser avaliada a sensação térmica dos usuários dos espaços. Os dados climáticos, morfológicos e sensoriais foram cruzados para a avaliação do bairro.

A distribuição de variáveis climáticas medidas em pontos fixos, em Natal – RN, foi realizada por Costa et al (2006) com o objetivo de analisar o espaço urbano de uma cidade de clima quente e úmido e verificar a influência do uso do solo, características geométricas dos edifícios, propriedades dos materiais de construção, densidade construída e efeitos de parques e áreas verdes nos resultados obtidos. As variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade relativa, velocidade e direção dos ventos) foram medidas em 20 pontos diferentes da cidade, todos localizados em terrenos onde se localizam torres de telefonia celular. Os resultados indicam que os pontos localizados em áreas densamente construídas apresentaram médias da temperatura do ar mais elevadas que os pontos localizados próximos das áreas verdes.

Torres et al (2006) realizaram estudo em conjuntos habitacionais verticais, financiados pela Caixa Econômica Federal (PAR), em Maceió – AL, com o objetivo de avaliar a qualidade térmica das edificações e das áreas externas dos conjuntos. Efetuou-se uma análise comparativa dos três conjuntos através do monitoramento das variáveis ambientais dentro dos edifícios, das medições microclimáticas nos espaços externos aos edifícios, da simulação computacional para avaliar a ventilação nas áreas externas e da estimativa do nível de conforto térmico das unidades habitacionais avaliadas. A pesquisa demonstrou que a porosidade, a densidade construída, a tipologia do arranjo construtivo, a orientação e localização das aberturas e a permeabilidade do solo têm influência significativa nas condições de conforto térmico das áreas internas e externas dos conjuntos habitacionais estudados.

Todos esses trabalhos revelam a necessidade de estudos que relacionem o desempenho térmico dos espaços abertos na cidade com a morfologia urbana, para que a população possa usufruir desses espaços de maneira mais confortável. Torna-se evidente, nessa análise, que os diversos agenciamentos dos espaços urbanos geram microclimas favoráveis ou não ao uso, em função de suas características. Pode-se concluir que a morfologia urbana, os materiais de revestimento do solo, a vegetação, entre outros parâmetros, são determinantes da sustentabilidade urbana, na busca da qualidade de vida e da eficiência energética.

5 PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS PARA AVALIAÇÃO DE CONJUNTOS HABITACIONAIS

Este trabalho pretende construir um indicador de sustentabilidade urbana para avaliação de conjuntos habitacionais, sob o ponto de vista bioclimático. Para tanto, parte de parâmetros que possam estabelecer um indicador mais adequado para o tipo de clima da região.

Os indicadores bioclimáticos urbanos, como propostos por Romero et al (2004) e desenvolvidos nessa pesquisa, têm como principal objetivo garantir a sustentabilidade urbana, especialmente nos conjuntos habitacionais, e devem sintetizar as relações mais adequadas entre o ambiente construído e o clima do lugar.

Os parâmetros são considerados elementos cujas variações de valores modificam a solução de um problema sem alterar a sua natureza. Considerando-se que o projeto é uma das soluções possíveis para um problema de agenciamento do espaço para o uso humano, os parâmetros a serem estabelecidos neste trabalho têm como objetivo otimizar as propostas urbanísticas e arquitetônicas, visando a sua adequação ao lugar e ao clima da região.

O bioclimatismo aborda a questão dos espaços construídos de maneira global, procurando adequá-los ao lugar, e envolve não só os aspectos topográficos, climáticos, geográficos, materiais e técnicos, mas também considera a cultura, a história e as tradições da comunidade.

Os parâmetros bioclimáticos, portanto, são aqueles que podem estabelecer as relações ótimas entre as variáveis morfologias do espaço construído e as variáveis climáticas, na busca de ambientes externos e internos mais adequados à região climática e que possam garantir conforto ambiental utilizando principalmente os recursos naturais.

O processo de construção dos espaços urbanos, sob o enfoque bioclimático, envolve o conhecimento dos dados climáticos do local, da avaliação das necessidades humanas em relação ao conforto ambiental, das soluções tecnológicas que devem tirar partido das condições desejáveis e interceptar as indesejáveis, através do estudo do sítio, da orientação solar, do sombreamento, das formas dos edifícios, dos materiais de revestimento do solo, da ventilação natural, das relações entre as áreas abertas e das construídas.

De acordo com Oke (1987 e 2004), Monteiro (2003), Romero (2001 e 2004), Gonçalves et al (2004) e Grimmond (2007), podemos estabelecer os parâmetros bioclimáticos pesquisados neste trabalho, em virtude da sua importância no desempenho dos espaços urbanos.

Os parâmetros analisados na construção do indicador de sustentabilidade são de dois tipos: (1) os climáticos, que indicam o tipo de clima da região e o microclima urbano, representados pelos elementos climáticos, como a temperatura do ar, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos; e (2) os parâmetros do ambiente construído, que expressam as características morfológicas do espaço urbano em questão e agregam os principais parâmetros que interferem no desempenho ambiental dos espaços, considerando suas relações com o aporte das energias naturais, como a radiação solar e os ventos.

Neste trabalho adotamos as classificações de escalas propostas por Romero (2003) e Oke (2004), e a análise do espaço construído faz-se em duas escalas: a local, onde as características do bairro são analisadas, e a microescala do conjunto. Nesta escala são estudados os parâmetros do conjunto como um todo, os dos espaços abertos e dos edifícios. Os parâmetros dos espaços construídos a serem avaliados na pesquisa são apresentados a seguir.

5.1 A ESCALA LOCAL DO BAIRRO

Na escala do bairro, é importante considerar a topografia do terreno, por influenciar o direcionamento dos ventos e a insolação, além dos aspectos relacionados com a drenagem das águas. A topografia de um terreno é representada através de curvas de nível e é quantificada pela declividade, expressa em porcentagem. A declividade pode modificar as condições de ventilação de um local, e as declividades acentuadas, como nos morros e vales, geram ventos anabáticos e catabáticos, em função do maior aquecimento, durante o dia, das partes mais elevadas do terreno. A insolação de encostas depende da orientação delas, gerando situações opostas, principalmente em latitudes maiores que $23^{\circ}23'$.

Em relação à drenagem pluvial, Mascaró (2003) aponta as declividades entre 2 e 6% como as ideais sob o ponto de vista de custos de urbanização. O autor classifica as declividades, em termos de aproveitamento dos sítios em: a) $\leq 2\%$ - locais cuja utilização deve ser evitada, por apresentarem dificuldade de drenagem; b) entre 2 a 7% - locais planos e

ideais para qualquer uso; c) entre 8 a 15% - locais a serem utilizados com certas restrições; d) entre 16 a 30% - locais a serem evitados por precisarem de obras especiais para sua utilização; e) $\geq 30\%$ - locais em princípio inadequados para construções;

Lynch & Hack (1986) classificam as declividades em plana (0 a 4%), confortável (4 a 10%) e acentuada ($> 10\%$) e aponta como 2% a declividade mínima para as áreas construídas. Entretanto, outros autores, entre os quais Farah (2003), admitem como possíveis a ocupação de encostas com declividades de até 60%, mas são necessários cuidados especiais para a construção em terrenos de declividade tão acentuada. Neste trabalho, utilizaremos as declividades recomendadas por Mascaró (2003), por permitirem a ocupação do terreno sem que sejam necessárias as intervenções que alterem o sítio natural, ou interfiram na ventilação ou na insolação natural.

Na regulamentação urbanística utiliza-se também a noção de densidade¹⁶ construída, ou coeficiente de ocupação do solo, que representa a área construída máxima em função do tamanho do lote. Um coeficiente igual a 1,0 significa que é permitida uma edificação com área igual à do terreno, dividida em vários pavimentos.

De acordo com Duarte & Serra (2001), a densidade construída tem uma relação causal mais forte com os fenômenos relacionados com o aquecimento urbano, por relacionar a taxa de ocupação com o coeficiente de ocupação do solo. Revela o grau de impermeabilização do solo e a quantidade de solo natural substituído por materiais com albedo diferente do das áreas rurais, interferindo na absorção da radiação solar.

A taxa de ocupação do solo, por sua vez, indica a quantidade de espaços não edificados em uma área da cidade, tendo efeito indireto, de acordo com Moretti (1997), sobre as condições de insolação, ventilação e iluminação das edificações e dos espaços livres, as possibilidades de arborização dentro dos lotes e a redução do volume de escoamento das águas pluviais (com a manutenção de áreas livres não impermeabilizadas). O autor recomenda valores para taxa de ocupação na ordem de 50%, para conjuntos habitacionais de interesse social, que podem variar em função das condições climáticas, dos hábitos e do padrão de utilização de condicionamento artificial.

¹⁶ Densidade é a relação de um indicador estatístico, como a população, em relação a uma área de superfície do solo. É quantificada em termos de habitantes por hectare.

O coeficiente de aproveitamento limita a área que pode ser edificada em função do tamanho do lote, e é uma forma de se controlar indiretamente a densidade populacional e a demanda por infra-estrutura.

A análise do uso do solo permite avaliar a percentagem de áreas abertas, como as ruas, praças ou outros espaços abertos no interior do tecido urbano, que facilitam a ventilação e a insolação dos espaços.

5.2 A MICROESCALA DO CONJUNTO

Para efeito deste trabalho, a morfologia do conjunto é expressa através da relação entre a altura das edificações e a largura da rua (H/W), que configura o recinto urbano e condiciona a ventilação e o sombreamento das áreas abertas. A possibilidade de insolação/sombreamento das ruas e a facilidade ou não de perdas de calor nos cânions urbanos são também avaliadas pelo fator de visão do céu (ψ).

McCluskey (1985 apud ROMERO 2001, p. 91), discute os problemas tanto de prédios altos em ruas estreitas como o de prédios baixos em ruas largas, que causam a perda da sensação de reconhecimento da volumetria das edificações. De acordo com o autor, valores de $W \leq 1/2H$ geram espaços estreitos e claustrofóbicos; para um bom reconhecimento da volumetria, são recomendados valores $W = H$, $W = 2H$ ou $W = 3H$.

Para Lynch & Hack (1986), o ângulo de obstrução de uma janela não deve ser maior que 30° acima do horizonte e o espaçamento entre edifícios, maior que duas vezes a sua altura ($W \geq 2H$), considerando-se a necessidade de privacidade e preservação das vistas.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (1986) apresenta valores máximos do ângulo de obstrução das edificações habitacionais ou distância entre edificações vizinhas, visando garantir as condições adequadas de aclaramento nos ambientes internos, em função das características da abóbada celeste do lugar.

A ventilação nos conjuntos habitacionais é influenciada também pelo posicionamento relativo das edificações e os espaços livres entre as mesmas, ou seja, pelos valores entre a largura e altura das edificações (H/W), facilitando ou não a ventilação adequada dos espaços livres e dos ambientes internos, em função da permeabilidade do local.

Quando as construções são dispostas em fileiras, distantes entre si sete vezes a altura dos edifícios, a ventilação é satisfatória para todas as edificações, de acordo com Olgyay (1998). Entretanto, os edifícios dispostos em fileiras lineares ou dispostos a 45° (figura 11 - a, b, c) projetam uma sombra de vento sobre as fileiras seguintes, prejudicando a ventilação quando a distância entre eles é menor. Os edifícios dispostos de maneira desencontrada (figura 11 - d) permitem que a ventilação chegue de forma satisfatória nas fileiras de trás. Nos climas quentes e úmidos, onde a ventilação dos espaços abertos entre as edificações é necessária para melhorar as condições de conforto, o último modelo é melhor.

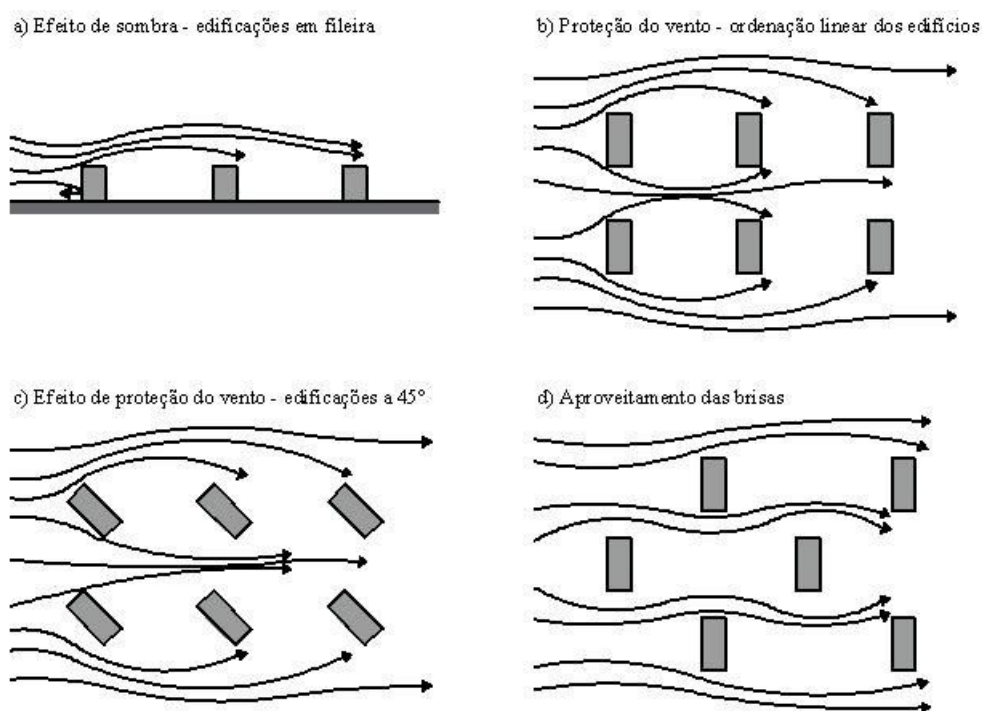


Figura 11 – Ventilação em conjuntos habitacionais. Adaptado de Olgyay (1998, p.101).

Em relação aos espaços abertos nos conjuntos, é importante analisar a sua geometria, a percentagem de áreas pavimentadas em relação às áreas verdes e os materiais empregados nas superfícies de revestimento do solo, em função da capacidade de absorção da radiação solar e de re-irradiação térmica, que contribuem para o aumento da temperatura do ar.

O coeficiente de reflexão das superfícies dos materiais de revestimento do solo determina a porcentagem da radiação solar que será refletida. A emissividade da superfície do material revela a capacidade de emissão de radiação de ondas longas do material.

A ventilação dos espaços abertos depende da orientação dos espaços em relação aos ventos dominantes. De acordo com Givoni (1992 apud BROWN & DEKAY 2004, p. 138), “para otimizar a possibilidade de ventilação cruzada e a movimentação do ar nas ruas, oriente as avenidas primárias com um ângulo de rotação de cerca de 20 a 30° em relação aos ventos predominantes de verão”.

O tipo de vegetação e a sua distribuição nas áreas abertas são importantes por permitirem o sombreamento, no caso de árvores ou arbustos, diminuir a temperatura do ar e aumentarem a umidade relativa e, no caso de grama, permitir a infiltração das águas de chuva contribuindo também para o aumento da umidade relativa, além de acumular menos calor.

O desempenho térmico de uma edificação pode ser avaliado em função da resposta do edifício quando submetido às condições normais de exposição e se esse comportamento satisfaz às exigências dos usuários ou não. É determinado pelo balanço das trocas térmicas entre o meio ambiente e o edifício, ou seja, da quantidade de calor recebida e perdida pela edificação. Essas trocas ocorrem em função da radiação solar incidente, do potencial de ventilação natural, da orientação solar e aos ventos, da forma da edificação, dos materiais de revestimento das paredes e cobertura, entre outras variáveis.

A forma da edificação, a orientação e a latitude determinam a quantidade de radiação recebida pela edificação. Mascaró & Mascaró (1992, p.41) estudam a relação entre essas variáveis em edifícios de 10 pavimentos e aponta a forma alongada (4:1) no eixo leste/oeste como a que recebe menos radiação solar, para as principais cidades brasileiras. A pior forma é a alongada (1:4) no eixo norte/sul. As formas mais compactas (1:1) não são adequadas aos climas tropicais.

Szokolay (2004, p.64) também discute a relação entre a área do envelope e o volume, uma vez que os ganhos e perdas de calor dependem desta relação. As plantas compactas seriam as mais eficientes somente no caso de climas muito severos (frios ou quentes); entretanto, nos outros casos, quando se procura evitar os ganhos de calor, a orientação solar também tem importância, e as fachadas norte e sul devem ser maiores que as leste e oeste, numa relação entre 1,3 a 2,0.

Panão, Gonçalves & Ferrão (2006) avaliam a absorptância¹⁷ e a emitância¹⁸ efetivas em três conjuntos de malhas urbanas e determinam soluções ótimas para a situação de verão (com menor absorptância) em Lisboa. Comparando-se os três tipos de malhas urbanas (figura 12), a solução que apresenta menor absorptância no verão é a rua com eixo leste-oeste, seguida dos blocos com seção retangular e orientação leste-oeste. A solução em blocos quadrangulares é a mais desfavorável. O aumento do número de pisos diminui a absorptância efetiva, até um dado limite, quando esse decréscimo deixa de ser significativo. A redução do espaçamento entre os blocos (W) também contribui para a redução da absorptância efetiva.

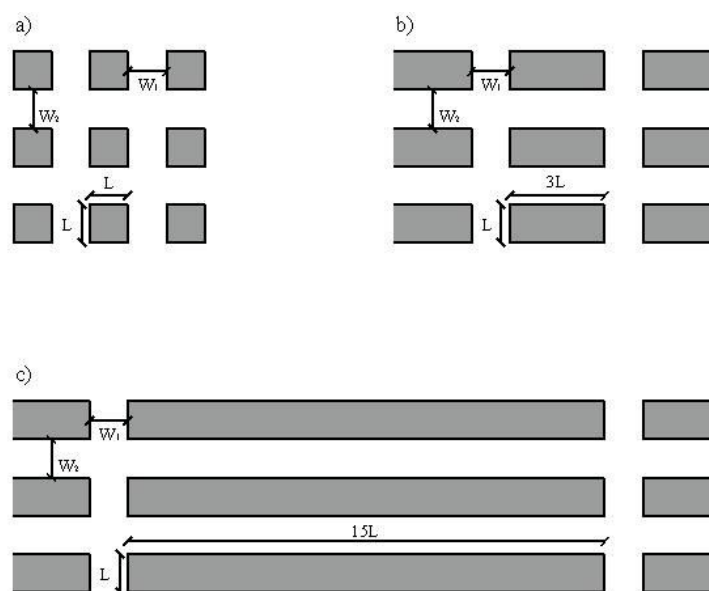


Figura 12 – Malhas urbanas: (a) blocos quadrangulares ($L = 1$), (b) blocos retangulares ($L = 3$) e (c) rua ($L = 15$). Adaptado de Panão, Gonçalves e Ferrão (2006, p.5).

O edifício controla as trocas entre o meio externo e o interno, e suas características determinam as condições ambientais dos espaços internos. Os materiais que constituem o edifício são determinantes das trocas térmicas entre o meio externo, em função das temperaturas externas e da radiação solar, e o meio interno, nos edifícios condicionados naturalmente. De acordo com Givoni (1997), três propriedades dos fechamentos controlam essas trocas: a resistência térmica das superfícies, a inércia térmica da construção e a absorção ou reflexão da radiação solar pelas superfícies externas da edificação.

¹⁷ Absortância de um edifício é a razão entre a radiação total absorvida por suas superfícies e a radiação total que incide no espaço urbano que esse ocupa.

¹⁸ Emitância de um edifício é a razão entre a radiação emitida pelas suas superfícies e a que emitiria se fosse substituído por uma superfície de área igual à da unidade urbana em questão, com temperatura equivalente.

Os materiais de revestimento e a orientação das fachadas têm influência no desempenho das áreas abertas dos conjuntos, por refletirem a radiação solar ou absorverem e re-irradiarem sob forma de radiação de ondas longas, contribuindo para o aquecimento dos espaços.

O quadro 8 apresenta o indicador de sustentabilidade urbana proposto neste trabalho para avaliar os conjuntos habitacionais, através dos parâmetros bioclimáticos. Esses parâmetros se referem (1) à escala local, onde as características do bairro onde o conjunto se localiza são analisadas e (2) à microescala, onde se analisa as características do conjunto, de suas áreas abertas e dos edifícios habitacionais. Os parâmetros utilizados para avaliação dos conjuntos foram selecionados entre aqueles que têm maior influência no microclima dos mesmos, de acordo com o referencial teórico apresentado.

Nesta pesquisa, o cruzamento dos parâmetros climáticos com os parâmetros bioclimáticos dos espaços construídos (quadro 8) permitiu estabelecer um indicador que pode avaliar o desempenho dos conjuntos habitacionais em função das características do clima da região.

INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE URBANA				
ESCALA	ESPAÇO	PARÂMETRO BIOCLIMÁTICO	UNIDADE	DESCRIÇÃO
LOCAL	BAIRRO	Topografia	%	Declividade
		Densidade construída (taxa de ocupação)	m ² /ha (%)	Quantidade de área construída por hectare
		Uso do solo	-	Residencial, comercial, industrial, etc.
		Cobertura do solo	-	Geral, ruas, vegetação, pavimentos, etc.
		Área impermeável	%	Ruas, calçadas
		Área permeável	%	vegetação ou solo nu
		Altitude média	m	Altitude média
		Zona climática urbana	-	Classificação de acordo com Oke
		Rugosidade	--	De acordo com Davempport
MICROESCALA	CONJUNTO	Densidade construída (taxa de ocupação) ^j	m ² /ha	Quantidade de área construída por hectare
		Área permeável	%	Gramma, solo nu
		Área de sombreamento	%	Árvores, abrigo para carro
		Altitude	m	Altitude média
		Rugosidade	-	De acordo com Davempport
	ÁREAS ABERTAS	Geometria do cânion	H/W	Relação altura x largura dos espaços
		Material de revestimento	%	Tipo do material
		Emissividade (ε)	-	Alta/baixa
		Albedo	-	Alto/baixo
		Orientação solar	-	Norte, sul, leste, oeste
		Orientação aos ventos	-	
	EDIFÍCIOS	Altura média	m	Altura
		Orientação solar	-	Norte, sul, leste, oeste
		Materiais e superfícies das fachadas (ρ)	-	Refletividade

Quadro 8 – Indicador de sustentabilidade ambiental - parâmetros morfológicos para análise dos conjuntos habitacionais

PARTE II

6 TERESINA: ASPECTOS CLIMÁTICOS E CONJUNTOS ANALISADOS
7 O MÉTODO APLICADO

6 TERESINA: ASPECTOS CLIMÁTICOS E CONJUNTOS ANALISADOS

Neste capítulo, inicialmente, apresenta-se a classificação do clima da região, de acordo com Köppen e Nimer. As Normais Climatológicas são analisadas para caracterizar o clima de Teresina. O comportamento de alguns elementos do clima ao longo do ano em que a pesquisa foi realizada é dado a conhecer, para a caracterização climática desse período.

Em seguida, são apresentados os conjuntos que fazem parte da amostra selecionada para esta pesquisa, suas localizações dentro da área urbana de Teresina e as principais características dos bairros onde se situam.

6.1 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA REGIÃO

A região enfocada neste trabalho faz parte do Nordeste do Brasil e engloba parte dos estados do Maranhão e do Piauí. De acordo com o zoneamento bioclimático brasileiro proposto pela NBR-15220 (ABNT, 2005), esta região corresponde aproximadamente à região bioclimática 07¹⁹. Como referência climática da região, escolhemos a cidade de Teresina – PI.

Teresina localiza-se às margens dos rios Parnaíba e Poti, na região do médio Parnaíba, com latitude de 05°05'21'' e longitude 42°48'07''W, com altitude média de 70m, mesmo distante cerca de 300 km do litoral. A cidade situa-se entre os dois citados rios, o Parnaíba e o Poti, em região morfo-estrutural classificada como vale pedimentado de fundo chato (FUNDAÇÃO CEPRO, 1990, p.4). Em relação às unidades morfoclimáticas, localiza-se em região de floresta decidual mista, de contato entre a floresta, o cerrado e a caatinga.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região em estudo é tropical megatérmico (Aw), com amplitude térmica anual menor que 5°C. Caracteriza-se por ser um clima tropical continental, com duas estações bem definidas: uma chuvosa, no 1º semestre (de janeiro a maio) e outra seca, no 2º semestre (de julho a novembro). Nimer (1989, p.356) caracteriza o clima da região como tropical equatorial, com domínio climático quente e semi-árido brando, em função do período seco com duração de seis meses.

¹⁹ Com exceção da área relativa ao semi-árido do Nordeste, classificada como Bsh por Köppen.

A região recebe forte radiação solar durante todo o ano, devido à proximidade do equador. A baixa altitude é outro fator que, associado à baixa latitude, faz com que sejam registradas altas temperaturas na região o ano todo. Por se localizar numa região entre os trópicos, o sol passa no zênite de cada local duas vezes por ano²⁰. De acordo com dados do RADIASOL (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2007), a radiação solar média diária incidente sobre um plano horizontal em Teresina (gráfico 2) é menor nos meses entre fevereiro e maio, e maior entre os meses de agosto a outubro, coincidindo com os meses nos quais ocorrem as maiores temperaturas médias diárias.

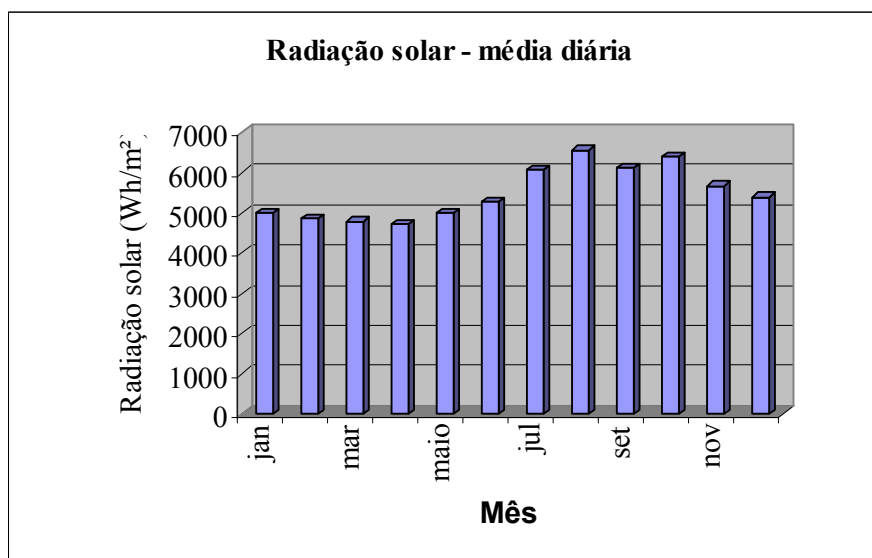


Gráfico 2 – Radiação solar média diária para Teresina em Wh/m² (Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2007).

As características do clima de uma região podem ser estudadas a partir das normais climatológicas, que reúnem dados de um período de vários anos. A análise do clima de Teresina foi feita de acordo com as Normais Climatológicas do período 1961 a 1990 (SILVEIRA, 1999), como exposto a seguir.

As temperaturas médias mensais são elevadas, com média anual de 27,8°C. A variação das temperaturas médias mensais durante o ano é inferior a 3°C. As temperaturas médias máximas mensais são altas, atingindo de 35 a 36°C nos meses de agosto a novembro, e nunca inferiores a 31°C, coincidindo com a passagem do sol no zênite do local em outubro. As temperaturas mínimas mensais ocorrem nos meses de junho, julho e agosto, variando em

²⁰ Em Teresina, de acordo com Baptista (1981, p.253), isso acontece a 03 de março e a 13 de outubro.

torno dos 21°C, quando o sol se encontra mais ao norte. Nos primeiros meses do ano, a abóbada celeste tem nebulosidade maior, devido ao período chuvoso, e a radiação solar que atinge o solo é menor, apesar de o sol estar no zênite novamente em março (gráfico 3).

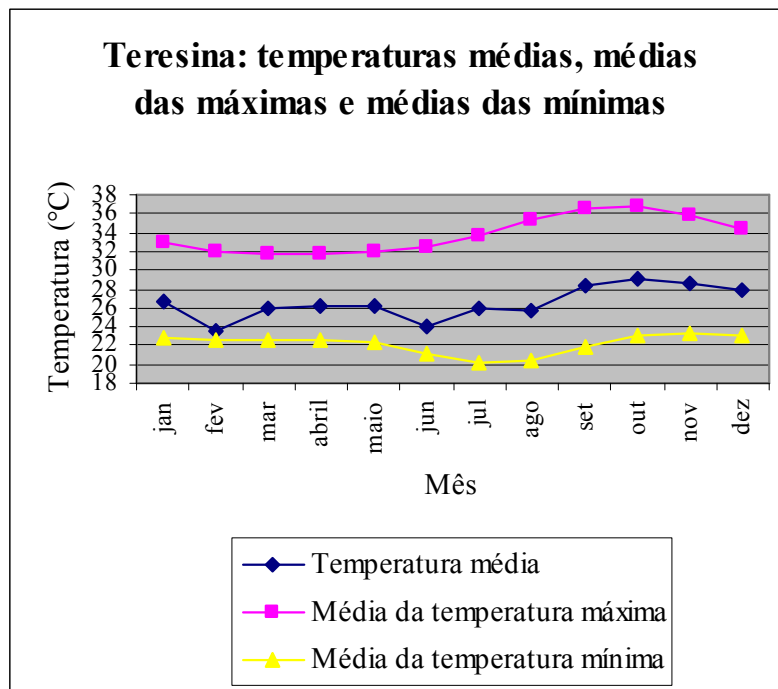


Gráfico3 – Teresina: temperaturas médias mensais, média das temperaturas máximas e média das temperaturas mínimas. Fonte: Silveira (1999).

A amplitude média anual é de 11,74°C; as médias mensais, nos meses de janeiro a maio, situam-se entre 9 e 10°C; entre julho e novembro, variam entre 14 e 15°C. O período com amplitudes térmicas menores coincide com o período chuvoso (1º semestre) e de temperaturas máximas menores. No período mais seco (2º semestre), com as temperaturas mais elevadas e mais baixas, as amplitudes diárias máximas podem atingir até 20°C.

As chuvas dividem o ano em dois períodos: o chuvoso e o seco. As precipitações anuais atingem, em média, 1328 mm, e estão concentradas nos meses de janeiro a maio. Nos meses de julho a outubro, as precipitações praticamente não ocorrem. A umidade relativa média anual é de 70%, chegando a 85%, em média, nos meses mais chuvosos e a uma média de 55% nos meses mais secos e quentes (gráfico 4).

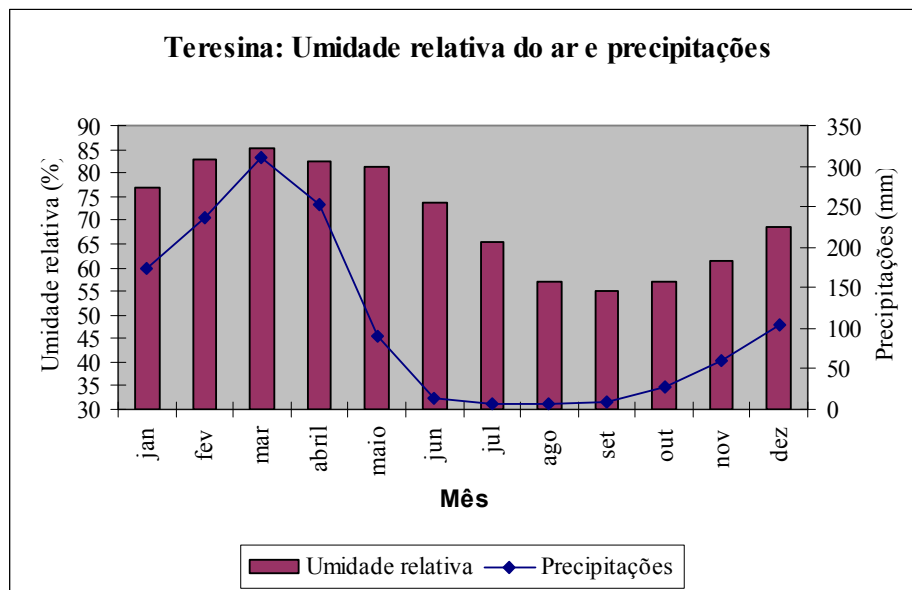


Gráfico 4 – Teresina: umidade relativa média do ar e precipitações. Fonte: Silveira (1999).

Os ventos são fracos, com velocidade média anual de 1,4 m/s e direção predominante sudeste. Nos meses de julho a outubro, a velocidade média mensal é um pouco mais elevada – 1,7 m/s, diminuindo para 1,2 m/s de janeiro a maio. Nota-se a elevada presença de calmarias, variando entre 40 e 60% ao ano.

Com o objetivo de mostrar como o ano de 2006 comporta-se em relação aos dados climáticos dos anos anteriores, apresentamos, sob forma de gráficos, os dados das Normais Climatológicas de Teresina do período de 1930 a 1960 (BRASIL, 1979), 1961 a 1990 (BRASIL, 1992), do período de 1977 a 1999 (SILVEIRA, 1999) e do ano de 2006 (INMET – Instituto Nacional de Meteorologia), da temperatura média do ar e da umidade relativa média, quando foram feitas as medições dos dados climáticos deste trabalho.

O gráfico 5 apresenta o comportamento da temperatura média do ar nos períodos acima mencionados. Os dados do ano de 2006 apresentam uma elevação nos valores da temperatura do ar em relação às demais séries, que pode ser resultante das mudanças climáticas mundiais e do processo de urbanização da cidade. As Normais Climatológicas de 1961 a 1990 mostram alguns valores discrepantes nos meses de fevereiro, junho e agosto, mas os dados estão de acordo com a fonte (BRASIL, 1992).

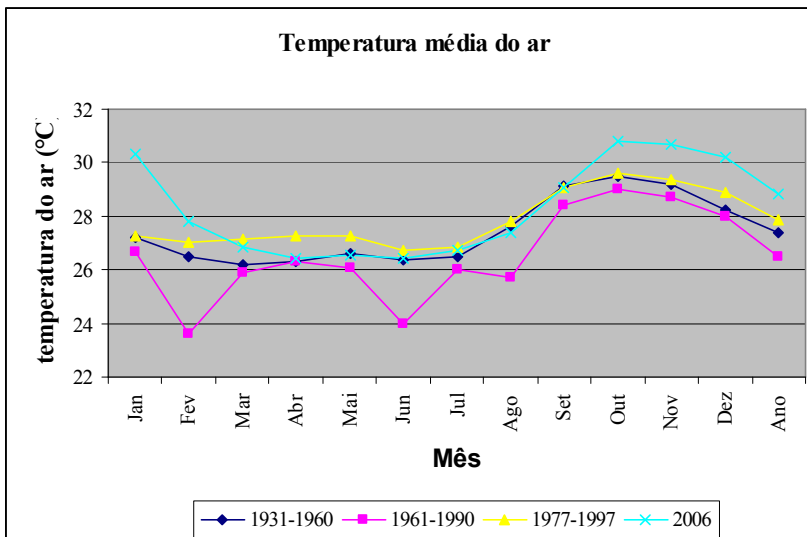


Gráfico 5 – Temperatura média do ar das normais climatológicas e ano 2006.

Em relação à umidade relativa média do ar (gráfico 6), o comportamento ao longo do ano de 2006 difere um pouco das normais, apresentando valores superiores nos meses de abril a setembro. Nos outros, os valores da umidade relativa são bastante próximos das normais climatológicas.

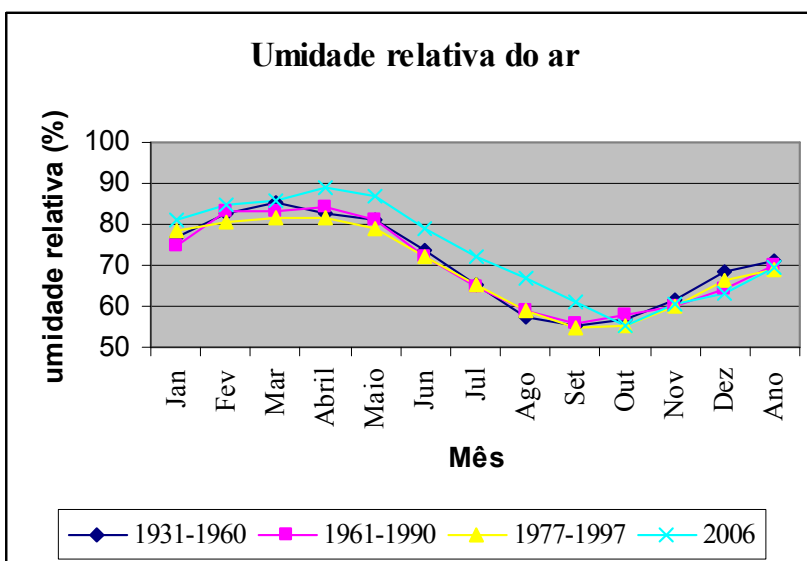


Gráfico 6 – Umidade relativa do ar das normais climatológicas e ano 2006.

Neste trabalho, medições foram feitas nos horários de 09:00, 15:00 e 21:00 horas, de acordo com recomendações da Organização Meteorológica Mundial. Esses três horários

possibilitam o entendimento dos elementos do clima de uma região ao longo do dia: pela manhã, quando a radiação solar começa a incidir sobre a superfície terrestre; à tarde, quando a temperatura do ar atinge seus valores máximos e a umidade relativa do ar é mais baixa; e no início da noite, quando não há mais radiação solar.

Os gráficos seguintes mostram como a temperatura do ar e a umidade relativa do ar, medidos na estação meteorológica do INMET, na EMBRAPA, comportaram-se em cada horário, ao longo do ano de 2006.

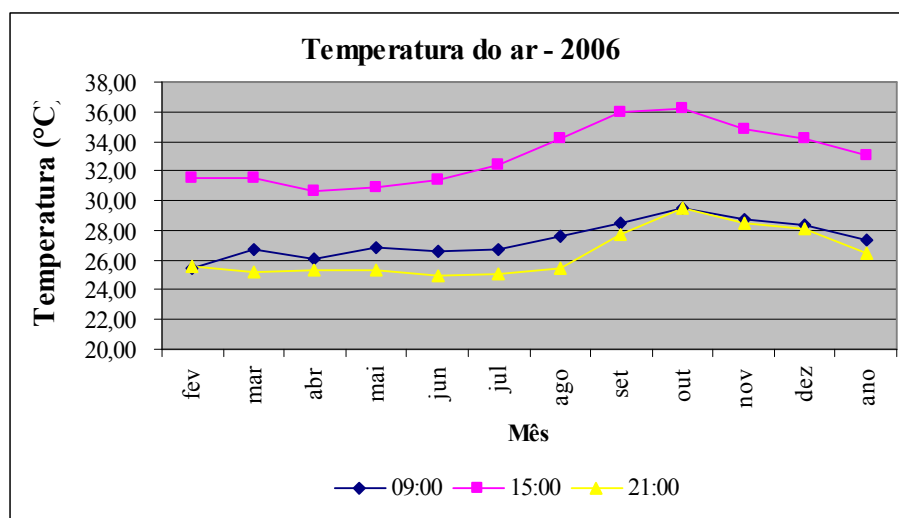


Gráfico 7 – Temperatura média do ar nos horários de 09:00, 15:00 e 21:00. Fonte: INMET, 2006.

Em relação á temperatura média do ar (gráfico 7), nota-se que no horário das 15:00 são registrados os maiores valores ao longo de todo o ano. Os valores registrados às 21:00 horas são mais baixos que no horário das 09:00, nos meses de março a setembro, e, nos outros meses, as médias da temperatura nos dois horários praticamente se igualam.

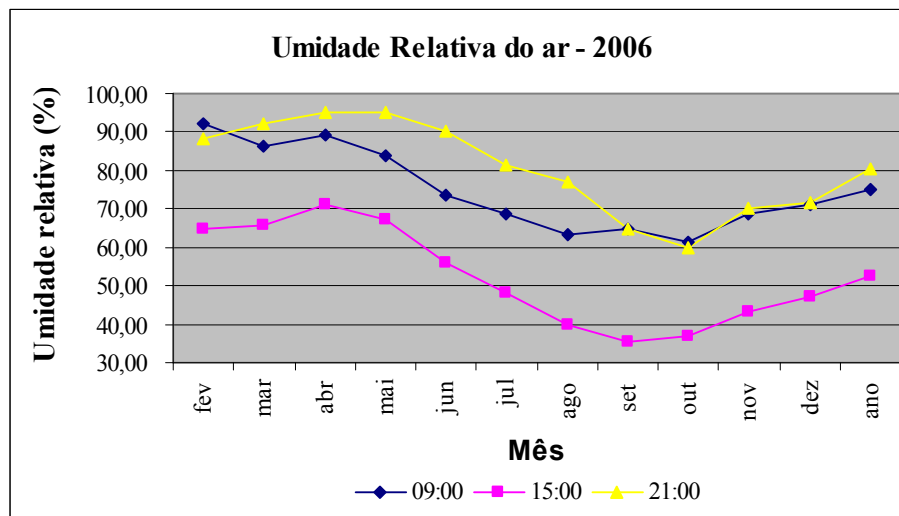


Gráfico 8 – Umidade relativa do ar nos horários de 09:00, 15:00 e 21:00. Fonte: INMET - 2006.

Os valores registrados da umidade relativa média no horário das 15:00 horas são as mais baixas, confirmando este horário como o mais quente e mais seco do dia durante todo o ano. A umidade relativa média é praticamente igual nos horários de 09:00 e 21:00 horas, nos meses de setembro a dezembro, período classificado como o quente e seco do ano (gráfico 8).

As medições dos elementos climáticos nesta pesquisa foram feitas nos dois períodos que caracterizam o clima da cidade: entre maio e junho (período quente e úmido) e entre novembro e dezembro (período quente e seco).

6.2 EXIGÊNCIAS DE CONFORTO PARA A REGIÃO

As exigências de conforto adequadas à região foram, inicialmente, determinadas a partir de análise feita por Silveira (1999) e também com o software Analysis Bio (UFSC, 2007).

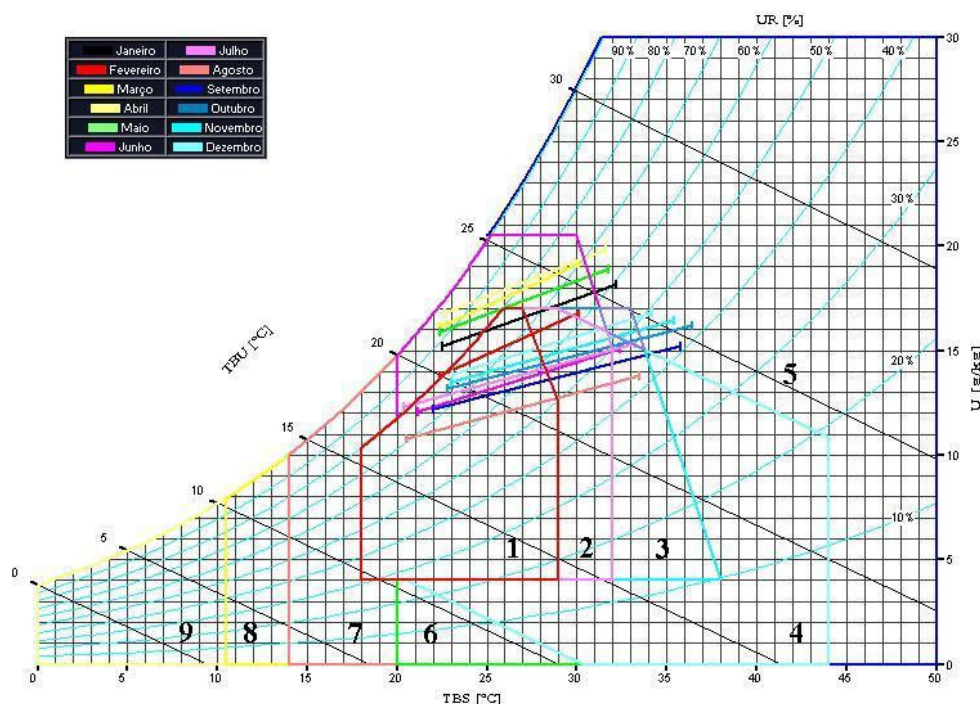
6.2.1 A Carta Bioclimática de Givoni

A Carta Bioclimática para Edifícios - BBCC (GIVONI, 1992) foi utilizada por Silveira (1999, p.84) para avaliação climática de Teresina, a partir de dados das Normais Climatológicas (1961 – 1990), com os valores mensais da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, de acordo com metodologia apresentada por Lamberts, Dutra & Pereira (1997,

p.144)²¹. A BBCC é baseada na temperatura interna dos edifícios e propõe limites de conforto para os ambientes internos e as estratégias bioclimáticas necessárias para se atingir o conforto.

De acordo com a autora, os resultados obtidos para Teresina indicam que o conforto térmico está presente em 24,4% das horas do ano. O desconforto térmico devido ao calor ocorre nas 75,6% das horas restantes. A ventilação é a estratégia mais recomendada para resolver os problemas de desconforto em 55% das horas, aliada a outras estratégias como o resfriamento evaporativo e a inércia térmica para resfriamento.

O software Analysis Bio (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2007) também foi utilizado para confirmar a avaliação do clima de Teresina. O Analysis Bio utiliza dados das Normais Climatológicas de cidades do Brasil e plota os dados sobre a Carta Bioclimática para Edifícios (GIVONI, 1992), adaptada para pessoas aclimatadas em países de clima quente e em desenvolvimento. A carta associa informações sobre “a zona de conforto térmico, o comportamento climático local e as estratégias de projeto indicadas para cada período do ano. As estratégias indicadas pela carta podem ser naturais (sistemas passivos) ou artificiais (sistemas ativos)”.



Legenda: (1) Zona de conforto; (2) Ventilação; (3) Massa térmica para resfriamento; (4) Resfriamento evaporativo; (5) Ar-condicionado; (6) Umidificação; (7) Massa térmica e aquecimento solar; (8) Aquecimento solar passivo; (9) Aquecimento artificial.

Figura 13 – Carta Bioclimática para Teresina. Fonte: Analysis Bio (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2007).

²¹ Na época do trabalho, o programa Analysis Bio não dispunha dos dados climáticos de Teresina.

Os dados climáticos de cada mês são plotados sobre a carta (figura 13) e a avaliação das estratégias também é feita mês a mês, em termos percentuais. As estratégias para que sejam obtidos ambientes confortáveis em Teresina (tabela 2) são a ventilação, o ar-condicionado, a ventilação associada à alta inércia térmica e ao resfriamento evaporativo e a alta inércia térmica associada ao resfriamento evaporativo. Os meses mais confortáveis (com maior percentual de horas confortáveis) do ano são fevereiro, junho, julho e agosto. A estratégia da ventilação é recomendada isoladamente nos meses de janeiro a maio e, associada a outras estratégias, em quase todos os outros meses.

MÊS	ESTRATÉGIAS				
	1	2	5	2, 3 e 4	3 e 4
JAN	29,11	28,43	13,83	9,59	-
FEV	65,78	8,13	-	23,10	-
MAR	-	100,0	-	-	-
ABRIL	-	85,25	14,76	-	-
MAIO	3,74	47,51	12,96	-	-
JUN	63,26	-	-	31,92	4,83
JUL	60,66	-	-	28,21	4,71
AGO	64,16	-	-	24,30	11,54
SET	47,22	-	14,99	25,25	11,98
OUT	39,70	-	21,73	26,93	4,50
NOV	40,86	-	17,12	29,44	1,01
DEZ	42,93	-	10,52	28,00	-

Legenda: (1) Zona de conforto; (2) Ventilação; (3) Massa térmica para resfriamento; (4) Resfriamento evaporativo; (5) Ar-condicionado.

Tabela 2 – Estratégias de conforto para Teresina (em porcentagem das horas do mês). Fonte: Analysis Bio (UFSC, 2007).

6.2.1 O conforto térmico nas áreas externas

Entretanto, para as áreas externas, como as áreas abertas dos conjuntos, as exigências de conforto são diferentes. Nas áreas externas, as variáveis climáticas de conforto, além da temperatura do ar, da umidade relativa e da ventilação, são também influenciadas para radiação solar e radiação térmica das superfícies.

Teresina apresenta clima misto: quente e úmido no primeiro semestre; quente e seco no segundo. Portanto, as necessidades humanas de conforto variam durante os dois semestres.

No período quente e úmido, a temperatura do ar é bem próxima à temperatura da pele. As perdas de calor por convecção, condução e radiação não são consideráveis, e a única forma de

perder calor para o ambiente é através da evaporação do suor. A ventilação dos espaços externos e internos é bastante necessária, para acelerar as trocas por evaporação do suor e o resfriamento das superfícies por convecção.

A diminuição da radiação solar também é necessária, para evitar o aumento da temperatura das superfícies e do corpo humano. O aumento da temperatura das superfícies devido à absorção da radiação direta ou refletida torna essas superfícies fontes mais intensas de radiação de ondas longas, contribuindo para a sensação de desconforto térmico.

A ventilação é desejada mesmo quando a temperatura do ar atinge valores acima da temperatura da pele²², quando “o aumento da velocidade do ar aumenta a sensação de calor, mas reduz a umidade da pele, podendo ser desejada”, de acordo com Givoni (1997, p.18).

Nos climas quentes e secos, a evaporação do suor é facilitada pelos baixos valores da umidade relativa do ar e o conforto diurno depende principalmente de se obter redução adequada da intensa radiação solar, do terreno e das edificações vizinhas. O resfriamento evaporativo é recomendado por melhorar as condições de conforto ao diminuir a temperatura do ar pela evaporação da água. A umidade relativa do ar pode ser aumentada com o uso de espelhos d'água, chafarizes ou outras fontes de água, bem como de vegetação abundante.

A Carta Bioclimática de Givoni aponta para a ventilação como a principal estratégia para se conseguir conforto nos ambientes em Teresina, devendo o fluxo de ar passar ao nível do corpo das pessoas. Para as áreas externas, essa estratégia também é recomendada, associada ao sombreamento dos espaços, para evitar o aquecimento das superfícies e das pessoas e a retirada da umidade no período quente e úmido.

Concluindo, podemos afirmar que o clima de Teresina não pode ser tratado de forma simplificada, considerando-o apenas quente e úmido ou quente e seco, pois, na verdade, possui algumas características dos dois tipos, que se verificam em períodos alternados do ano, exigindo soluções arquitetônicas que satisfaçam às exigências ao longo de todo o ano. Dessa forma, a ventilação natural e o sombreamento das áreas externas pela vegetação devem ser amplamente empregados, entre outras estratégias, para garantirem o conforto térmico.

²² A temperatura da pele varia entre 31 e 34°C.

6.3 OS CONJUNTOS ANALISADOS

A escolha dos conjuntos habitacionais multifamiliares como objeto desta pesquisa deu-se por se tratar de uma tipologia habitacional de grande uso na cidade de Teresina, a partir da década de 1980, além dos outros motivos apresentados anteriormente, na justificativa. De acordo com dados do IBGE, a população do município, em 1980, era de aproximadamente 370.000 habitantes e, em 2005, de 788.773 habitantes, constatando-se um aumento de mais de 100% em vinte e cinco anos. O censo IBGE (2000) aponta que cerca de 94,7% da população mora na zona urbana do município. É grande a procura por esse tipo de habitação, principalmente entre as classes de média e baixa renda, o que se comprova no grande número de conjuntos de edifícios habitacionais de até quatro pavimentos, sem elevadores, de menor custo, construídos pelas iniciativas privada, pública ou com financiamento através da Caixa Econômica Federal, pelo Programa de Arrendamento Residencial (PAR).

Conforme pesquisa realizada pela autora, existem em Teresina cerca de 80 conjuntos habitacionais verticais com edifícios de até quatro pavimentos, sem elevadores, distribuídos em quatro zonas da cidade. Localizam-se em maior número na zona sul (30 unidades) e na zona leste (31 unidades). A quantidade de habitações em cada um varia entre três edifícios com 12 unidades cada até grandes conjuntos, como o Conjunto Habitacional Morada Nova (1987), com 173 edifícios de 12 apartamentos cada. O mapa 2 apresenta a área ocupada por conjuntos habitacionais verticais em Teresina, até 2007.



Mapa 2 – Localização dos conjuntos habitacionais verticais em Teresina. Fonte: a autora, 2007.

6.3.1 Escolha e localização dos conjuntos

Os primeiros conjuntos habitacionais multifamiliares foram construídos no final da década de 1960 (Conjunto Jardim Teresina) e início da década de 1970 (Conjunto IAPEP Santa Luzia), em bairros próximos ao centro da cidade. A partir da década de 1980, quando começou uma grande expansão urbana em direção às zonas leste e sul da cidade, os conjuntos foram sendo construídos também em bairros mais afastados do centro, por ocuparem, em geral, grandes áreas e de custo não muito elevado.

A princípio, eram conjuntos mais compactos, com relação H/W alto, e integrados ao tecido urbano, por não ocuparem grandes terrenos e não serem murados (foto 3). A maioria era com três andares (térreo mais dois pavimentos), alguns possuíam pilotis, e os apartamentos tinham, em média, 100 m². A partir da década de 1990, os conjuntos passaram a ser fechados com muros e alguns ocupando grandes áreas, interferindo na continuidade visual e física da cidade. Hoje encontramos essa tipologia espalhada em todas as zonas da cidade.



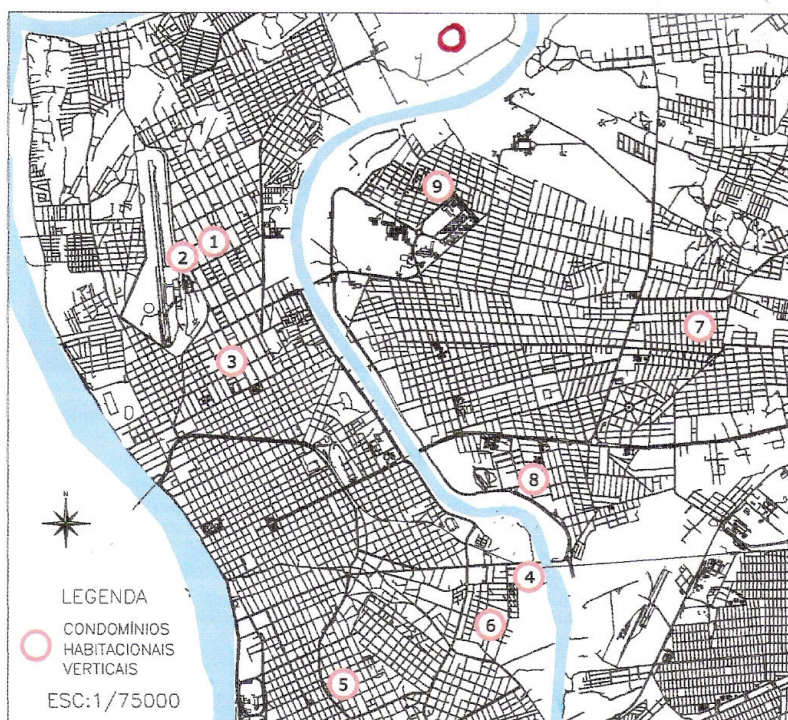
Foto 3 – Os primeiros conjuntos habitacionais multifamiliares em Teresina. (À esquerda, Conjunto Jardim Teresina e à direita Conjunto IAPEP Santa Luzia, 2007).

A amostra dos conjuntos desta pesquisa foi uma amostra de julgamento, não probabilística, em que os elementos foram selecionados tendo como base o julgamento da pesquisadora, procurando fazer com que a amostra fosse a mais representativa da população, para que se conseguisse manter a qualidade dos resultados.

Teresina divide-se em cinco grandes zonas, mas duas delas foram excluídas da amostra (zonas centro e sudeste), por não terem exemplares atendendo às especificações das unidades amostrais no período da pesquisa. Neste trabalho, considerou-se que o conjunto habitacional deveria ter área do terreno de, pelo menos, 0,50 hectare e possuir, no mínimo, seis blocos de apartamentos, para constituir uma amostra significativa.

Foram escolhidos nove conjuntos habitacionais, a partir de visitas a diversos bairros da cidade. A definição final deu-se em função das variáveis construtivas que se desejava investigar. Foram selecionados três conjuntos em cada região distinta da cidade (zonas norte, sul e leste), com certa homogeneidade construtiva, de uso e de ocupação do solo (mapa 3). Todos os conjuntos escolhidos possuem quatro pavimentos, com quatro apartamentos por andar, servidos por escada central. Nenhum deles possui elevador.

Com exceção do conjunto Jardim Jockey, todos os outros se situam em zona residencial classificada como R2, conforme a Lei de Ocupação do Solo, da Prefeitura Municipal de Teresina, em vigor no período da construção desses conjuntos. Para a referida zona, a lei estabelece uma taxa de ocupação máxima de 60% da área do terreno. O Jardim Jockey está localizado na zona residencial R3, com a mesma taxa de ocupação. A legislação vigente não estabelece taxa máxima de impermeabilização do terreno.



Legenda: 1-Barcelona; 2-Galiléia; 3-Marquês de Paranaguá; 4-Cristo Rei; 5-Hebron; 6-Monte Líbano; 7-Imperial Park; 8- Jardim Jockey; 9- Santa Mônica

Mapa 3 – Localização dos conjuntos pesquisados em Teresina (Fonte: TERESINA, 2007).

a) Os conjuntos da zona norte

A zona norte da cidade caracteriza-se por ser uma área com baixa densidade, de uso predominantemente residencial, com edifícios de, no máximo, quatro pavimentos. Nela localiza-se o aeroporto da cidade. Apresenta declividade suave, em direção ao oeste. Nesta zona foram selecionados três conjuntos: Barcelona, Galiléia e Marquês de Paranaguá (foto 4).

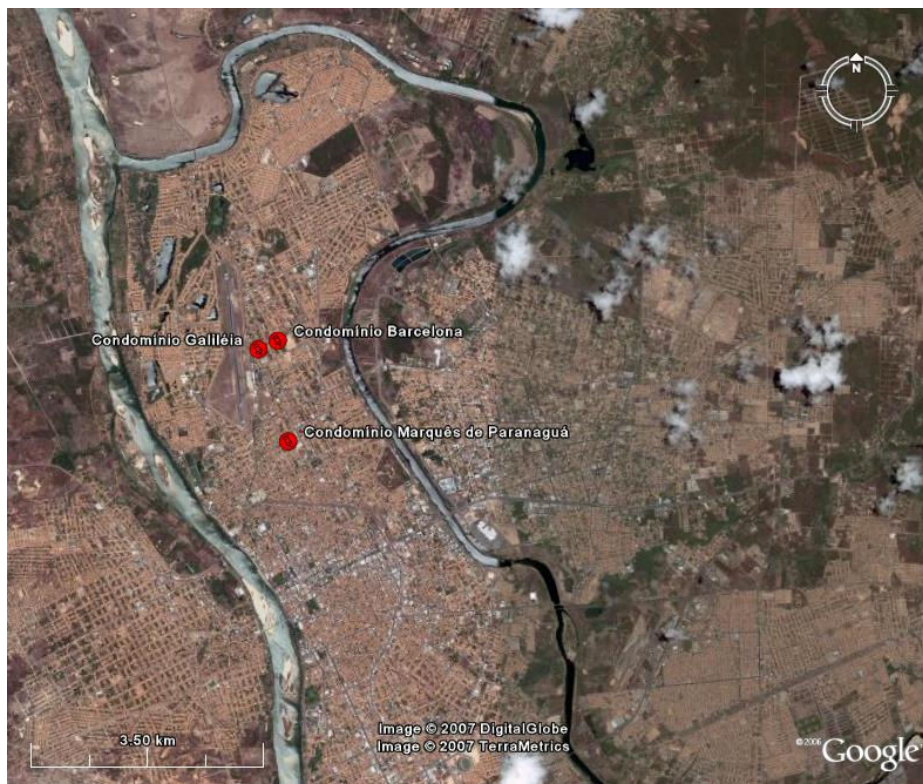


Foto 4 – Localização dos conjuntos da zona norte (Fonte: <http://earth.google.com>, acessado em 20 de setembro de 2006).

O Conjunto Barcelona foi construído pela iniciativa privada, com financiamento pelo PAR, tendo sido concluído em 2001. Possui 96 apartamentos com 49,41m² cada um, distribuídos em seis blocos. No seu entorno, localizam-se outros três conjuntos semelhantes. Praticamente, não possui árvores ou áreas verdes.

O Conjunto Galiléia, com cota média de 69,0m, encontra-se próximo ao aeroporto, em área de baixa densidade, de uso residencial e comercial. Tem 72 apartamentos com área de 110,51m² cada um, dispostos em seis blocos com quatro apartamentos por andar. Cada bloco possui três andares, mais área com pilotis que serve de garagem. Foi construído pela iniciativa privada, na década de 1990.

Conjunto Marquês de Paranaguá, concluído em 1996, foi obra da iniciativa privada. Contém 128 apartamentos com 71,86m² de área construída, distribuídos em oito blocos. Situa-se em área residencial de baixa densidade e, no seu entorno, encontram-se duas escolas que ocupam áreas grandes, com vegetação esparsa.

b) Os conjuntos da zona sul

A zona sul caracteriza-se como uma área com baixa densidade, tendo como usos predominantes o residencial e corredores comerciais nas principais avenidas. Os edifícios são de, no máximo, quatro pavimentos. A leste limita-se com o Rio Poti e possui grande extensão de áreas ainda não edificadas ao longo da margem esquerda do rio. Apresenta suave declividade em direção ao rio, em torno de 1,0%. Nessa zona estão localizados os conjuntos: Cristo Rei, Hebron e Monte Líbano (foto 5).

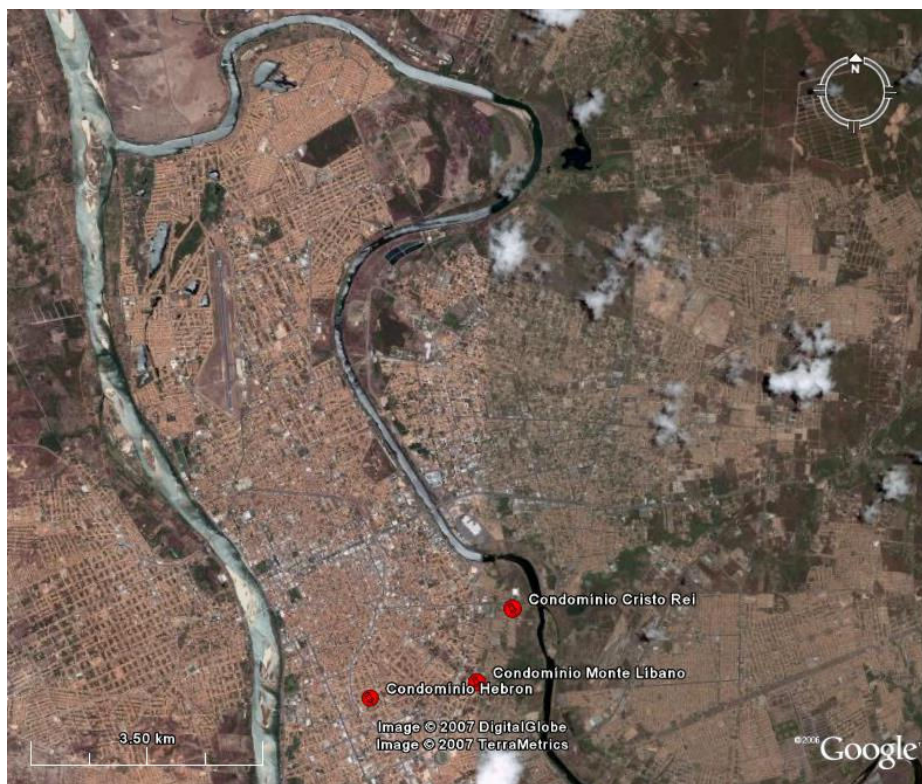


Foto 5 – Localização dos conjuntos da zona sul (Fonte: <http://earth.google.com>, acessado em 20 de setembro de 2006).

O Conjunto Cristo Rei localiza-se próximo ao Rio Poti, em área residencial de baixa densidade, tendo, a leste, uma área grande ainda não edificada, porém com pouca vegetação.

Possui 192 apartamentos com 75,50m² de área construída, dispostos em doze blocos. Foi concluído em 1991, construído pela iniciativa privada.

O Conjunto Hebron, construído em 1989 por iniciativa particular, está localizado na zona sul, com cota média de 86,0m. Conta 140 apartamentos, distribuídos em dez blocos com 04 pavimentos cada um. A metade do pavimento térreo é aberta, com pilotis, e utilizada como garagem. Os apartamentos têm 104,74m² de área construída cada um. O entorno caracteriza-se por ser de baixa densidade, bem arborizada e de uso predominantemente residencial.

O Conjunto Monte Líbano situa-se em área residencial, próximo a outro conjunto com características semelhantes e tem no seu entorno uma área grande ainda não edificada e alguns galpões comerciais. Possui 160 apartamentos com 42,60m², distribuídos em dez blocos. Sua conclusão ocorreu em 2005.

c) Os conjuntos da zona leste

A zona leste conta com uso diversificado, de comércio e serviços ao longo das principais avenidas e uso residencial nas quadras internas. É onde se localizam a Universidade Federal do Piauí e os dois maiores shoppings da cidade. Está situada na margem direita do Rio Poti e apresenta declividade suave em direção a ele. Nessa zona, estão situados os conjuntos: Imperial Park, Jardim Jockey e Santa Mônica (foto 6).

Construiu-se o Conjunto Imperial Park com financiamento da CEF, pelo programa PAR, ficando concluído em 2005. Possui 160 apartamentos com 42,18m², distribuídos em dez blocos. Localiza-se em área residencial, com casas unifamiliares e tendo ao lado outro conjunto igual.

O Conjunto Jardim Jockey também foi construído com financiamento da CEF, em 1990, em área residencial, com casas unifamiliares e edifícios multifamiliares com até doze pavimentos. Tem seis blocos com 72 apartamentos (101,17m²) no total. Possui pilotis, ocupado por garagens. Situa-se próximo ao Rio Poti, em região ainda não totalmente edificada, com grande presença de vegetação.

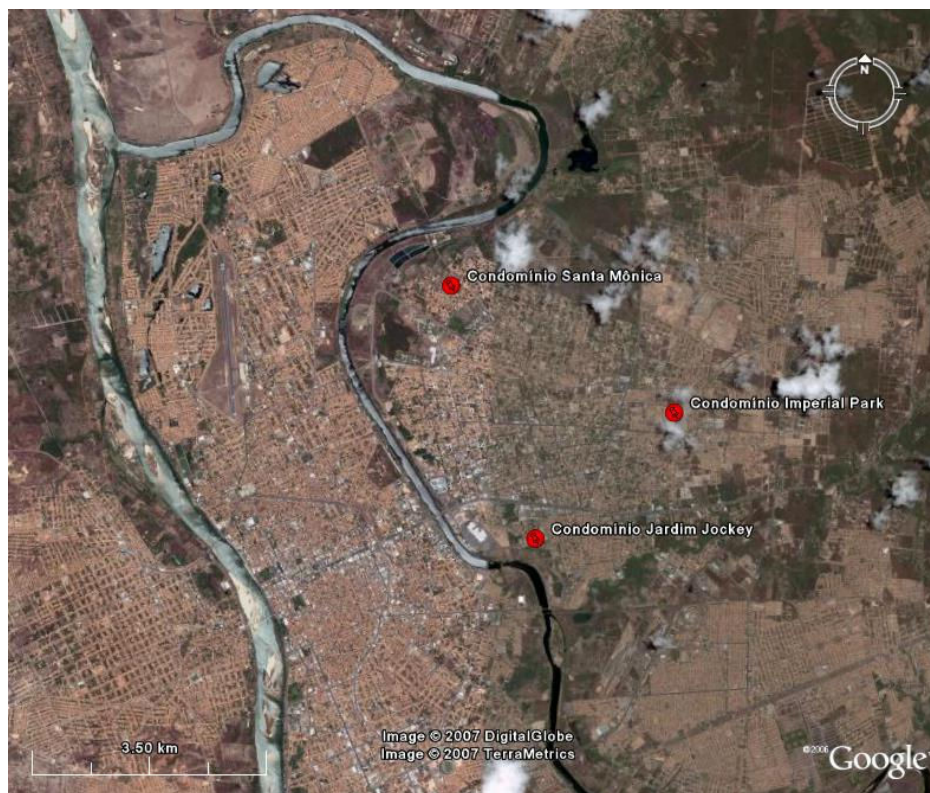


Foto 6 – Localização dos conjuntos da zona leste (Fonte: <http://earth.google.com>, acessado em 20 de setembro de 2006).

O Conjunto Santa Mônica foi construído pela iniciativa privada em 1990 e localiza-se próximo ao Rio Poti e à UFPI, com cota média de 68,0m. O terreno tem uma área de aproximadamente 3,0 ha, com 352 apartamentos distribuídos em vinte e dois blocos. Cada bloco tem quatro pavimentos e quatro apartamentos por andar, com 72,41m² de área construída cada um. O entorno caracteriza-se pela densidade baixa, topografia plana, uso do solo residencial, com habitações uni e multifamiliares. A oeste, existe outro conjunto com a mesma configuração e taxa de ocupação.

6.3.2 Caracterização do entorno dos conjuntos

Considerando que as características da vizinhança dos conjuntos também possuem influência no seu desempenho, estabeleceu-se como o entorno uma área de 500 x 500m, tendo como centro o centro do conjunto, de acordo com Grimond (2007a). Esta área foi dividida em

2500 quadrados de 10m de lado e sobreposta a imagem de satélite da área de cada conjunto (figura 15), para determinação dos seguintes parâmetros que caracterizam o entorno:

- taxa de ocupação: porcentagem da área construída (edificada) em relação à área total (250.000m²);
- área permeável: porcentagem da área não construída e não pavimentada em relação à área total;
- área pavimentada: porcentagem das áreas de ruas, calçadas e outras áreas impermeabilizadas em relação à área total;
- declividade: declividade média da área;
- altitude média da área (m).



Legenda: laranja – área ocupada pelas edificações; roxo – áreas pavimentadas de ruas, calçadas ou outras áreas pavimentadas; áreas restantes – áreas permeáveis

Figura 14 – Área de 500 x 500m no entorno do conjunto Barcelona

A figura 14 apresenta um exemplo da área de 500 x 500m no entorno do conjunto Barcelona, utilizada no cálculo dos parâmetros do entorno citados anteriormente (taxa de ocupação, área permeável e área pavimentada). O mesmo procedimento foi feito para os outros conjuntos (apêndice A). Os valores calculados para cada área do entorno dos conjuntos estão na tabela 3.

ZONA	Conjunto	Taxa de ocupação (%)	Área permeável (%)	Área pavimentada (%)	Declividade (%)	Altitude média (m)
NORTE	1- Barcelona	36,32	46,28	17,40	2,6	77
	2- Galiléia	37,70	47,24	15,04	2,6	69
	3-Marquês	37,96	44,32	17,72	1,6	81
SUL	4-Cristo Rei	19,44	70,16	10,40	3,2	73
	5-Hebron	41,96	37,40	20,64	1,8	86
	6-Monte Líbano	23,84	61,40	14,76	2,4	76
LESTE	7-Imperial Park	36,84	40,72	22,44	2,0	112
	8-jardim Jockey	22,24	65,28	12,48	1,4	67
	9-Santa Mônica	28,36	57,04	14,60	1,0	71

Tabela 3 – Variáveis morfológicas das áreas do entorno dos conjuntos

Os dados calculados foram classificados por faixas de valores, para facilitar a comparação entre as áreas do entorno de cada conjunto (quadro 9). Para efeito desta pesquisa, classificamos as taxas de ocupação, as áreas permeáveis e as áreas pavimentadas em pequena, média e grande.

De acordo com o levantamento realizado, e comparando-se as três zonas entre si, podemos afirmar que as áreas dos nove conjuntos não possuem diferenças significativas em relação à declividade e à porcentagem de área pavimentada. Quanto aos outros parâmetros, a análise por zona é mais significativa.

ZONAS	NORTE			SUL			LESTE				
	VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS									CONJUNTOS	
	CLASSE	VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Taxa de ocupação (%)	Pequena	< 30				X		X		X	X
	Média	30 a 50	X	X	X		X		X		
	Grande	> 50									
Área Permeável (%)	Pequena	< 30									
	Média	30 a 50	X	X	X		X		X		
	Grande	> 50				X		X		X	X
Área Pavimentada (%)	Pequena	< 30	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Média	30 a 50									
	Grande	> 50									
Declividade (%)	Pequena	< 3,0	X	X	X		X	X	X	X	X
	Média	3,0 a 5,0				X					
Altitude Média (m)		60 a 80	X	X		X		X			
		80 a 100			X		X			X	X
		> 100							X		

Legenda: (1) Barcelona; (2) Galiléia; (3) Marques de Paranaguá; (4) Cristo Rei; (5) Hebron; (6) Monte Líbano; (7) Imperial Park; (8) Jardim Jockey; (9) Santa Mônica.

Quadro 9 – Classificação das variáveis morfológicas das áreas do entorno dos conjuntos.

Em relação à zona norte, as três áreas são bastante semelhantes referindo-se a todos os parâmetros. Na zona sul, o Conjunto Hebron situa-se em área com maior taxa de ocupação e menor área permeável, e os conjuntos Cristo Rei e Monte Líbano têm o entorno com características mais semelhantes, em que se destaca o percentual de mais de 60% de área permeável. Na zona leste, os conjuntos Jardim Jockey e Santa Mônica são semelhantes em relação à taxa de ocupação e a porcentagem de área pavimentada. O Conjunto Imperial Park tem as maiores taxa de ocupação, área pavimentada e altitude.

6.3.3 Características dos conjuntos

Realizaram-se levantamentos dos conjuntos analisados nesta pesquisa, com início em visitas ao local, análise dos projetos arquitetônicos, fotos do local, levantamento da vegetação e dos materiais de revestimento do solo, que constituíram a base de dados sobre cada conjunto e que são apresentados a seguir.

A caracterização de cada um foi feita a partir da escala local, de inserção do conjunto no bairro, para a escala microclimática, com as características morfológicas dos espaços abertos e construídos.

Para cada conjunto elaboraram-se as plantas de situação e de locação com a distribuição dos materiais de revestimento do solo e da vegetação existente na época da pesquisa, dos pontos escolhidos para as medições, da locação dos edifícios e de outras áreas construídas, como guaritas e áreas de apoio.

Foi feito um levantamento fotográfico de alguns pontos em cada conjunto, bem como um estudo das sombras projetadas nas áreas externas dos conjuntos nos horários de 09:00 e 15:00, nos dois períodos do ano, utilizando-se o software Google SketchUp 6 (Disponível em <http://sketchup.google.com>, acessado em 15 de março de 2007).

Estes dados são apresentados a seguir, agrupados em três cenários, cada um correspondendo a uma zona da cidade (norte, sul e leste), com os dados dos nove conjuntos. Referem-se às fotos de 7 a 24, plantas de 1 a 18, quadros de 10 a 36.

Para cada conjunto, é apresentado, inicialmente, a sua localização na cidade (macroescala) e no bairro (escala local), utilizando-se imagens do GoogleEarth (disponível

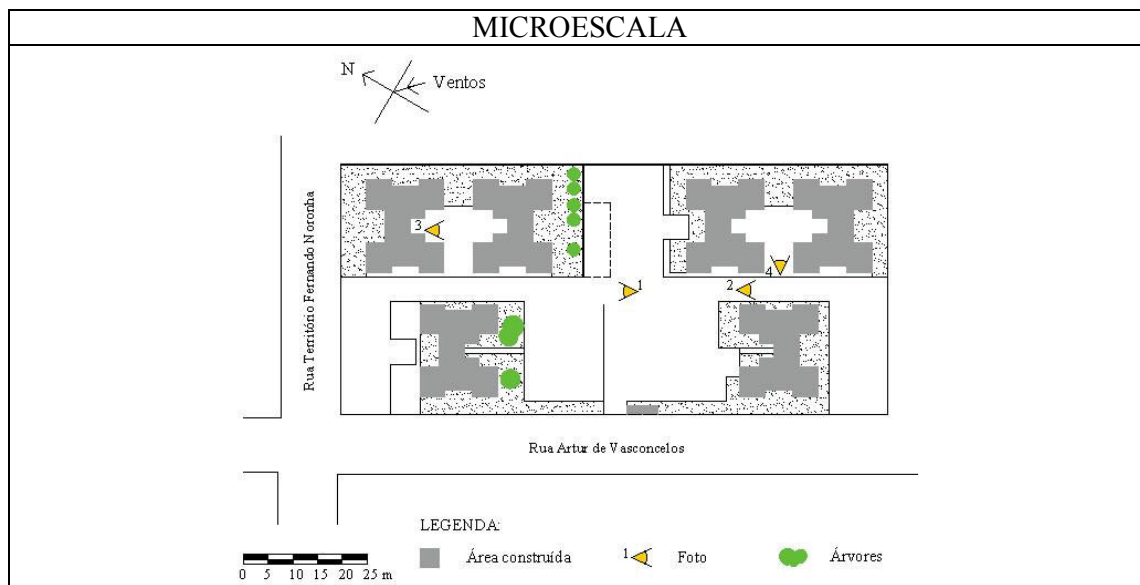
em <http://earth.google.com>, acessado em 30 de novembro de 2006). Na microescala do conjunto, a planta de situação indica a posição das fotos do local e a planta de locação apresenta as edificações, os materiais de revestimento, a vegetação existente e o local dos pontos onde foram realizadas as medições. Para cada conjunto, também foi elaborado quadro com as áreas e percentuais do terreno e de construção, área permeável, área de sombreamento por árvores e por coberturas para carros, áreas dos diversos materiais de revestimento do solo, taxa de ocupação, índice de aproveitamento e relação H/W.

CENÁRIO A – ZONA NORTE CONJUNTO BARCELONA



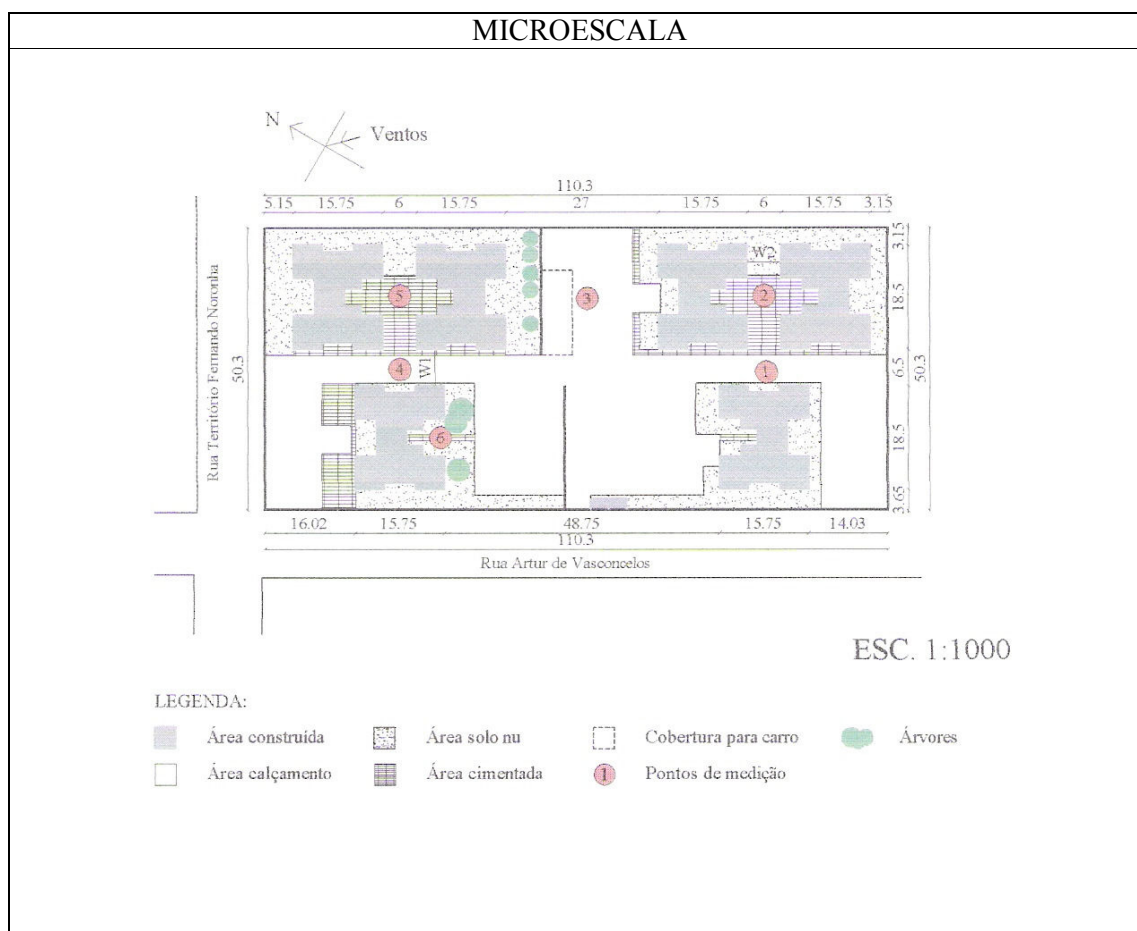
Fotos 7 e 8 – Localização do conjunto Barcelona na cidade e no bairro (Fonte: <http://earth.google.com>, acessado em 30 de novembro de 2006).

CENÁRIO A – ZONA NORTE CONJUNTO BARCELONA



Quadro 10 – Conjunto Barcelona – fotografias (2006)

CENÁRIO A – ZONA NORTE CONJUNTO BARCELONA



Planta 2 – Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Barcelona

	Área (m ²)	Percentual (%)	
Terreno	5.548,09	100	Taxa de ocupação = 23,78%
Construída	1.319,56	23,78	
Permeável	1.351,35	24,35	Índice de aproveitamento = 0,94
Calçamento	2.275,46	41,00	
Cimentada	546,54	9,85	H / W1 = 13,5 / 6,5 = 2,07
Solo nu	1.351,35	24,35	
Sombra – Árvores	64,08	2,53	H / W2 = 13,5 / 6 = 2,25
Sombra – Cobertura	76,63		

Quadro 11 – Dados e áreas do conjunto Barcelona

**CENÁRIO A – ZONA NORTE
CONJUNTO BARCELONA**

MICROCLIMA



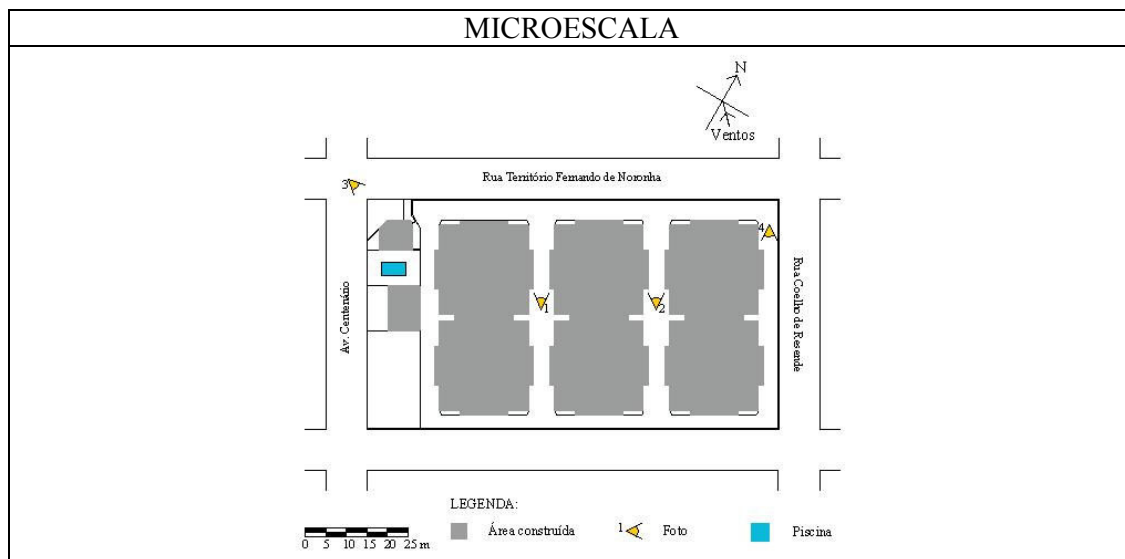
Quadro 12 – Estudo das sombras no conjunto Barcelona (Fonte: <http://sketchup.google.com> , acessado em 15 de março de 2007).

CENÁRIO A – ZONA NORTE CONJUNTO GALILÉIA



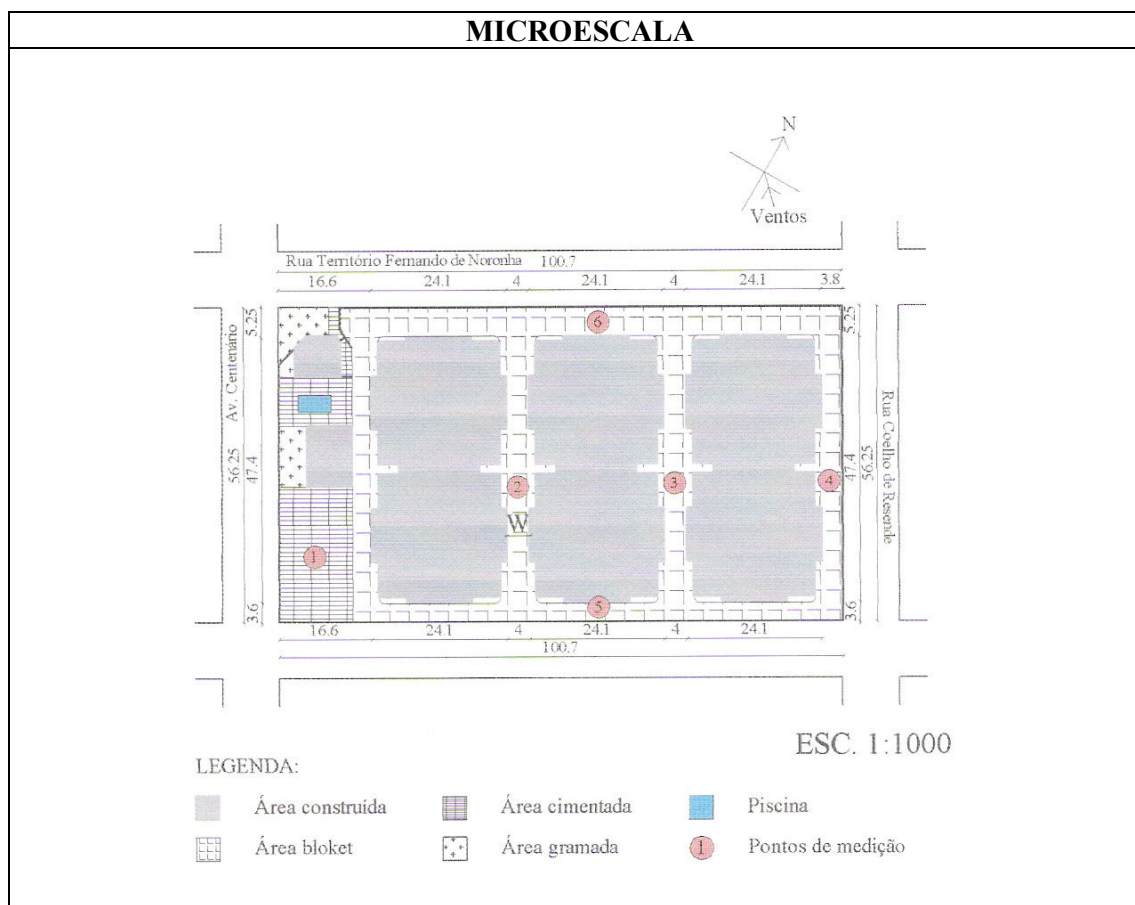
Fotos 9 e 10 – Localização do conjunto Galiléia na cidade e no bairro (Fonte: <http://earth.google.com>, acessado em 30 de novembro de 2006).

CENÁRIO A – ZONA NORTE CONJUNTO GALILÉIA



Quadros 13 – Conjunto Galiléia – fotografias (2006)

CENÁRIO A – ZONA NORTE CONJUNTO GALILÉIA



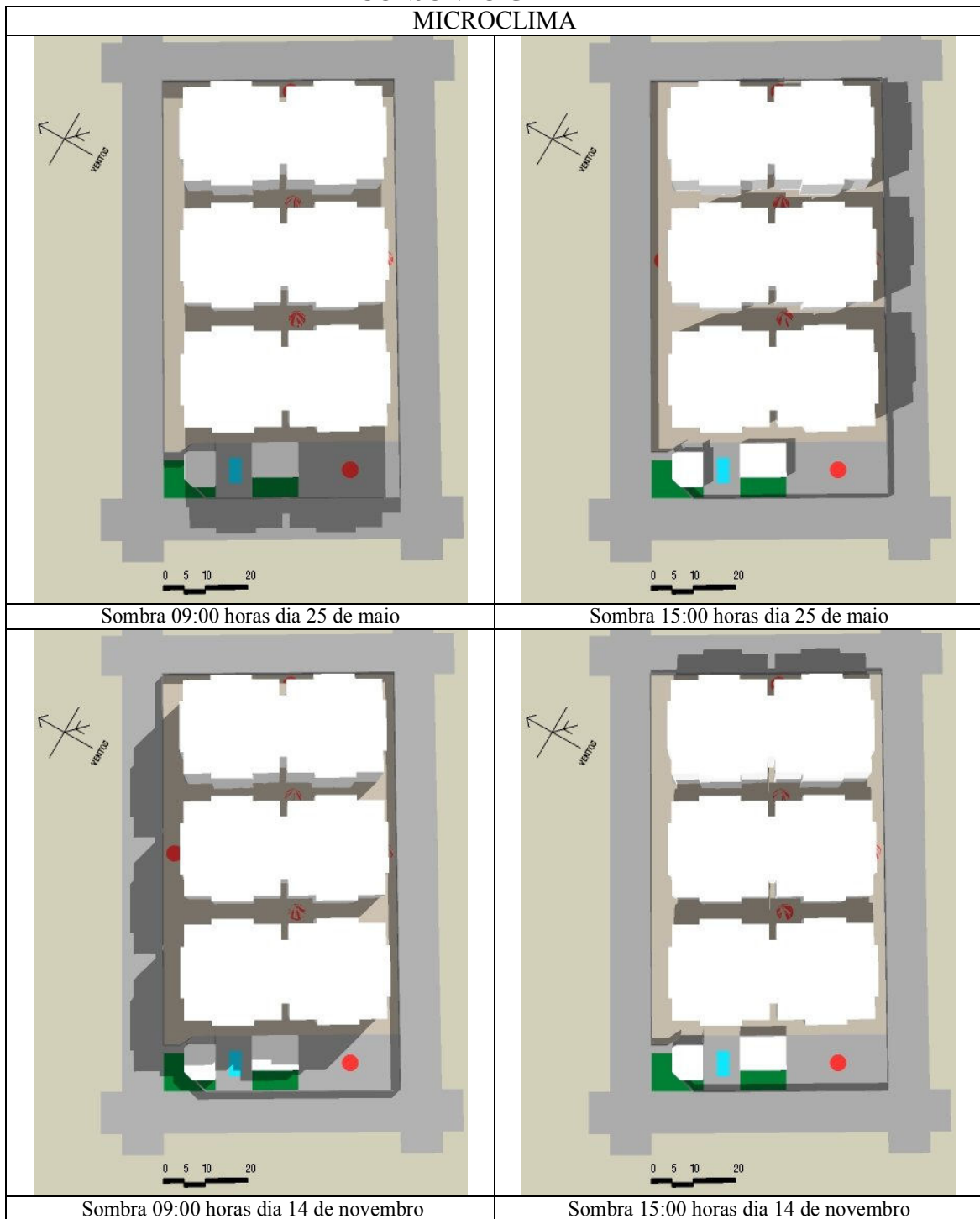
Planta 4 – Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Galiléia

	Área (m ²)	Percentual (%)	
Terreno	5.664,37	100	Taxa de ocupação = 57,90 %
Construída	3.278,79	57,90	
Permeável	124,04	2,19	Índice de aproveitamento = 2,23
Bloket	1.698,87	30,00	
Cimentada	430,75	7,60	H / W = 13,5 / 4 = 3,37
Gramada	124,04	2,19	
			Térreo – Pilotis

Quadro 14 – Dados e áreas do conjunto Galiléia

**CENÁRIO A – ZONA NORTE
CONJUNTO GALILÉIA**

MICROCLIMA



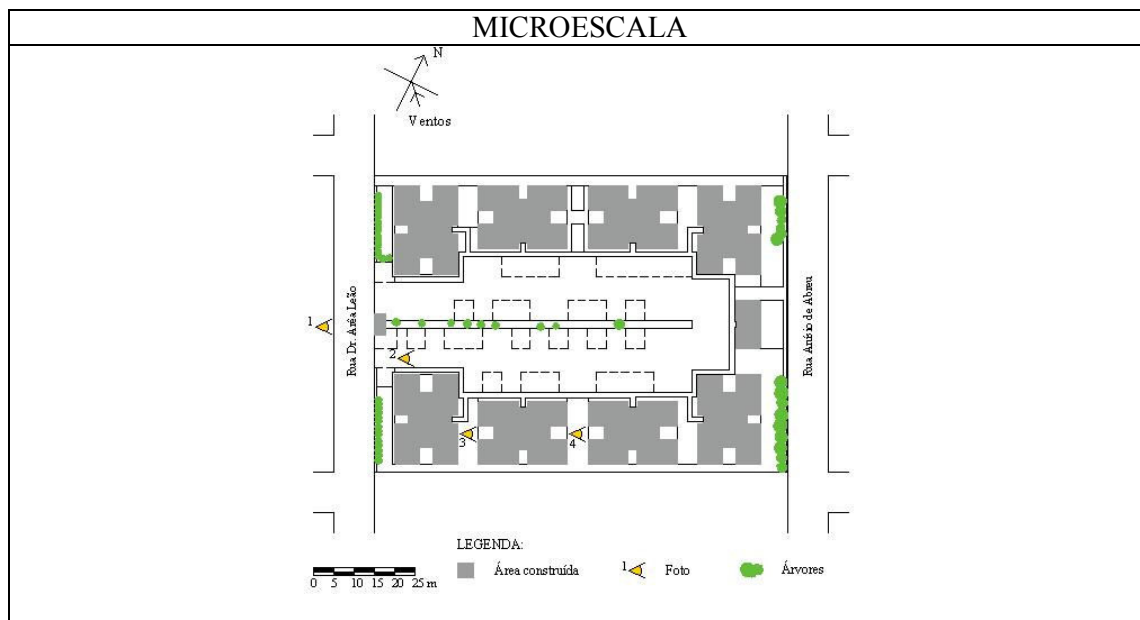
Quadro 15 – Estudo das sombras no conjunto (Fonte: <http://sketchup.google.com>, acessado em 15 de março de 2007).

CENÁRIO A – ZONA NORTE CONJUNTO MARQUES DE PARANAGUÁ



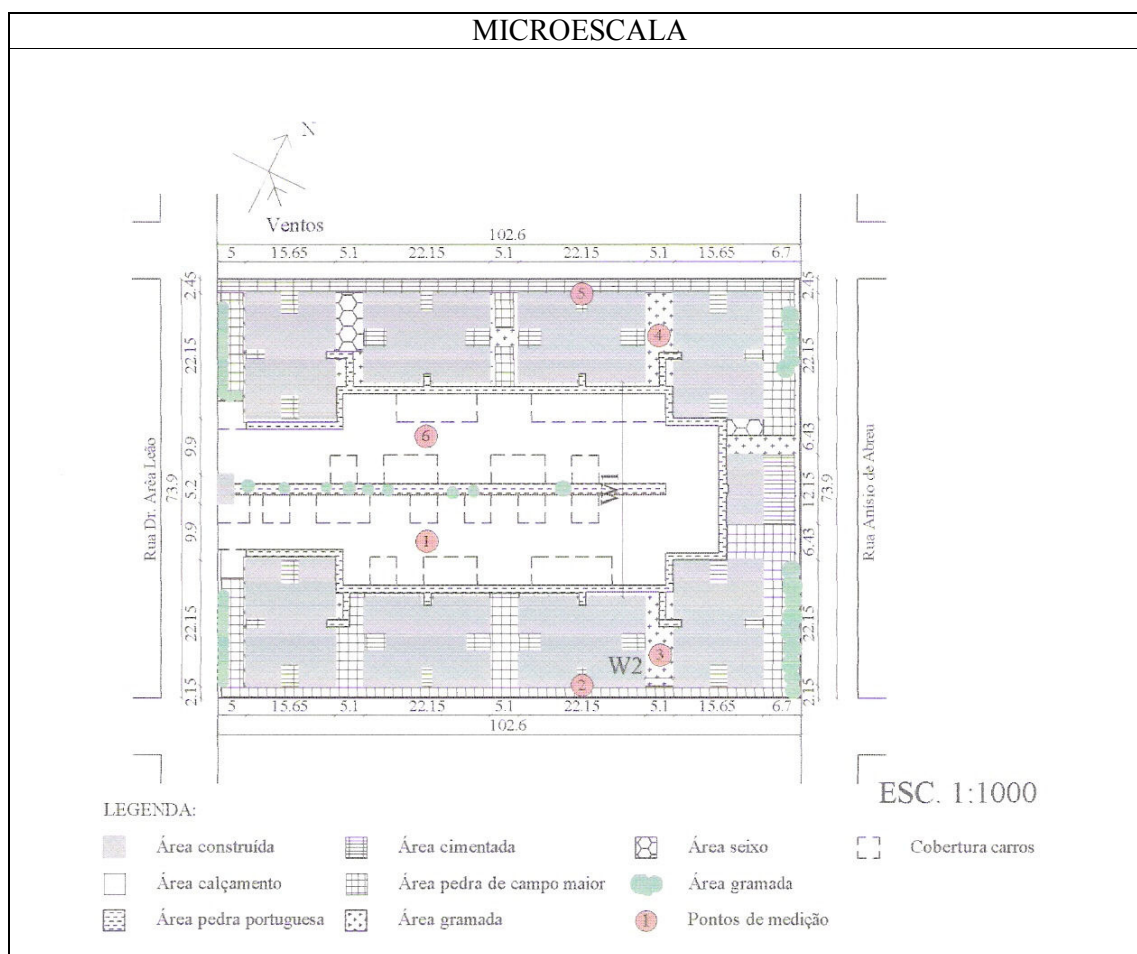
Fotos 11 e 12 – Localização do conjunto Marques de Paranaguá na cidade e no bairro (Fonte: <http://earth.google.com>, acessado em 30 de novembro de 2006).

CENÁRIO A – ZONA NORTE CONJUNTO MARQUÊS DE PARANAGUÁ



Quadro 16 – Conjunto Marquês de Paranaguá – fotografias (2006)

CENÁRIO A – ZONA NORTE CONJUNTO MARQUÊS DE PARANAGUÁ

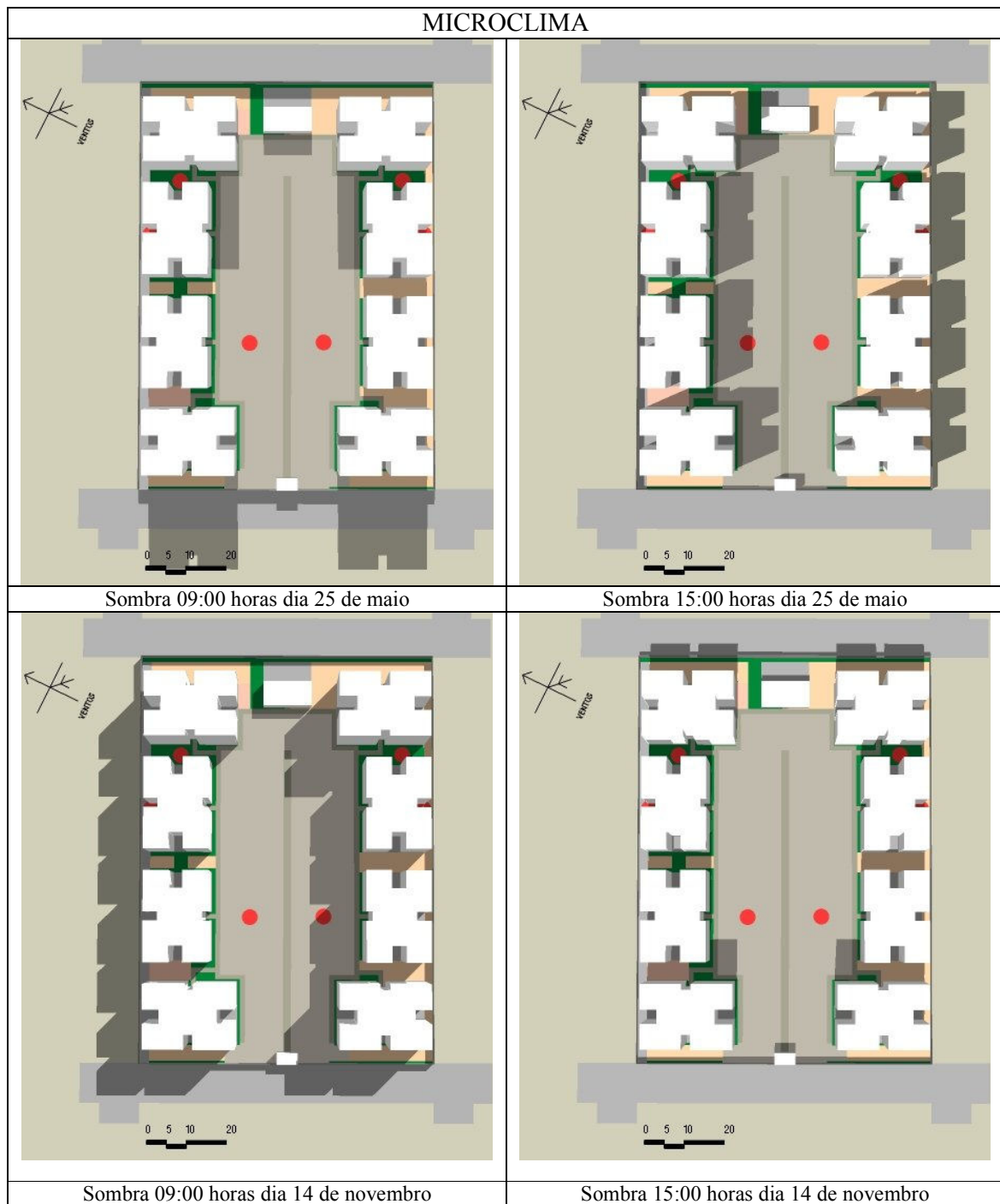


Planta 6 – Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Marquês de Paranaguá

	Área (m²)	Percentual (%)	
Terreno	7.582,14	100,00	Taxa de Ocupação = 33,64 %
Construída	2.550,76	33,64	
Permeável	562,18	6,46	
Calçamento	2.472,19	32,60	Índice de Aproveitamento = 1,34
Cimentada	586,59	7,73	
Pedra portuguesa	477,90	6,30	
Pedra de Campo Maior	886,49	11,69	H / W1 = 13,5 / 38 = 0,35
Gramada	489,95	6,46	
Seixo	72,23	0,95	
Sombra - Árvores	186,31	11,78	H / W2 = 13,5 / 5,1 = 2,64
Sombra - Cobertura	707,44		

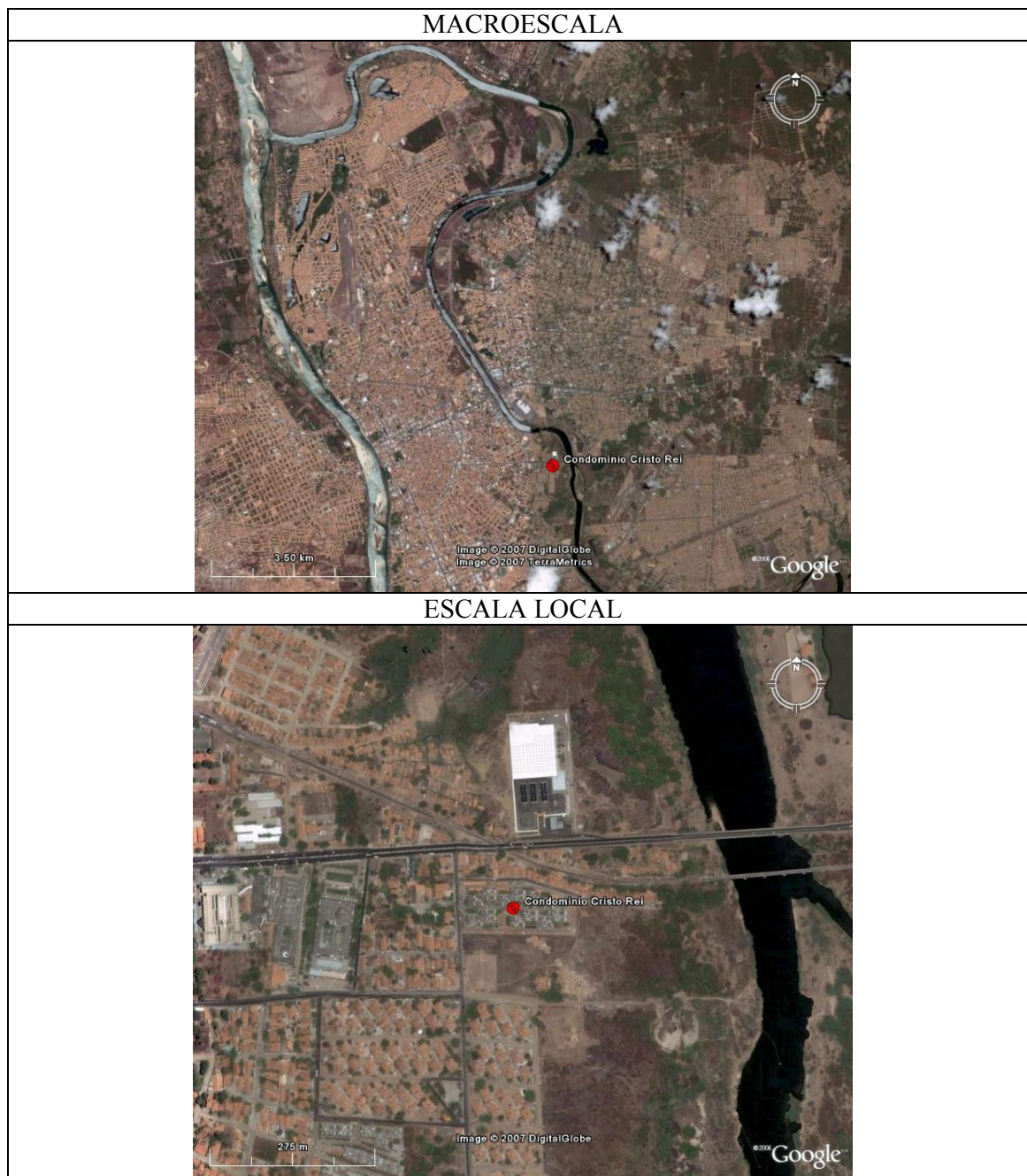
Quadro 17 – Dados e áreas do conjunto Marquês de Paranaguá

**CENÁRIO A – ZONA NORTE
CONJUNTO MARQUÊS DE PARANAGUÁ**



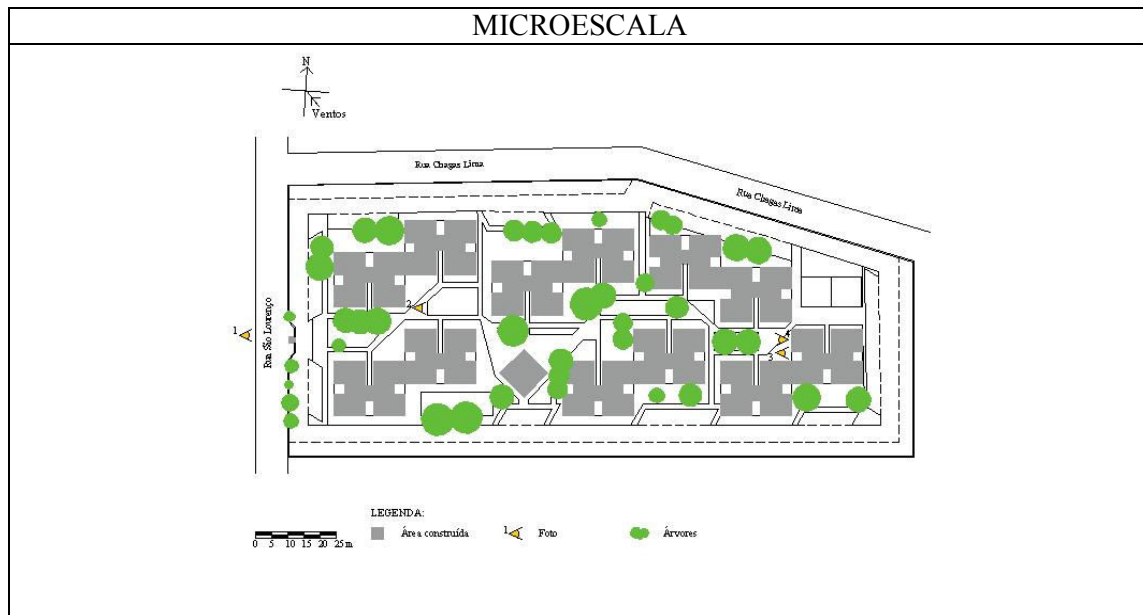
Quadro 18 – Estudo das sombras no conjunto Marquês de Paranaguá (Fonte: <http://sketchup.google.com> , acessado em 15 de março de 2007).

CENÁRIO B – ZONA SUL CONJUNTO CRISTO REI



Fotos 13 e 14 – Localização do conjunto Cristo Rei na cidade e no bairro (Fonte: <http://earth.google.com>, acessado em 30 de novembro de 2006).

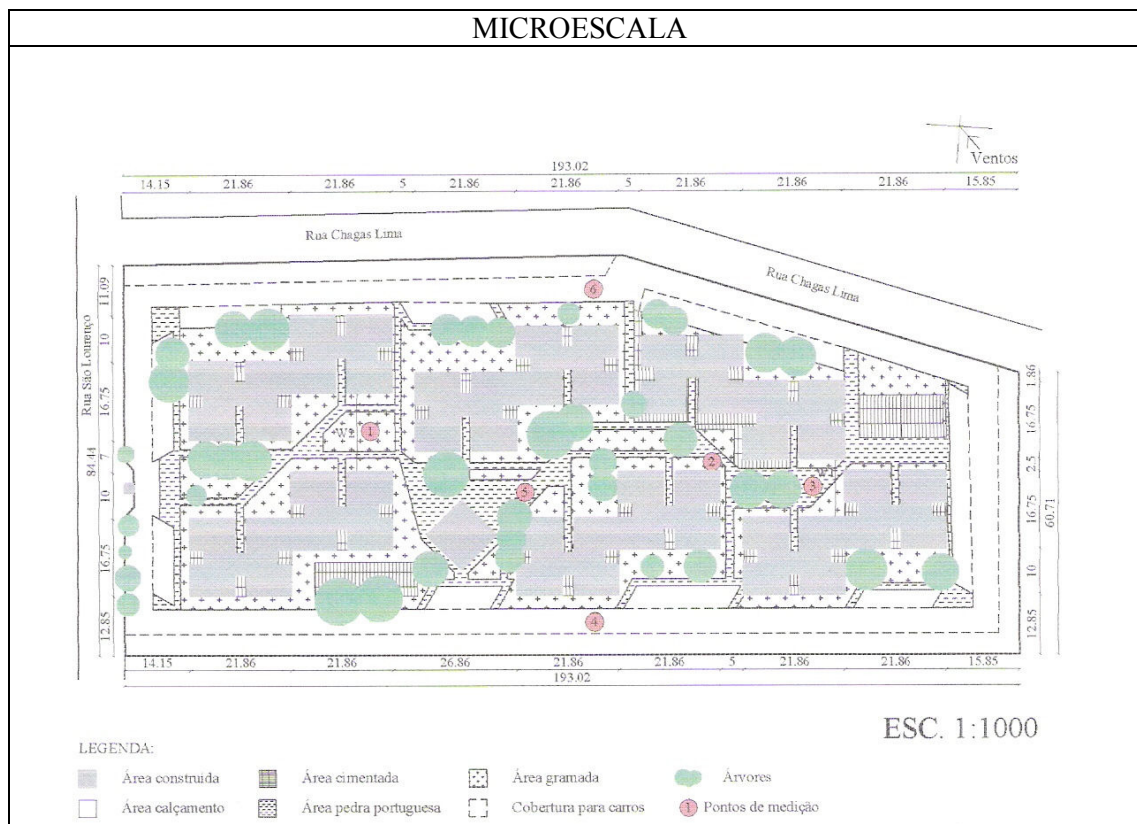
CENÁRIO B – ZONA SUL CONJUNTO CRISTO REI



MICROESCALA	
1 - Vista externa	2 - Pátio central
	
3 - Visão do céu entre prédios	4 - Pátio central
	

Quadro 19 – Conjunto Cristo Rei – fotografias (2006)

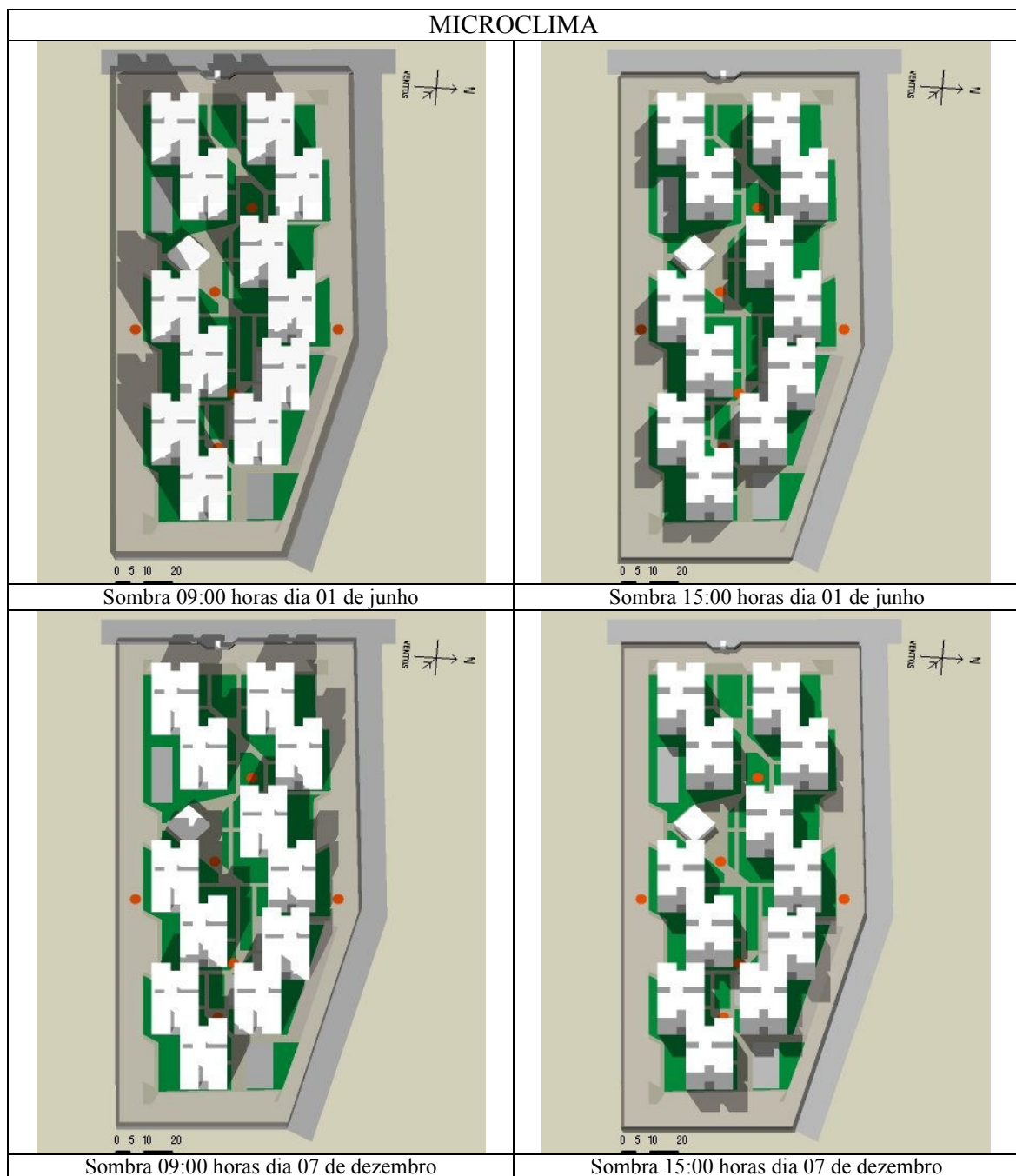
CENÁRIO B – ZONA SUL CONJUNTO CRISTO REI



Planta 8 – Planta de localização e materiais de revestimento do conjunto Cristo Rei

	Área (m ²)	Percentual (%)	
Terreno	15.465,32	100,00	Taxa de Ocupação = 25 %
Construída	3.879,38	25,00	
Permeável	3.574,65	23,11	Índice de aproveitamento = 0,97
Calçamento	5.318,50	34,39	
Cimentada	841,22	5,44	H / W1 = 13,5 / 12,5 = 1,08
Pedra portuguesa	1.750,58	11,32	
Gramada	3.574,65	23,11	H / W2 = 13,5 / 17 = 0,79
Sombra - Árvores	1.506,41	26,20	
Sombra - Cobertura	2.546,32		

Quadro 20 – Dados e áreas do conjunto Cristo Rei

**CENÁRIO B – ZONA SUL
CONJUNTO CRISTO REI**

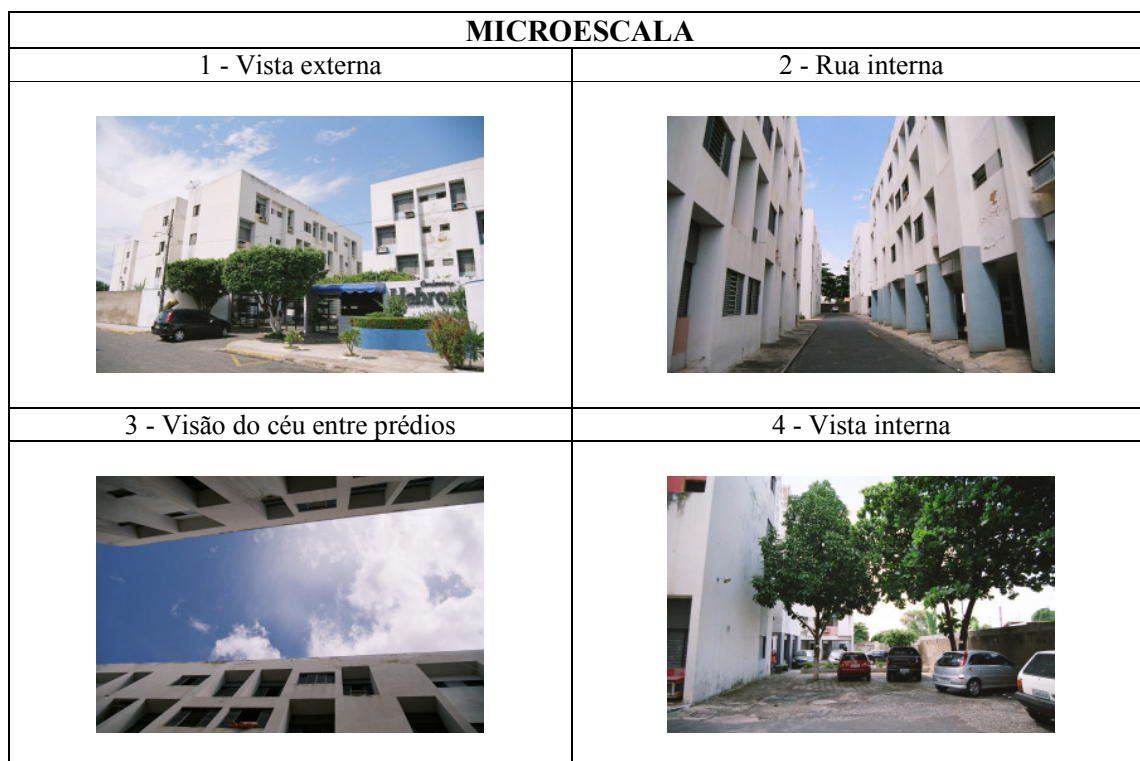
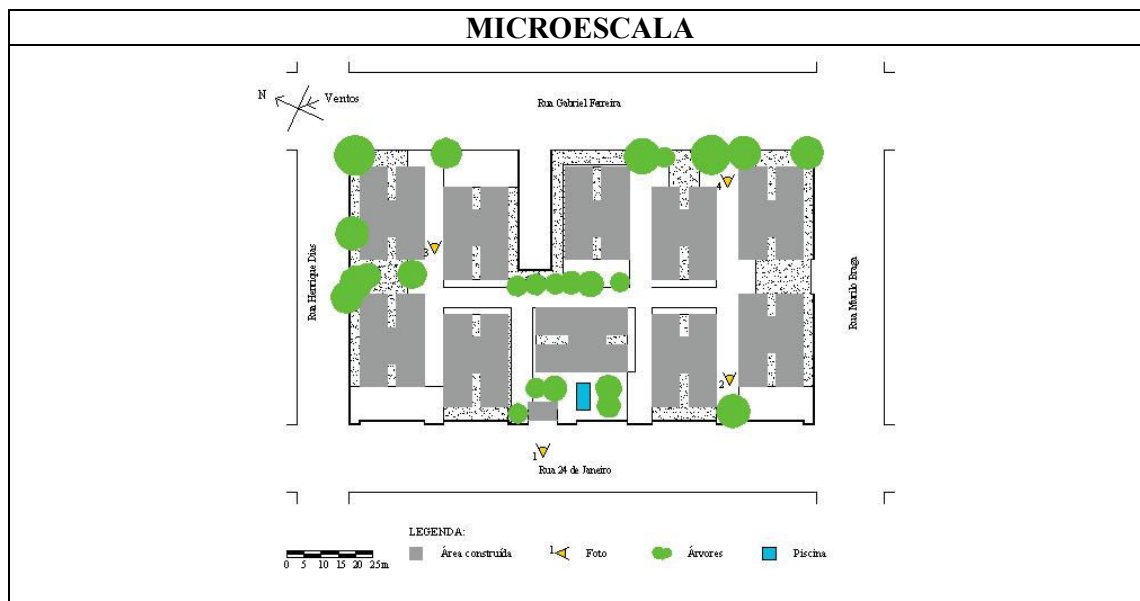
Quadro 21 – Estudo das sombras no conjunto (Fonte: <http://sketchup.google.com> , acessado em 15 de março de 2007).

CENÁRIO B – ZONA SUL CONJUNTO HEBROM



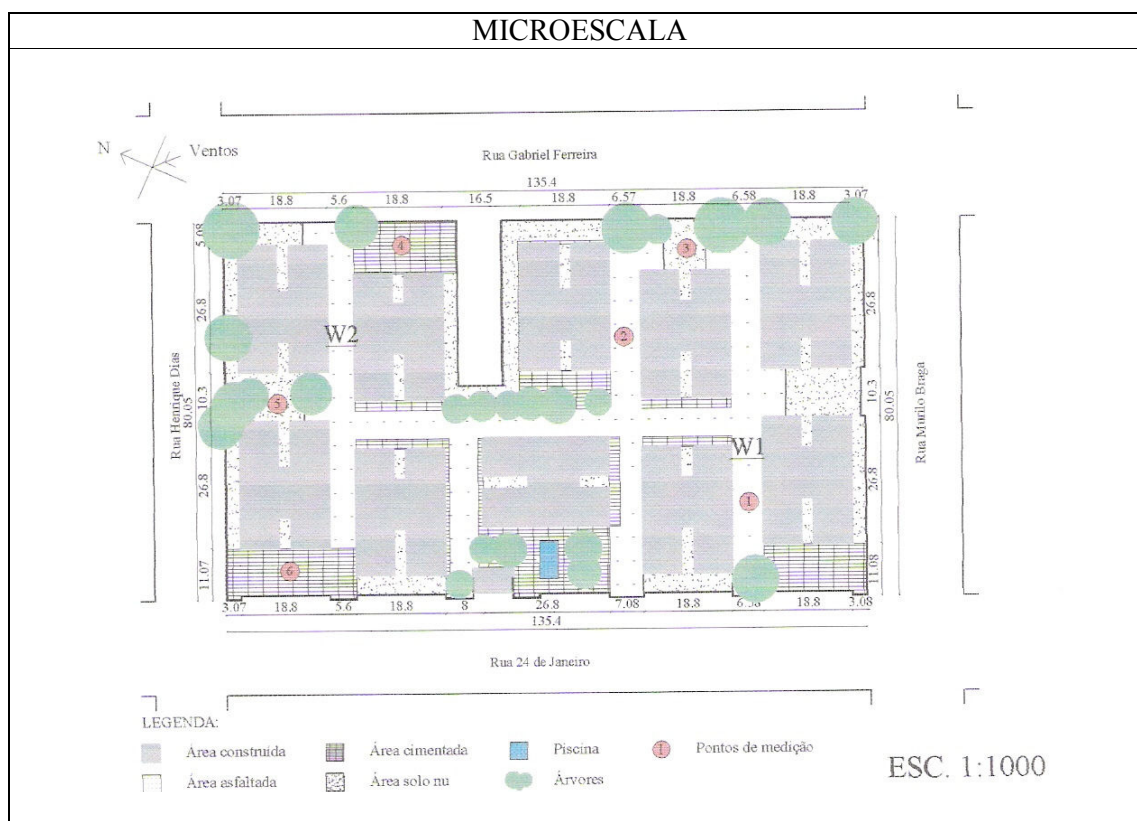
Fotos 15 e 16 – Localização do conjunto Hebron na cidade e no bairro (Fonte: <http://earth.google.com>, acessado em 30 de novembro de 2006).

CENÁRIO B – ZONA SUL CONJUNTO HEBROM



Quadro 22 – Conjunto Hebron – fotografias (2006)

CENÁRIO B – ZONA SUL CONJUNTO HEBROM



Planta 10 – Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Hebron

	Área (m ²)	Percentual (%)	
Terreno	10.416,98	100,00	Taxa de ocupação = 44,58 %
Construída	4.644,03	44,58	
Permeável	1.815,05	17,42	Índice de aproveitamento = 1,77
Asfaltada	2.305,83	22,13	
Cimentada	1.543,41	14,81	H / W1 = 13,5 / 6,57 = 2,05
Solo nu	1.815,05	17,42	
Sombra - Árvores	1.200,75	11,52	H / W2 = 13,5 / 5,6 = 2,41

Quadro 23 – Dados e áreas do conjunto Hebron

CENÁRIO B – ZONA SUL CONJUNTO HEBROM



Quadro 24 – Estudo das sombras no conjunto Hebron (Fonte: <http://sketchup.google.com> , acessado em 15 de março de 2007).

**CENÁRIO B – ZONA SUL
CONJUNTO MONTE LÍBANO
MACROESCALA**

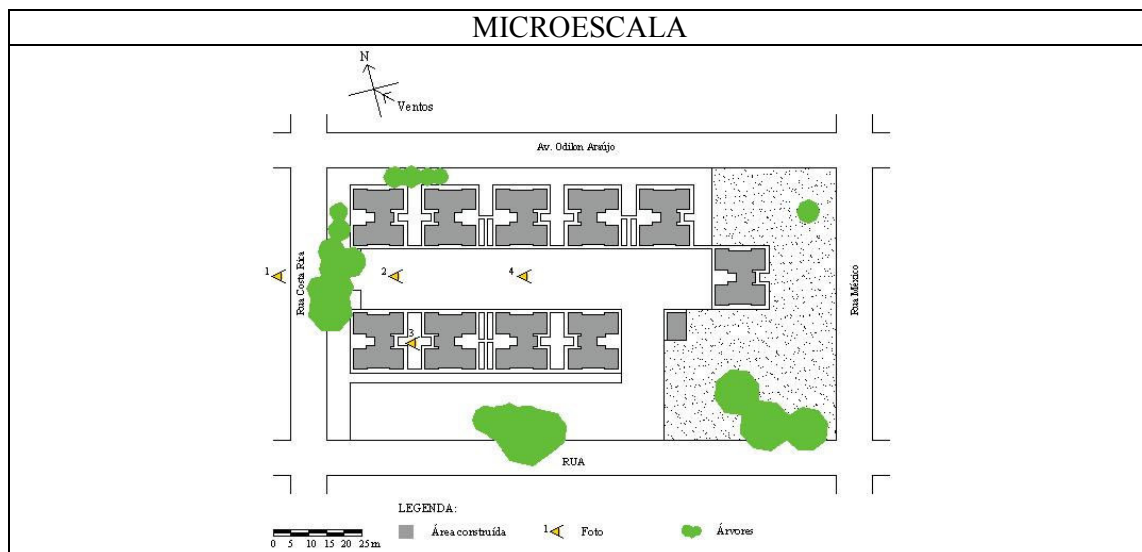


ESCALA LOCAL

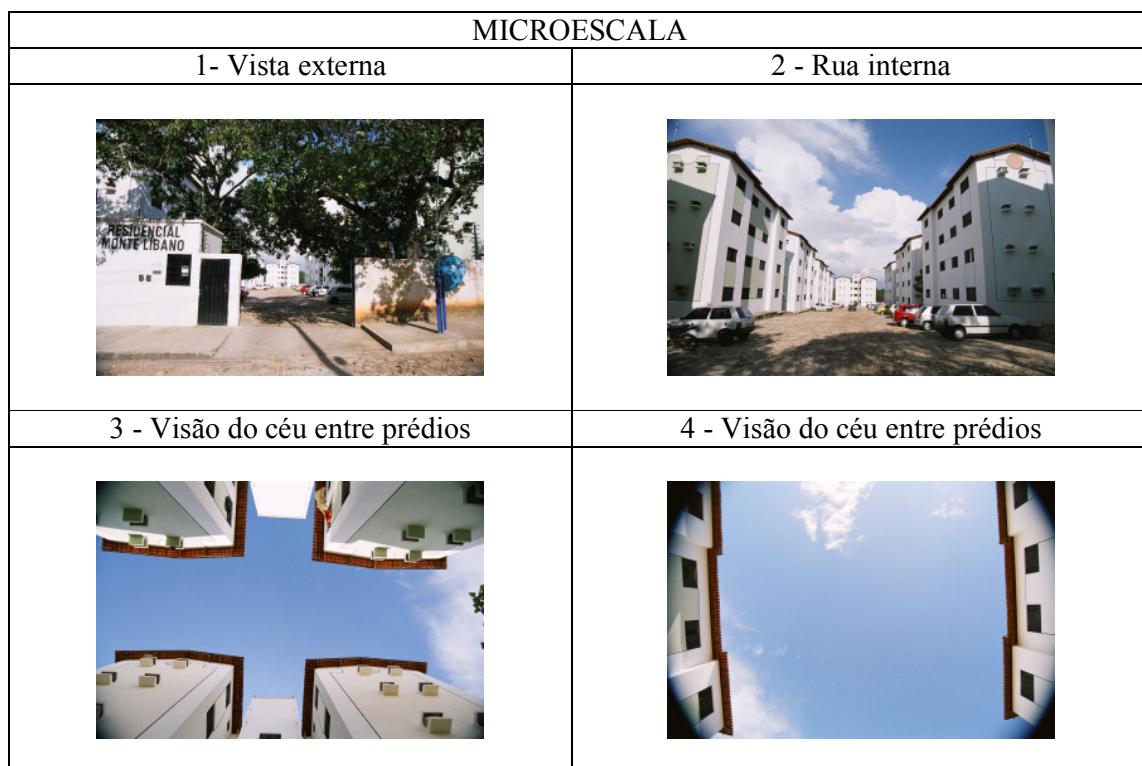


Fotos 17 e 18 – Localização do conjunto na cidade e no bairro (Fonte: <http://earth.google.com>, acessado em 30 de novembro de 2006).

CENÁRIO B – ZONA SUL CONJUNTO MONTE LÍBANO

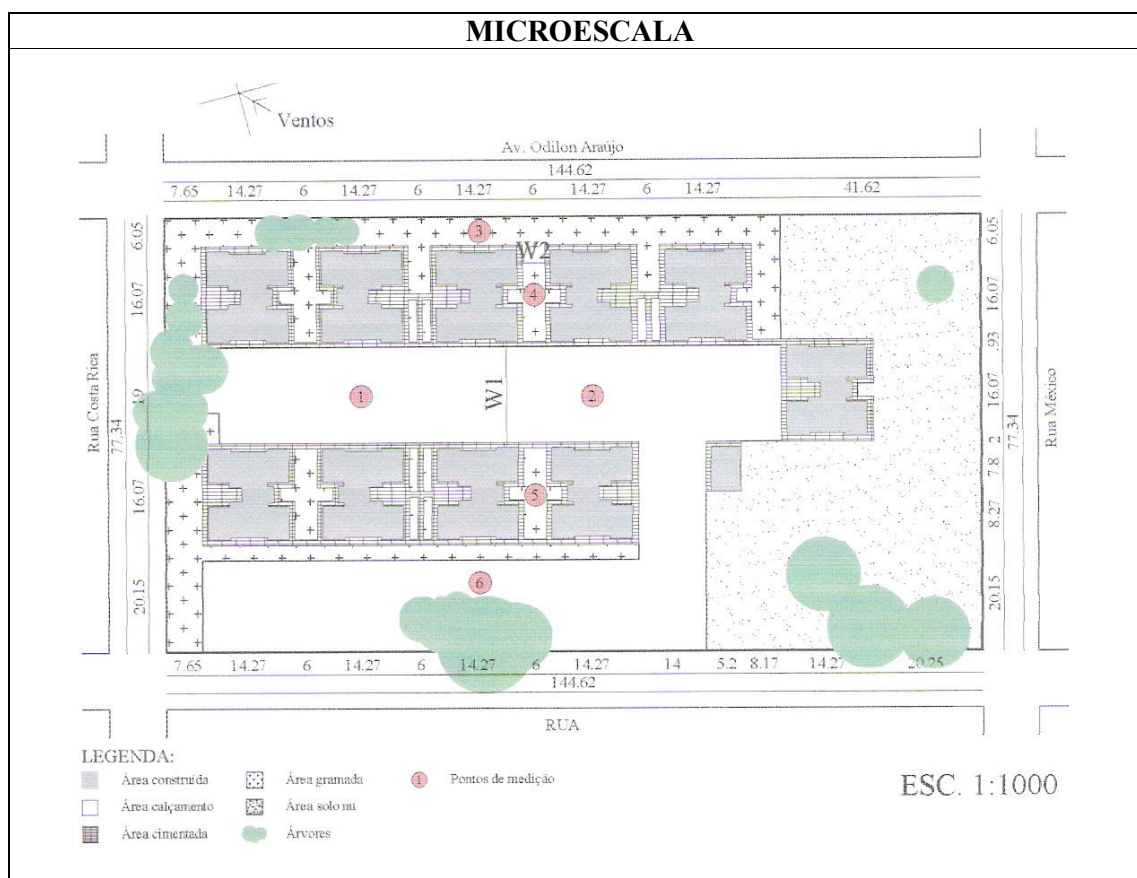


Planta 11 – Planta de situação do conjunto Monte Líbano e indicação das fotos



Quadro 25 – Conjunto Monte Líbano – fotografias (2006)

CENÁRIO B – ZONA SUL CONJUNTO MONTE LÍBANO

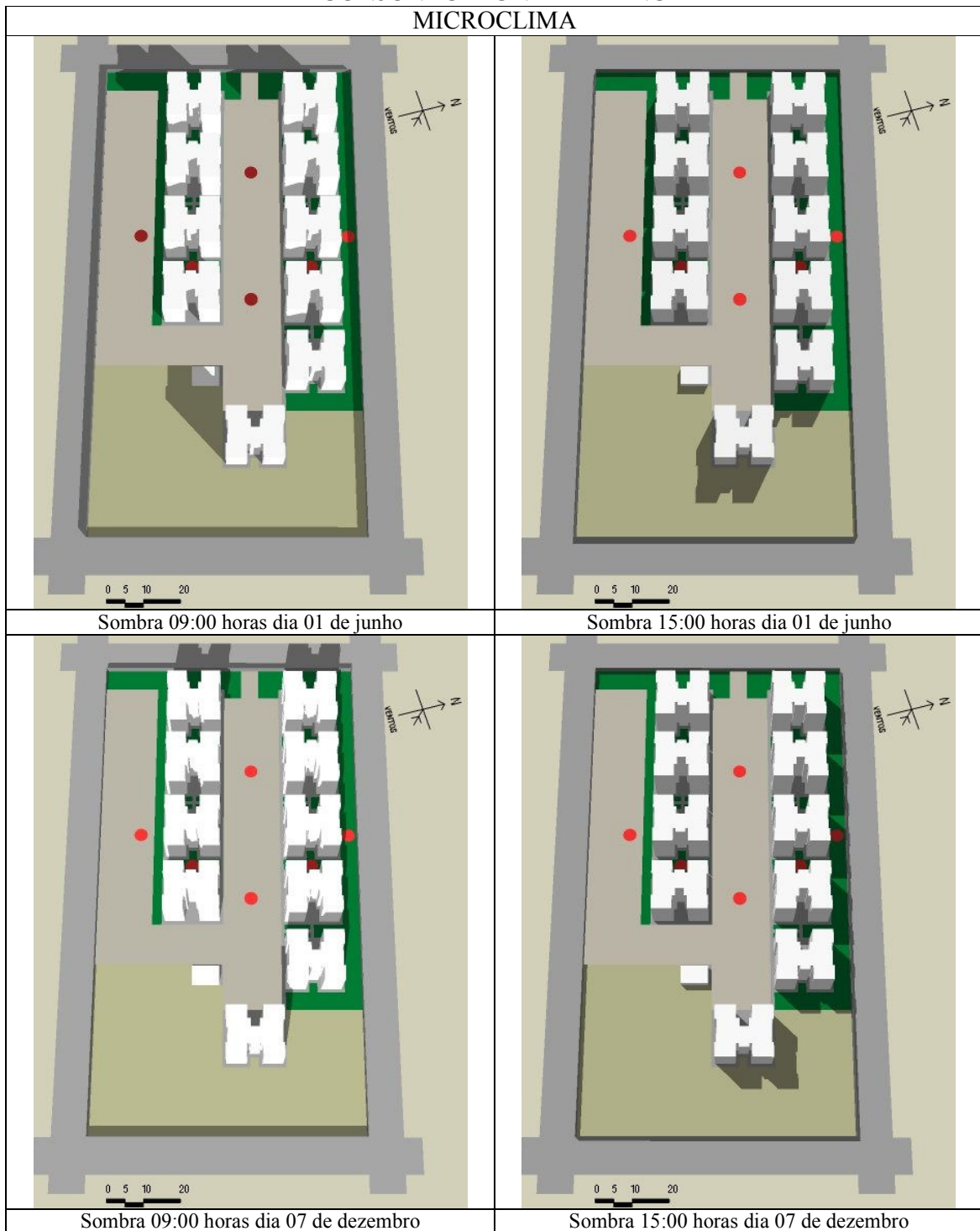


Planta 12 – Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Monte Líbano

	Área (m ²)	Percentual (%)	
Terreno	11.184,91	100,00	Taxa de ocupação = 17,20 %
Construída	1.924,32	17,20	
Permeável	4.664,64	41,70	Índice de aproveitamento = 0,67
Calçamento	3.434,53	30,70	
Cimentada	1.094,30	9,78	H / W1 = 13,5 / 19,9 = 0,67
Gramada	1.786,37	15,97	
Solo nu	2.878,26	25,73	H / W2 = 13,5 / 6 = 2,25
Sombra - Árvores	1.203,16	10,75	

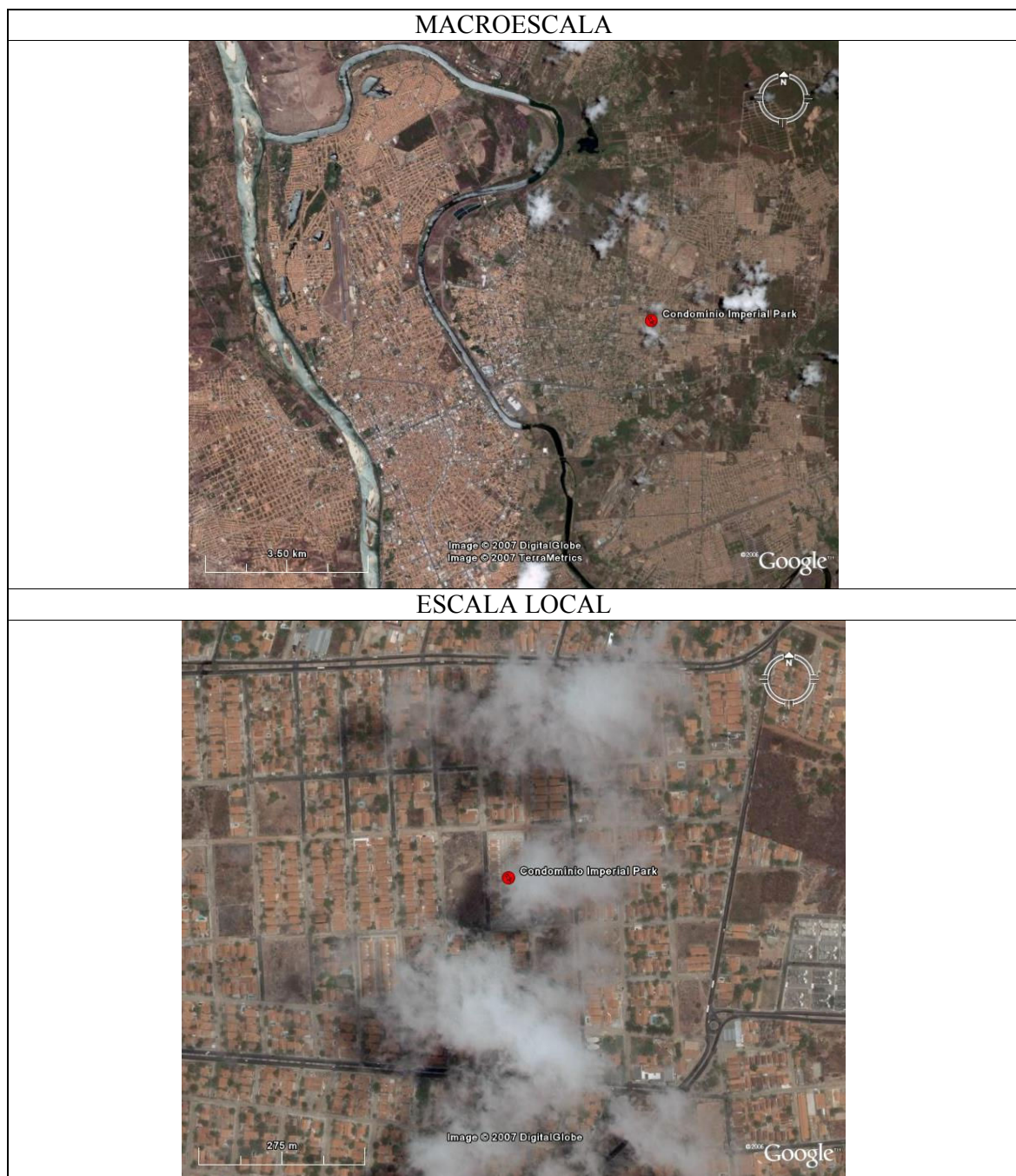
Quadro 26 – Dados e áreas do conjunto Monte Líbano

CENÁRIO B – ZONA SUL
CONJUNTO MONTE LÍBANO
MICROCLIMA



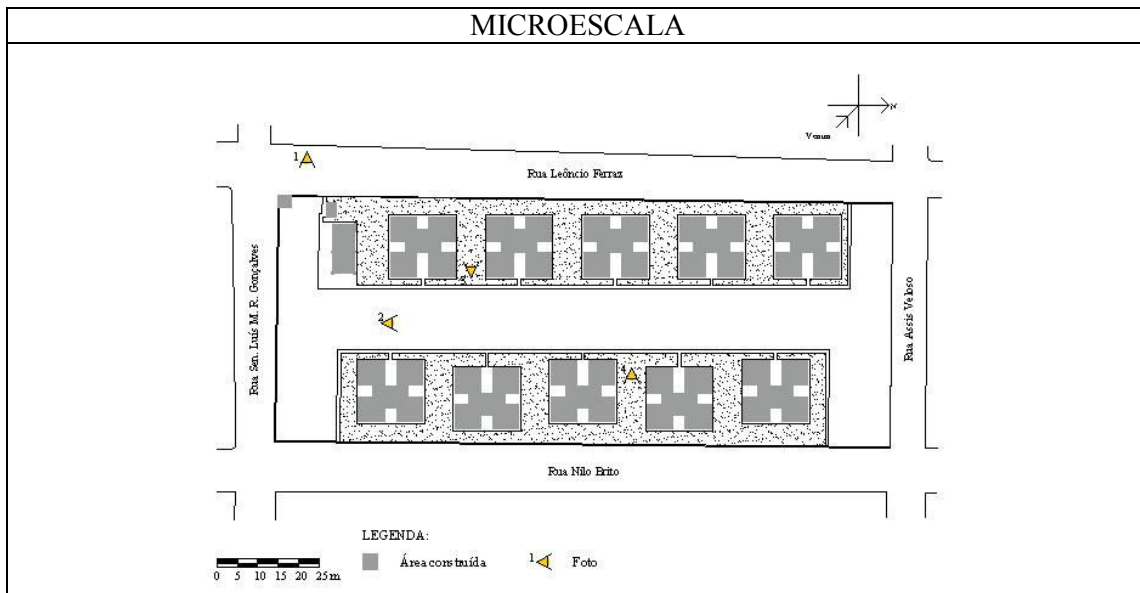
Quadro 27 – Estudo das sombras no conjunto Monte Líbano (Fonte: <http://sketchup.google.com> , acessado em 15 de março de 2007).

CENÁRIO C – ZONA LESTE CONJUNTO IMPERIAL PARK




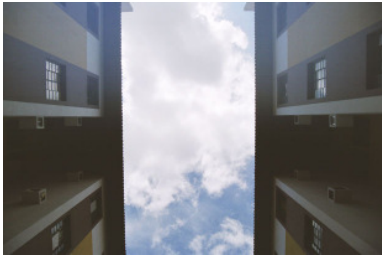


Fotos 19 e 20 – Localização do conjunto Imperial Park na cidade e no bairro (Fonte: <http://earth.google.com>, acessado em 30 de novembro de 2006).

CENÁRIO C – ZONA LESTE CONJUNTO IMPERIAL PARK

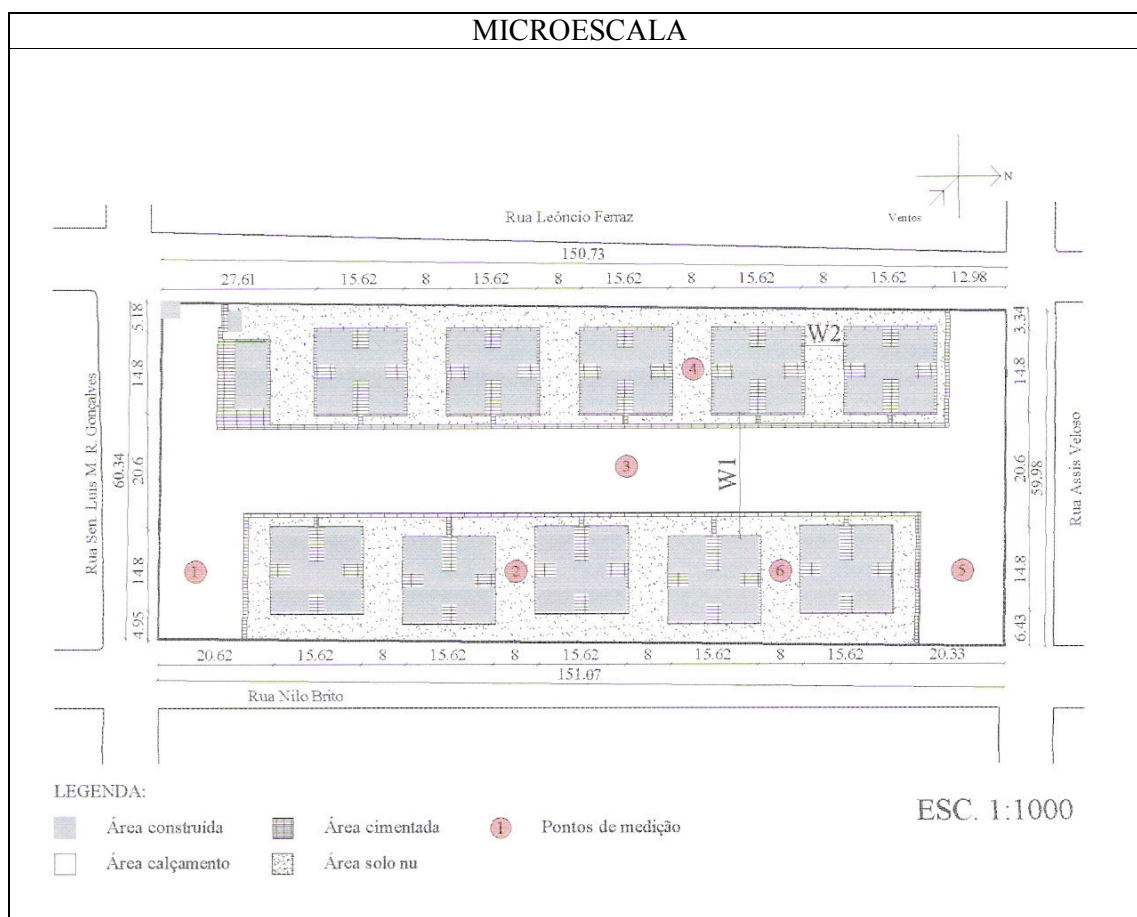


Planta 13 – Planta de situação do conjunto Imperial Park e indicação das fotos

MICROESCALA	
1 - externa	2 - Rua interna
	
3 - Vista entre prédios	4 - Visão do céu entre prédios
	

Quadro 28 – Conjunto Imperial Park – fotografias (2006)

CENÁRIO C – ZONA LESTE CONJUNTO IMPERIAL PARK



Planta 14 – Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Imperial Park

	Área (m ²)	Percentual (%)	
Terreno	9.078,11	100,00	Taxa de ocupação = 21,21 %
Construída	1.925,98	21,21	
Permeável	2.571,50	28,32	Índice de aproveitamento = 0,82
Calçamento	3.382,48	37,26	
Cimentada	1.136,37	12,51	H / W1 = 13,5 / 22,41 = 0,6
Solo nu	2.571,50	28,32	H / W2 = 13,5 / 8 = 1,68

Quadro 29 – Dados e áreas do conjunto Imperial Park

CENÁRIO C – LESTE
CONJUNTO IMPERIAL PARK



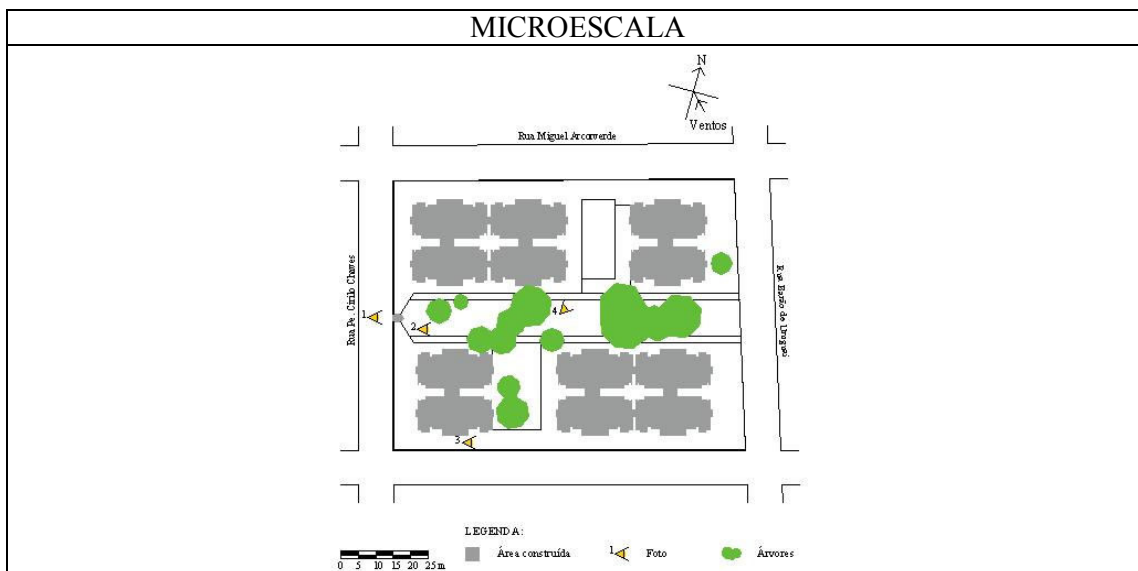
Quadro 30 – Estudo das sombras no conjunto Imperial Park (Fonte: <http://sketchup.google.com> , acessado em 15 de março de 2007).

CENÁRIO C – ZONA LESTE CONJUNTO JARDIM JOCKEY

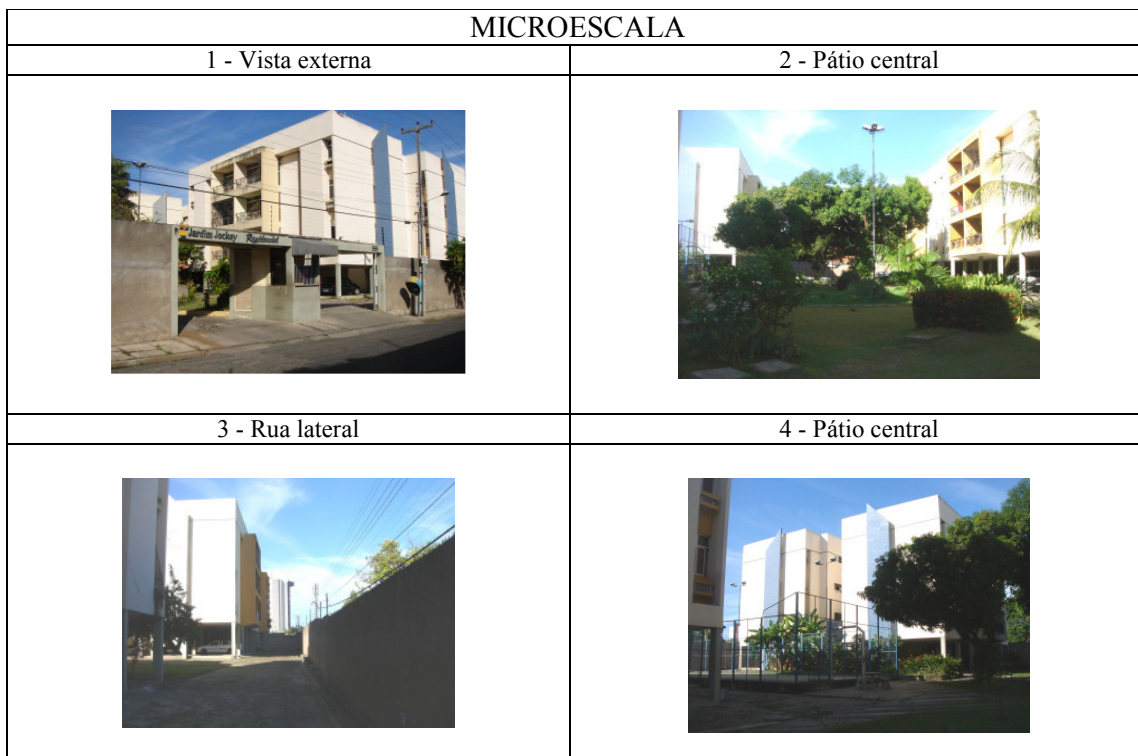


Fotos 21 e 22 – Localização do conjunto Jardim Jockey na cidade e no bairro (Fonte: <http://earth.google.com>, acessado em 30 de novembro de 2006).

CENÁRIO C – ZONA LESTE CONJUNTO JARDIM JOCKEY

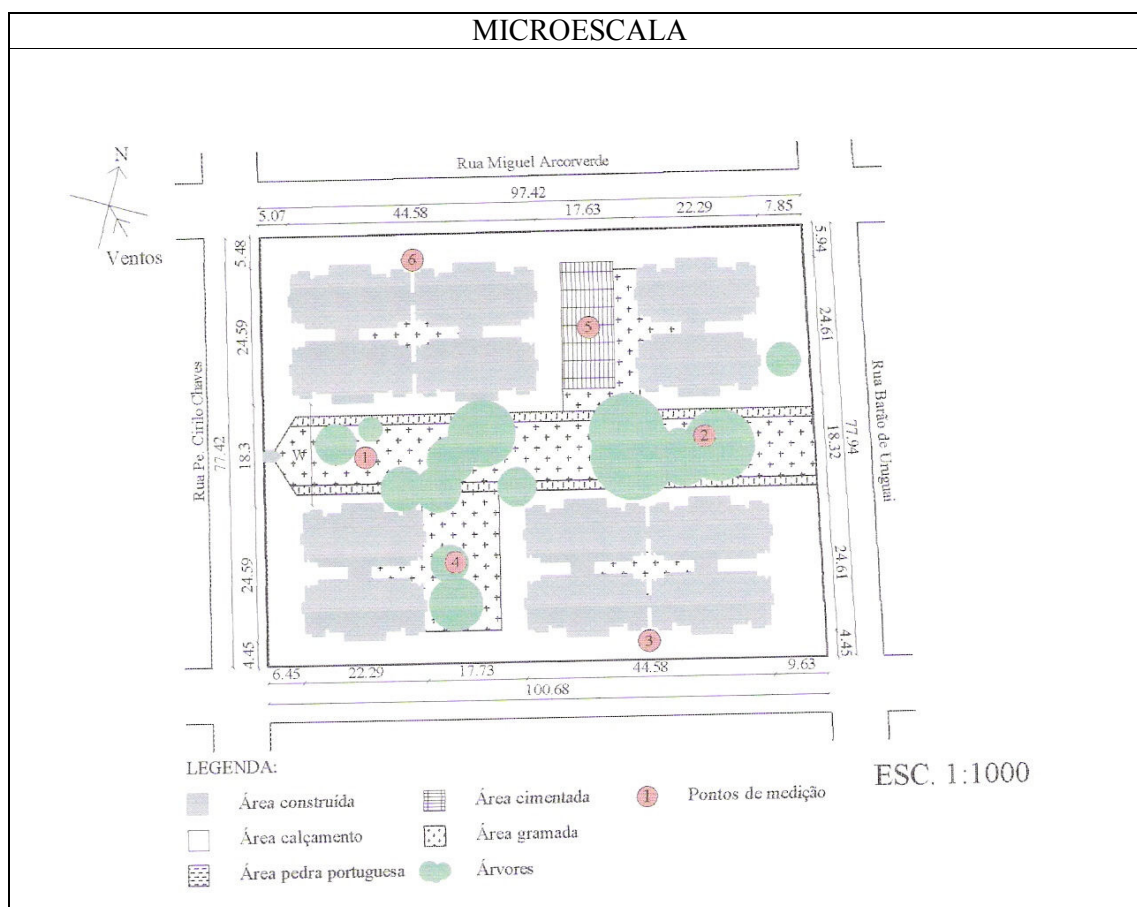


Planta 15 – Planta de situação do conjunto Jardim Jockey e indicação das fotos



Quadro 31 – Conjunto Jardim Jockey – fotografias (2006)

CENÁRIO C – ZONA LESTE CONJUNTO JARDIM JOCKEY

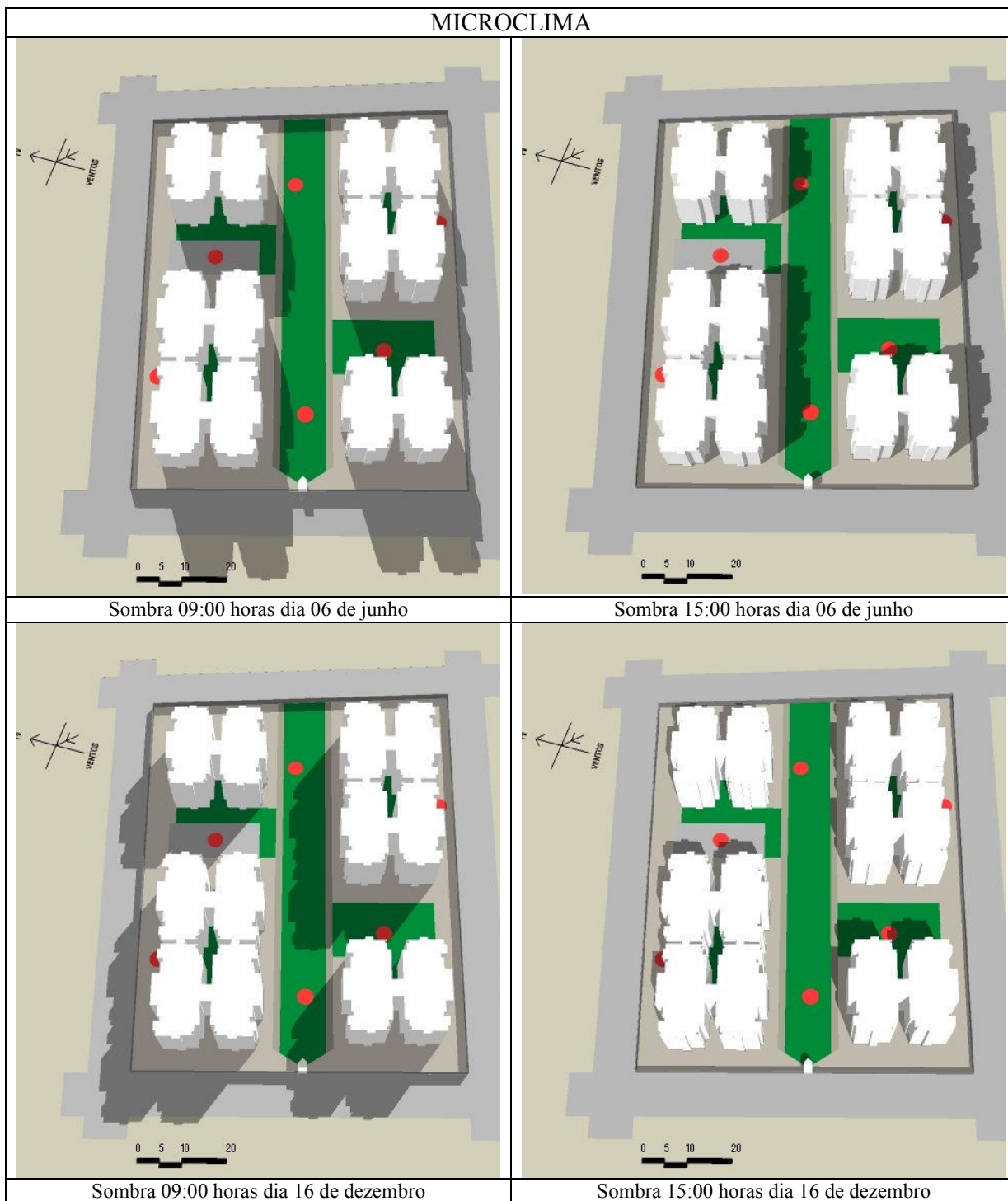


Planta 16 – Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Jardim Jockey

	Área (m ²)	Percentual (%)	
Terreno	7.691,37	100,00	Taxa de Ocupação = 33,35 %
Construída	2.565,62	33,35	
Permeável	1.707,16	22,19	Índice de Aproveitamento = 1,33
Calçamento	2.831,60	36,81	
Cimentada	216,60	2,81	H / W = 13,5 / 18,3 = 0,73
Pedra portuguesa	318,65	4,14	
Gramada	1.707,16	22,19	Térreo - Pilotis
Sombra - Árvores	838,25	10,90	

Quadro 32 – Dados e áreas do conjunto Jardim Jockey

CENÁRIO C – ZONA LESTE CONJUNTO JARDIM JOCKEY



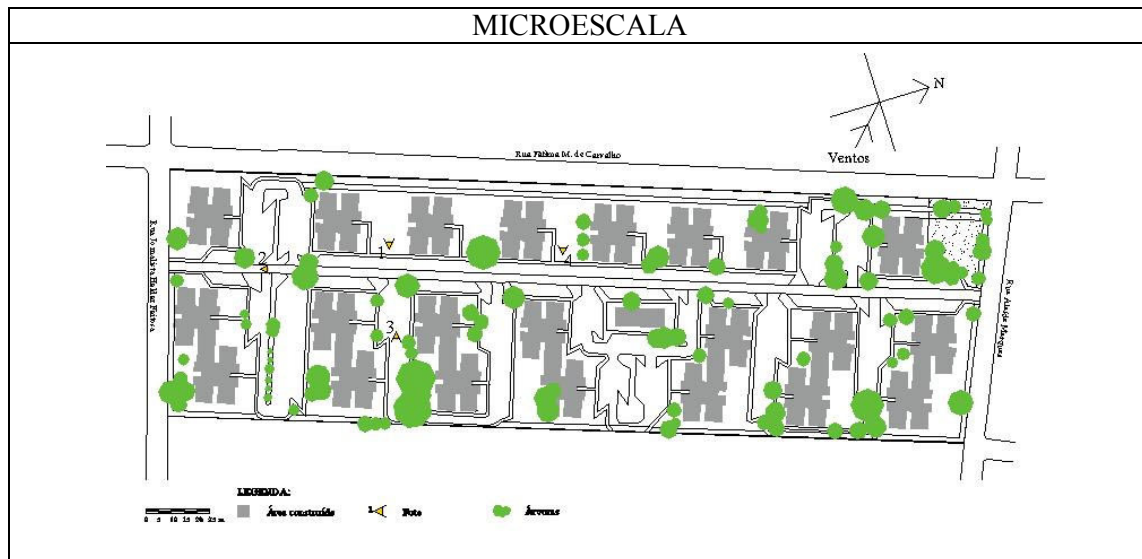
Quadro 33 – Estudo das sombras no conjunto Jardim Jockey (Fonte: <http://sketchup.google.com> , acessado em 15 de março de 2007).

CENÁRIO C – ZONA LESTE CONJUNTO SANTA MÔNICA



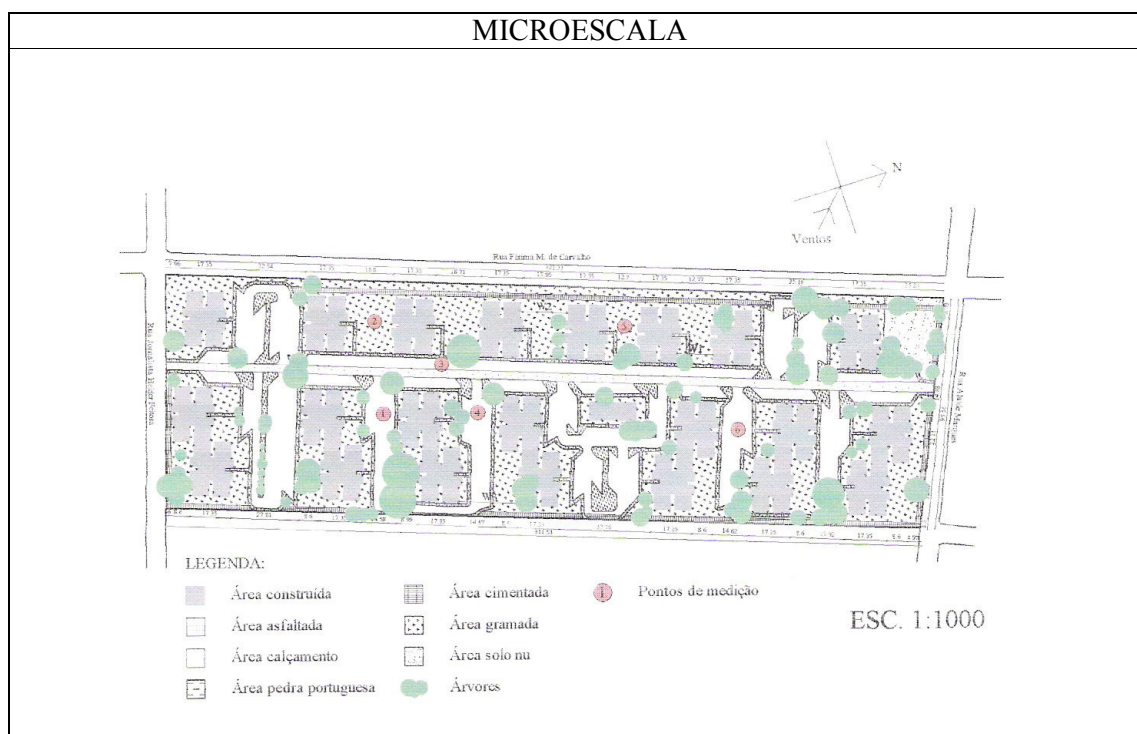
Fotos 23 e 24 – Localização do conjunto Santa Mônica na cidade e no bairro (Fonte: <http://earth.google.com>, acessado em 30 de novembro de 2006).

CENÁRIO C – ZONA LESTE CONJUNTO SANTA MÔNICA



Quadro34 – Conjunto Santa Mônica – fotografias (2006)

CENÁRIO C – ZONA LESTE CONJUNTO SANTA MÔNICA

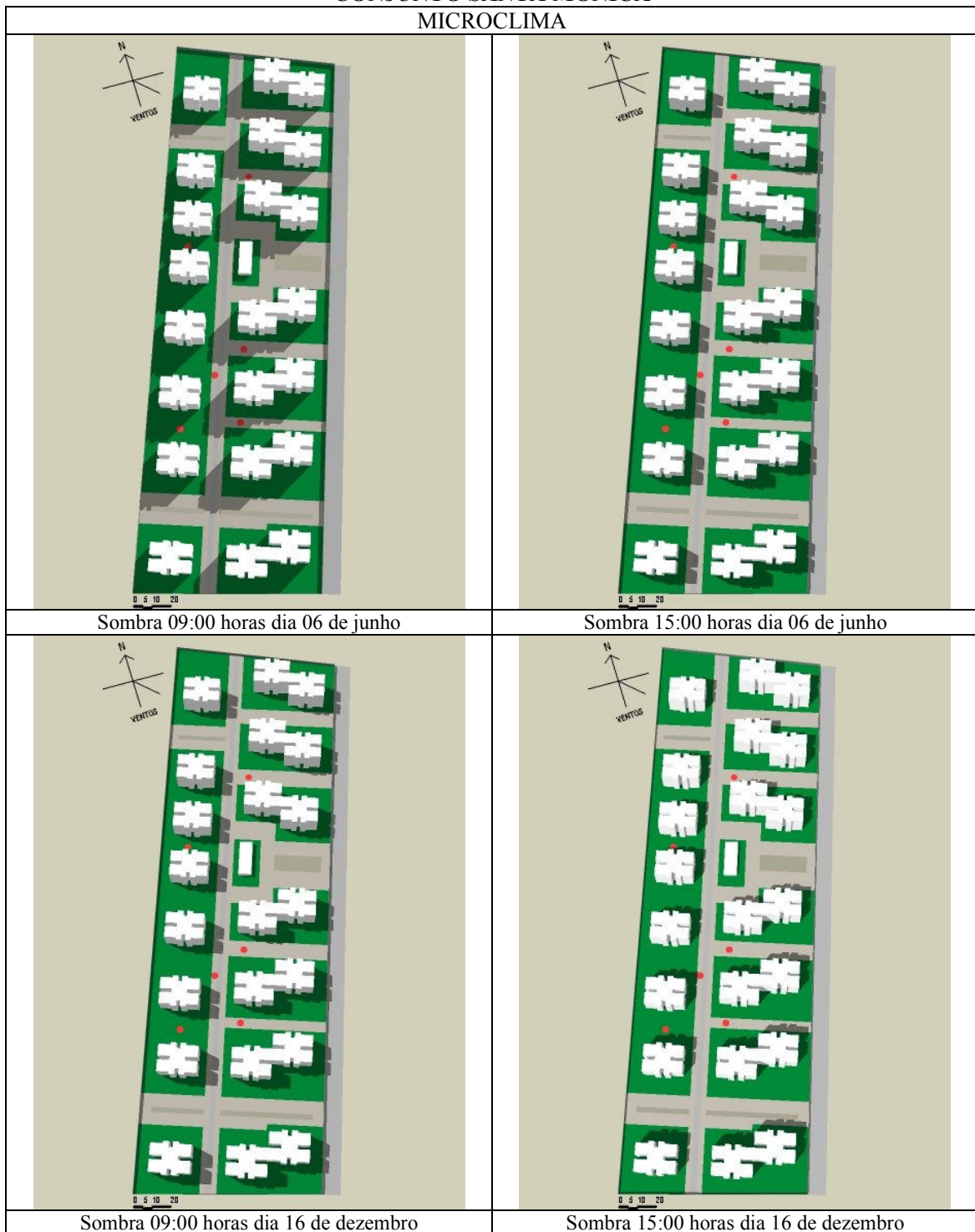


Planta 18 – Planta de locação e materiais de revestimento do conjunto Santa Mônica

	Área (m²)	Percentual (%)	
Terreno	30.367,72	100,00	Taxa de ocupação = 23,00 %
Construída	6.993,37	23,00	
Permeável	10.280,46	33,85	Índice de Aproveitamento = 0,9
Asfaltada	1.110,34	3,65	
Calçamento	7.469,65	24,59	
Pedra portuguesa	3.255,25	10,71	H / W1 = 13,5 / 18,71 = 0,72
Cimentada	1.258,65	4,14	H / W2 = 13,5 / 15 = 0,90
Gramada	9.696,40	31,92	
Solo nu	584,06	1,92	H / W3 = 13,5 / 25,65 = 0,52
Sombra - Árvores	3.500,00	11,52	

Quadro 35 – Dados e áreas do conjunto Santa Mônica

**CENÁRIO C – ZONA LESTE
CONJUNTO SANTA MÔNICA
MICROCLIMA**



Quadro 36 – Estudo das sombras no conjunto (Fonte: <http://sketchup.google.com> , acessado em 15 de março de 2007).

7 O MÉTODO APLICADO

Neste capítulo, apresentamos o desenvolvimento da pesquisa realizada nas áreas externas de conjuntos habitacionais multifamiliares em Teresina, com o objetivo de identificar os principais parâmetros bioclimáticos que possam avaliar as condições microclimáticas geradas no interior dos conjuntos, em função de sua morfologia e do tratamento desses espaços.

As condições microclimáticas existentes nos espaços abertos no interior dos conjuntos são determinantes das condições de utilização dos espaços pelos indivíduos e interferem no desempenho térmico das unidades habitacionais, considerando-se as relações existentes entre os espaços externos e internos.

7.1 ESTUDOS INICIAIS

Esta pesquisa iniciou-se com o estudo do desempenho térmico de apartamentos em conjuntos habitacionais, destinados para pessoas com rendas baixa e média em Teresina. Em Silveira (2005) foram analisados alguns sistemas construtivos e materiais utilizados na construção de edifícios habitacionais de até quatro pavimentos, com o objetivo de investigar quais as soluções mais adequadas ao clima da região tropical subúmida do Brasil. Os valores dos parâmetros propostos pela norma nº 15220 (ABNT, 2005), para a região foram comparados com os valores calculados para cada tipo de edificação escolhido. Verificou-se a inadequação dos conjuntos habitacionais pesquisados aos parâmetros propostos pela norma. De maneira geral, o tamanho das aberturas são menores que as recomendadas; as aberturas e fachadas não são protegidas da radiação solar; as paredes e coberturas não estão adequadas à região; e as estratégias bioclimáticas não foram adotadas. Sobre outros parâmetros relacionados com o entorno e a implantação dos conjuntos, verificou-se que o excesso de áreas pavimentadas e a ausência de vegetação contribuem significativamente para criar um microclima desfavorável, piorando as condições ambientais tanto nas áreas externas como nos ambientes internos. A proximidade das edificações, em alguns casos, compromete a ventilação e iluminação natural dos ambientes internos.

Em seguida, procurou-se estudar as relações entre as áreas externas e internas, em conjuntos habitacionais de Teresina, fazendo-se, ao mesmo tempo, a análise das condições climáticas existentes no interior dos apartamentos e nas áreas externas dos conjuntos.

No Conjunto Bilbao (Silveira & Romero, 2006a), foram feitas as medições de temperatura e umidade relativa do ar simultaneamente, nas áreas internas dos apartamentos e nas áreas externas, nos horários de 09:00, 15:00 e 21:00, e os resultados comparados com os parâmetros recomendados pelo projeto de norma nº 02:136.01.001 (ABNT/COBRACON, 2004) que trata do desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. De acordo com as medições de temperatura e umidade relativa do ar realizadas nos apartamentos, o nível mínimo de desempenho não garante o conforto térmico nas edificações, nas condições de verão, pois, para a região, o critério intermediário (temperatura máxima do ar interior $\leq 29^{\circ}\text{C}$) é recomendado. As áreas externas excessivamente pavimentadas (cerca de 63,0%), poucas áreas verdes (11,40%) e a ausência de árvores no conjunto contribuem para as elevadas temperaturas externas medidas, mesmo no horário noturno. A temperatura elevada das áreas externas medida em todos os horários tem influência direta nas condições de conforto no interior das edificações. As temperaturas do ar dentro dos apartamentos mantiveram-se entre 30 e 35°C durante todo o dia, acima do limite de conforto intermediário (29°C).

Entretanto, verificou-se que as variáveis construtivas envolvidas na pesquisa são de grande ordem, dificultando sensivelmente um estudo mais aprofundado. Partiu-se então para uma investigação mais minuciosa apenas das condições microclimáticas das áreas externas dos conjuntos.

Numa primeira abordagem (Silveira & Romero, 2006b), estudaram-se dois conjuntos habitacionais em Teresina: o Conjunto Santa Marta, construído em 1990 e o Conjunto Hebron, de 1989. O objetivo da pesquisa era verificar se as condições climáticas dos conjuntos podem ser consideradas ilhas de calor na cidade, em função de suas características construtivas. Analisaram-se os seguintes parâmetros em relação ao entorno (densidade construída, topografia e uso do solo), ao conjunto (taxa de ocupação, penetração dos ventos e orientação solar) e às áreas abertas (revestimento do solo, vegetação, relação altura dos edifícios e largura entre eles). Realizaram-se medições de temperatura do ar, umidade relativa, velocidade dos ventos e temperatura radiante em determinados pontos de cada conjunto, durante três dias consecutivos, no período quente e seco, nos horários de 09:00, 15:00 e 21:00 horas, e comparados estes valores com os medidos em estação meteorológica de referência na

cidade. Os resultados mostraram significativa diferença entre os valores medidos nos conjuntos e os encontrados na estação meteorológica de referência, principalmente nos horários de 09:00 e 21:00 horas, caracterizando estes espaços como microclimas urbanos, em função das variáveis estudadas.

7.2 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

As variáveis estudadas nesta pesquisa foram de dois tipos: as climáticas, medidas nos conjuntos e na estação meteorológica de referência e as bioclimáticas, escolhidas de acordo com os parâmetros bioclimáticos analisados e definidos no capítulo cinco (quadro 8, da página 84 e quadro 37, da página 150).

7.2.1 As variáveis climáticas

As variáveis climáticas que foram objeto de investigação consistiram na temperatura do ar, na umidade relativa do ar e na velocidade e direção do vento. Esses três elementos climáticos, associados à radiação solar, interferem diretamente na sensação de conforto térmico e no desempenho térmico das áreas externas.

A temperatura do ar, em qualquer ponto próximo da superfície do solo, depende da quantidade de calor ganho ou perdido pelo solo ou pelas superfícies em contato com o ar. De acordo com Koenigsberger (1977:49), “a troca de calor entre as superfícies e o ar varia entre a noite e o dia, com as estações, a latitude e a época do ano e está sempre influenciada pela quantidade de céu coberto pelas nuvens”.

Durante o dia, como as superfícies se esquentam pela radiação do sol, o ar próximo ao solo fica mais quente e dá origem a correntes ascendentes de ar quente. Durante a noite, principalmente nos dias de céu claro, o solo perde rapidamente o calor para o céu, esfriando-se logo após o pôr-do-sol.

A temperatura do ar é a variável mais conhecida, mas não é a única determinante na sensação de conforto térmico. Para uma mesma temperatura, a sensação varia em função de outras variáveis, como a umidade relativa, velocidade dos ventos, radiação solar e radiação infravermelha do entorno..

A umidade relativa do ar expressa a quantidade de vapor d'água que o ar contém em relação ao máximo que poderia conter a uma determinada temperatura. Indica o potencial de evaporação do ar. A umidade relativa do ar tende a aumentar quando há diminuição da temperatura, e a diminuir quando há aumento da temperatura. Em locais muito úmidos, as nuvens e o vapor d'água reduzem, refletem e absorvem parte da radiação solar, diminuindo a radiação que chega ao solo e atenuando as temperaturas extremas. Em locais secos, os dias tendem a ser muito quentes e as noites, muito frias.

Junto com a temperatura, a umidade é um dos elementos climáticos que interferem na sensação de conforto térmico. Pequenas variações de temperaturas são notadas quando a umidade é alta, ao passo que, quando a umidade é baixa, grandes variações de temperatura são suportáveis.

O movimento de grandes massas de ar tem origem nas diferenças da pressão atmosférica provocadas pelas diferenças de temperatura do ar. De maneira global, os ventos são gerados pela circulação geral das massas de ar. Em cada local, entretanto, os ventos podem ser alterados pelas diferenças de pressão resultantes das diferenças do relevo e da presença de mares e continentes.

Nas áreas urbanas, a velocidade do ar sofre modificações devido à rugosidade do solo e à presença de obstáculos à passagem do vento, que alteram o modelo de circulação do ar e a sua velocidade.

Junto com a temperatura e a umidade relativa do ar, a velocidade do vento é importante na sensação de conforto, por acelerar as perdas de calor do corpo humano.

7.2.2 Variáveis bioclimáticas

As variáveis bioclimáticas dos diversos conjuntos habitacionais foram escolhidas com base na bibliografia e por terem influência no desempenho térmico desses conjuntos. Foram consideradas como os parâmetros necessários para a avaliação desses empreendimentos. Na construção do conjunto de parâmetros utilizados na pesquisa, consideraram-se duas escalas: a local, no âmbito do bairro onde se localiza o conjunto, e a microescala do conjunto (quadro 37). Para cada caso, foram feitos os levantamentos in loco e cálculos necessários para a caracterização do bairro e do conjunto.

Na escala do bairro, os parâmetros escolhidos foram:

- i. A topografia do bairro - declividade média e expressa em forma de porcentagem;
- ii. A taxa de ocupação - a porcentagem da área do terreno ocupada pela projeção horizontal das edificações;
- iii. Uso predominante do solo - residencial, comercial, serviços, etc.;
- iv. Cobertura do solo – descrição dos tipos predominantes de cobertura do solo, ruas, vegetação, etc.;
- v. Área impermeável - representa a porcentagem de área pavimentada, nas ruas, calçadas ou outras áreas;
- vi. Área permeável - áreas não edificadas e não pavimentadas e que permitem a infiltração da água de chuva;
- vii. Altitude média do bairro;
- viii. Zona climática urbana – classificação das formas de áreas urbanas, em função de sua capacidade de ter impacto no clima local (Oke, 2004);
- ix. Rugosidade – classificação de acordo com Davenport (2000 apud Oke, 2004).

Na microescala do conjunto, os parâmetros escolhidos para caracterizar o conjunto foram os seguintes:

- i. A taxa de ocupação - a porcentagem da área do terreno ocupada pela projeção horizontal das edificações;
- ii. Área pavimentada – porcentagem da área do conjunto com revestimento do solo considerado impermeável, como calçamento, cimentado, pedra portuguesa, asfalto, etc.;
- iii. Área permeável - áreas não edificadas e não pavimentadas e que permitem a infiltração da água de chuva, como grama ou solo nu;
- iv. Área sombreada – porcentagem da área do conjunto sombreada pela copa das árvores ou por coberturas que servem para abrigo de carros;
- v. Altitude média do conjunto;
- vi. Rugosidade – classificação de acordo com Davenport (2000 apud Oke, 2004);

- vii. Geometria do cânion – relação H/W entre a altura dos edifícios e a largura do espaço entre eles;
- viii. Material de revestimento dos espaços abertos dos conjuntos, em termos percentuais;
- ix. Emissividade das superfícies dos materiais de revestimento do solo;
- x. Refletividade dos materiais de revestimento do solo;
- xi. Orientação solar dos espaços abertos;
- xii. Altura média dos edifícios;
- xiii. Orientação solar das edificações;
- xiv. Refletividade dos materiais de revestimento das fachadas.

O quadro 37 com o modelo dos parâmetros bioclimáticos é apresentado a seguir, e os quadros 42 a 50, com os dados levantados de cada conjunto estão no final desse capítulo.

INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL					
ESCALA	ESPAÇO	PARÂMETRO BIOCLIMÁTICO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
LOCAL	BAIRRO	Topografia	%	Declividade	< 2% - ruim entre 2 e 7% - ideal
		Taxa de ocupação	%	Quantidade de área construída por m ²	Pequena, média e grande
		Uso do solo (predominante)	-	Residencial, comercial, industrial, etc	-
		Cobertura do solo (descritivo)	-	Geral, ruas, vegetação, pavimentos, etc	-
		Área impermeável	%	-	Pequena, média e grande
		Área permeável	%	-	Pequena, média e grande
		Altitude média	m		
		Zona climática urbana	-	Classificação de acordo com Oke	De 1 a 7
		Rugosidade	--	De acordo com Davemport	De 4 a 8
MICROESCALA	CONJUNTO	Taxa de ocupação	%	-	Pequena, média e grande
		Área pavimentada	%	-	Pequena, média e grande
		Área permeável	%	-	Pequena, média e grande
		Área sombreamento	%	-	Pequena, média e grande
		Altitude	m	-	-
		Rugosidade	-	De acordo com Davemport	-
	ESPAÇOS ABERTOS	Geometria do cânion	H/W	Relação altura das vias / largura edifícios	H < W H = W H > W
		Material de revestimento	%	Tipo do material	-
		Emissividade	E	-	-
		Albedo	-	-	-
		Orientação solar	-	Eixo N/S, L/O	-
	EDIFÍCIO	Altura média	m	-	-
		Orientação solar	-	Eixo N/S, L/O	-
		Materiais das fachadas		Refletividade	-

Quadro 37 – indicador de sustentabilidade ambiental - parâmetros para avaliação de conjuntos habitacionais.

7.3 OS CONJUNTOS PESQUISADOS: PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS

Para cada conjunto, foram levantados todos os parâmetros BIOCLIMÁTICOS que interferem no seu desempenho térmico, conforme modelo citado anteriormente (quadro 37). O quadro 38 apresenta um resumo das principais características dos conjuntos, de acordo com os quadros apresentados anteriormente,

Zona	Conjunto	Taxa de ocup. (%)	Área perm. (%)	Área pavim. (%)	Área sombr. (%)	H/W (maior)	H/W (menor)	Pilotis
Norte	1-Barcelona	23,70	24,35	50,85	2,53	2,25	2,07	não
	2-Galiléia	57,90	2,19	37,60	0,00	3,37	-	sim
	3-Marquês	33,64	6,46	59,90	11,78	2,64	0,35	não
Sul	4-Cristo Rei	25,00	23,11	51,15	26,20	1,08	0,79	não
	5-Hebron	44,58	17,42	36,94	11,52	2,41	2,05	não
	6-Monte Líbano	17,20	41,70	40,48	10,75	2,25	0,67	não
Leste	7-Imperial Park	21,21	28,32	47,98	0,00	1,68	0,60	não
	8-Jardim Jockey	33,30	22,19	43,76	10,90	0,73	-	sim
	9-Santa Mônica	23,00	33,85	43,09	11,52	0,90	0,52	não

Quadro 38 – Resumo das principais variáveis bioclimáticas dos conjuntos (dados brutos)

Os dados calculados para cada conjunto foram classificados por faixas de valores, a fim de facilitar a comparação entre as nove áreas (quadro 39).

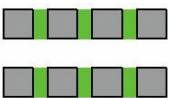

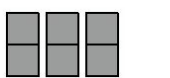
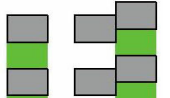


ZONAS	NORTE			SUL			LESTE				
	CONJUNTOS										
VARIÁVEIS BIOCLIMÁTICAS	Classe	Valor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Taxa ocupação (%)	Pequena	< 30	X			X		X	X		X
	Média	30 a 50			X		X			X	
	Grande	> 50		X							
Área permeável (%)	Pequena	< 30	X	X	X	X	X		X	X	
	Média	30 a 50						X			X
	Grande	> 50									
Área pavimentada (%)	Pequena	< 30									
	Média	30 a 50		X			X	X	X	X	X
	Grande	> 50	X		X	X					
Área sombreada (%)	Pequena	< 10	X	X			X		X		
	Média	10 a 20			X			X		X	X
	Grande	20 a 30				X					
H/W	-	maior	2,25	3,37	2,55	1,08	2,41	2,25	1,68	0,73	0,90
H/W	-	menor	2,07	-	0,35	0,79	2,05	0,67	0,60	-	0,52
Pilotis	-	-	não	sim	não	Não	não	não	não	Sim	Não

Legenda: (1) Barcelona; (2) Galiléia; (3) Marques de Paranaguá; (4) Cristo Rei; (5) Hebron; (6) Monte Líbano; (7) Imperial Park; (8) Jardim Jockey; (9) Santa Mônica.

Quadro 39 – Classificação das variáveis bioclimáticas dos conjuntos.

Considerando todos os conjuntos, a maioria possui taxa de ocupação e área permeável pequenas e área pavimentada média. Apenas um conjunto possui área sombreada grande, e dois conjuntos não possuem área verde.

Em termos de arranjo dos prédios no terreno, podemos classificar os conjuntos em seis tipos, que têm influência no aporte da radiação solar e dos ventos (quadro 40). Essa classificação levou em consideração a posição relativa dos prédios entre si e em relação às áreas destinadas ao estacionamento e às áreas verdes. Se os prédios obedecem a uma distância fixa ou variável entre eles e se são isolados ou agrupados em dois ou três.

ARRANJO GERAL	DESCRIÇÃO	CONJUNTOS
	Prédios dispostos em torno de área central pavimentada para estacionamento e área verde entre os blocos.	Imperial Park Marquês de Paranaguá Monte Líbano
	Prédios dispostos em torno de área central com vegetação e estacionamento nas laterais; prédios com pilotis.	Jardim Jockey
	Prédios dispostos com pequena distância fixa entre eles e estacionamento nos pilotis.	Galiléia Hebron
	Prédios dispostos com distância variável, estacionamento na área central e entre os prédios e área verde entre os blocos.	Santa Mônica
	Prédios dispostos três a três, com grande área pavimentada entre os blocos.	Barcelona
	Prédios dispostos em torno de área central com vegetação e estacionamento nas laterais.	Cristo Rei

Quadro 40 – Tipos de arranjo geral dos prédios nos conjuntos.

7.4 A PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa de campo foi realizada em dois períodos distintos do ano de 2006, considerando as diferenças climáticas existentes entre o primeiro e o segundo semestres do ano. Analisaram-se nove conjuntos na cidade; três por cada zona. As medições foram efetuadas simultaneamente nos três conjuntos de cada zona, por três equipes de

pesquisadores, com três conjuntos de equipamentos iguais e aferidos. Em cada semestre, fizeram-se medições durante três dias consecutivos em cada conjunto, em seis pontos distintos de cada um.

7.4.1 Equipamentos e medidas

Para realização desta pesquisa, foram adquiridos três conjuntos de equipamentos compostos por um termo-higrômetro, um anemômetro, uma bússola, uma biruta e uma sombrinha para as medições das variáveis climáticas nos conjuntos. Os equipamentos, princípios e métodos de medições empregados são descritos a seguir.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram medidas com um termo-higrômetro da marca INSTRUTERM, modelo HTR-157, que registra os dados de temperatura do ar entre -20° e 60°C e de umidade entre 10 e 95% (foto 25). O tempo de resposta da umidade entre 45 e 95% é $\leq 3\text{min}$ e de 95 a 45%, $\leq 5\text{min}$, e da temperatura é de $1^{\circ}\text{C}/2$ segundos. Esse modelo de termo-higrômetro possui datalogger, mas não foi utilizado na pesquisa. Uma sombrinha era utilizada nos locais onde havia radiação solar direta, para proteger os equipamentos.



Foto 25 – Termo-higrômetro

O anemômetro usado para medição da velocidade do ar era da marca INSTRUTHERM, modelo AD-145, do tipo digital com ventoinha, que registra a velocidade do vento em quatro unidades. A unidade aplicada foi metros por segundo (m/s), com

resolução de 0,1 e escala entre 0.0 e 45,0m/s (foto 26). O tempo de estabilização recomendado para aferimento da medida é de 4 segundos.



Foto 26 – Anemômetro

Para determinação da direção do vento, construiu-se uma biruta, com haste de aço inox, que se apóia em pedestal de ferro com altura de 1,0m. A direção predominante do vento é lida sobre uma cartela contendo circunferência com subdivisões a cada 5° (foto 27). A cartela deve ser, inicialmente, orientada para o norte magnético com o auxílio de uma bússola.



Foto 27 – Biruta

A temperatura radiante média e a temperatura superficial dos materiais de revestimento do solo não foram medidas por não haver disponibilidade dos equipamentos necessários. O resultados dessas medições poderiam ajudar na caracterização da radiação

térmica existente nos pontos pesquisados em cada conjunto e que têm influência na sensação de conforto térmico dos pesquisadores.

7.4.2 Instrumentos de investigação

Para a realização da pesquisa de campo, foram elaboradas duas planilhas, uma para o registro dos dados climáticos nos conjuntos e outra para o registro dos parâmetros que representam as variáveis bioclimáticas de cada conjunto.

A planilha para coleta de dados climáticos (apêndice B) é composta de um cabeçalho no qual se identifica o conjunto e o dia em que foi realizada a medição e de uma tabela na qual são registradas as medições dos elementos climáticos (temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar, direção dos ventos), da nebulosidade, da sensação térmica do pesquisador e da insolação, para cada horário e para cada um dos seis pontos escolhidos no conjunto. Para cada dia de medição se utilizou uma planilha diferente.

Os elementos climáticos são medidos pelos equipamentos descritos anteriormente. Os outros dados são verificados pelo pesquisador.

A nebulosidade é descrita de acordo com o seguinte critério (MASCARÓ, 1991, p.133): (1) céu claro – abóbada celeste coberta com nuvens em menos de 1/3 de sua superfície; (2) céu parcialmente nublado – abóbada celeste coberta com nuvens entre 1/3 e 2/3 de sua extensão; (3) céu nublado – abóbada celeste coberta com nuvens em mais de 2/3 de sua extensão; e (4) céu encoberto – quando a abóbada celeste está totalmente coberta por nuvens.

A sensação térmica do pesquisador é registrada, em cada ponto e horário, considerando-se as seguintes sensações: agradável, quente ou muito quente. Todos os pesquisadores eram pessoas aclimatadas ao clima da região, usavam roupas leves, realizavam atividade considerada moderada e não apresentavam problemas de saúde.

A insolação registra se o ponto onde se realizou a medição está no sol, na sombra ou se era à noite.

A planilha para caracterização dos conjuntos (quadros 42 a 50) contém os dados das variáveis bioclimáticas que foram levantadas em cada um dos nove conjuntos, em levantamentos feitos in loco, calculados ou retirados de plantas ou mapas. Constituem os

parâmetros, descritos anteriormente, que caracterizam cada conjunto e o bairro onde se localizam.

7.4.3 Procedimentos e testes

Após a elaboração das planilhas, os procedimentos com vistas à pesquisa de campo foram especificados e os pesquisadores responsáveis pela execução foram treinados.

Antes da pesquisa de campo, realizou-se um pré-teste com os pesquisadores, em uma área aberta, para testar a instalação e uso dos equipamentos e o preenchimento da planilha de registro dos dados climáticos. A pesquisa foi realizada por três grupos de dois pesquisadores, de maneira que, simultaneamente, eram tomadas as medidas dos elementos climáticos em três conjuntos localizados em uma mesma zona da cidade. Antes do dia das medições, era feita uma visita em cada conjunto, com os pesquisadores, para o reconhecimento do local e a localização dos pontos onde seriam efetuadas as medições.

Os equipamentos adquiridos para a pesquisa com certificado de calibração foram fornecidos pela INSTRUTREM e eram aferidos periodicamente ao longo do trabalho.

7.4.3.1 Execução da pesquisa de campo

Realizaram-se medições dos elementos climáticos nas áreas externas dos conjuntos habitacionais, previamente escolhidos, em dois períodos do ano. As primeiras, nos meses de maio e junho de 2006, no período quente e úmido (1º semestre) do ano, e, depois, nos meses de novembro e dezembro do mesmo ano, no período quente e seco (2º semestre), (quadro 41).

ZONA	CONJUNTOS	DATA MEDIÇÕES	
		1º SEMESTRE	2º SEMESTRE
NORTE	Barcelona Galiléia Marquês de Paranaguá	24, 25 e 26 de maio	13, 14 e 15 de novembro
SUL	Cristo Rei Hebron Monte Líbano	31 maio, 01 e 02 de junho	06, 07 e 08 de dezembro
LESTE	Imperial Park Jardim Jockey Santa Mônica	05, 06 e 07 de junho	15, 16 e 17 de dezembro

Quadro 41 - Data das medições por zona da cidade e semestre do ano (2006).

Em cada conjunto, foram selecionados seis pontos onde se realizaram as medições por um período de três dias consecutivos em uma mesma semana, nos horários de 09:00, 15:00 e 21:00 horas (de acordo com recomendação da OMM). Os elementos climáticos medidos foram a temperatura do ar, a umidade relativa, a velocidade e a direção dos ventos.

Fez-se a escolha dos seis pontos em cada conjunto procurando contemplar os diversos tipos de revestimentos do solo encontrados em cada um, bem como a variedade de situações das áreas abertas, entre duas edificações ou não. O tempo necessário para percorrer os seis pontos e realizar as medições foi também um fator limitante do número de pontos.

Esses dados foram comparados com os valores medidos nos mesmos dias e horários na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET em Teresina, situada em área da Empresa brasileira de Pesquisas Agropecuárias - EMBRAPA, com baixa densidade populacional e pouca área construída.

Nos três conjuntos localizados em uma mesma zona da cidade, as medições foram feitas simultaneamente pelas três equipes de pesquisadores, que se deslocavam independentemente, de maneira que o trabalho fosse iniciado no horário previsto. Cada equipe levava seu conjunto de equipamentos e uma prancheta com a planilha para o registro dos dados e a planta de situação com os pontos predeterminados onde seriam procedidas as medições (foto 28).

Chegando ao local, a equipe dirigia-se ao 1º ponto e instalava a biruta com a cartela de medição orientada para o norte com o auxílio da bússola e, em seguida, era feito o primeiro registro de velocidade e direção do vento. Após a estabilização do termo-higrômetro, era providenciado o registro da temperatura do ar e da umidade relativa a uma altura de, aproximadamente, 1,10m do solo.

Fazia-se, então, uma nova medida da velocidade e direção do ar. A velocidade medida era considerada a velocidade da rajada de ar no momento da medição. A direção do vento era lida simultaneamente na biruta. Nos casos de velocidade do ar nula, a última posição da direção do vento era registrada. Portanto, há sempre o registro de direção do vento, mesmo no caso de velocidade igual a zero. A nebulosidade, a insolação e a sensação térmica do pesquisador eram também registradas para cada ponto. O mesmo procedimento era feito, então, para os outros pontos do conjunto. O tempo previsto para o trabalho de coleta dos dados nos seis pontos era de, aproximadamente, 30 minutos.

A direção do vento registrada pela biruta era corrigida posteriormente em relação ao norte verdadeiro, considerando-se a declinação magnética da cidade de Teresina, para 2006.



Foto 28 –Equipe de medição no conjunto (2006).

7.4.3.2 Incertezas experimentais

Algumas incertezas experimentais podem ser levantadas no que se refere a erros durante a leitura e registro das medições. Mas, quando do tratamento estatístico dos dados, os possíveis erros e as discrepâncias acentuadas foram detectados e retirados ou recalculados.

Os dados de sensação térmica são pessoais e dependem muito do indivíduo; portanto, pode haver diferenças em cada situação. Como houve um intervalo de quase seis meses entre as primeiras medições e as segundas, as três equipes não foram compostas pelas mesmas pessoas nos dois períodos. Apesar de os pesquisadores terem sido treinados, não se pode assegurar a padronização no registro dos resultados.

A seguir estão os quadros 42 a 50, com os dados de cada conjunto, que compõe os quadros dos indicadores de sustentabilidade de cada um, conforme modelo apresentado nos capítulos cinco (quadro 8) e sete (quadro 37).

INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL – CONJUNTO BARCELONA					
ESCALA	ESPAÇO	PARÂMETRO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VALOR
LOCAL	BAIRRO	Topografia	%	Declividade	2,6%
		Densidade construída (taxa de ocupação)	m ² /ha %	Quantidade de área construída por hectare	36,32%
		Uso do solo (predominante)	-	Residencial, comercial, industrial, etc	Residencial
		Cobertura do solo (descritivo)	-	Geral, ruas, vegetação, pavimentos, etc	Residências ½ pav., cond. 4 pav. e ruas calçadas/asfaltadas
		Área impermeável	%	Ruas, calçadas	17,40%
		Área permeável	%	Vegetação ou solo nu	46,28%
		Altitude média	m		77m
		Zona climática urbana	-	Classificação de acordo com Oke (2004)	5
		Rugosidade	-	De acordo com Davempport	6
MICROESCALA	CONJUNTO	Densidade (taxa de ocupação)	m ² /ha	Quantidade de área construída por hectare	23,78%
		Área permeável	%	Gramma, solo nu	24,35%
		Área sombreamento	%	Árvores, abrigo carro	2,53%
		Altitude	M		77m
		Rugosidade	-	De acordo com Davempport	7
	ESPAÇOS ABERTOS	Geometria do cânion	H/W	Relação altura das vias / largura edifícios	2,07 2,25
		Material de revestimento	%	Tipo do material	Calçamento = 41,00% Cimentado = 9,85% Solo nu = 24,35 %
		Emissividade	-		Calçamento = 0,90 Cimentado = 0,90 Solo nu=0,90
		Albedo	-		Calçamento = 0,30 Cimentado = 0,20 Solo nu =0,40
		Orientação solar	-		Eixo L/O
		Orientação aos ventos	-		Inclinado
	EDIFÍCIOS	Altura média	m		13,5 m
		Orientação solar	-	Norte, sul, leste, oeste	Eixo N/S
		Materiais das fachadas	-	Refletividade	Reboço branco = 0,80
		Pilotis			Não

Quadro 42 – Conjunto Barcelona – indicador de sustentabilidade ambiental

INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL – CONJUNTO GALILÉIA					
ESCALA	ESPAÇO	PARÂMETRO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VALOR
LOCAL	BAIRRO	Topografia	%	Declividade	2,6%
		Densidade construída (taxa de ocupação)	m ² /ha %	Quantidade de área construída por hectare	37,7%
		Uso do solo (predominante)	-	Residencial, comercial, industrial, etc	Residencial Aeroporto
		Cobertura do solo (descritivo)	-	Geral, ruas, vegetação, pavimentos, etc	Residências ½ pav., cond. 4 pav. e ruas calçadas/asfaltadas
		Área impermeável	%	Ruas, calçadas	15,04%
		Área permeável	%	Vegetação ou solo nu	47,24%
		Altitude média	m		69 m
		Zona climática urbana	-	Classificação de acordo com Oke (2004)	5
		Rugosidade	-	De acordo com Davemport	6
MICROESCALA	CONJUNTO	Densidade (taxa de ocupação)	m ² /há	Quantidade de área construída por hectare	57,90%
		Área permeável	%	Gramma, solo nu	2,19%
		Área sombreamento	%	Árvores, abrigo carro	-
		Altitude	m		69m
		Rugosidade	-	De acordo com Davemport	7
	ESPAÇOS ABERTOS	Geometria do cânion	H/W	Relação altura das vias / largura edifícios	3,37
		Material de revestimento	%	Tipo do material	Bloquet = 30,00% Cimentado = 7,60% Gramma = 2,19%
		Emissividade	-		Bloquet = 0,90 Cimentado = 0,90 Gramma = 0,95
		Albedo	-		Bloquet = Cimentado = 0,20 Gramma = 0,25
		Orientação solar	-		Eixo N/S
		Orientação aos ventos	-		Paralelo
	EDIFÍCIOS	Altura média	m		13,50m
		Orientação solar	-	Norte, sul, leste, oeste	Eixo N/S
		Materiais das fachadas	-	Refletividade	Reboco branco = 0,80
		Pilotis			Sim

Quadro 43 – Conjunto Galiléia – indicador de sustentabilidade ambiental

INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL – CONJUNTO MARQUÊS DE PARANAGUÁ					
ESCALA	ESPAÇO	PARÂMETRO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VALOR
LOCAL	BAIRRO	Topografia	%	Declividade	1,6%
		Densidade construída (taxa de ocupação)	m ² /ha	Quantidade de área construída por hectare	37,96%
		Uso do solo (predominante)	-	Residencial, comercial, industrial, etc	Residencial Comercial/serviços
		Cobertura do solo (descritivo)	-	Geral, ruas, vegetação, pavimentos, etc	Residências ½ pav., cond. 4 pav. e ruas calçadas/asfaltadas
		Área impermeável	%	Ruas, calçadas	17,72%
		Área permeável	%	Vegetação ou solo nu	44,32%
		Altitude média	m		81m
		Zona climática urbana	-	Classificação de acordo com Oke (2004)	5
		Rugosidade	-	De acordo com Davemport	6
MICROESCALA	CONJUNTO	Densidade (taxa de ocupação)	m ² /ha	Quantidade de área construída por hectare	33,64%
		Área permeável	%	Gramma, solo nu	6,46%
		Área sombreamento	%	Árvores, abrigo carro	11,78%
		Altitude	m		80m
		Rugosidade	-	De acordo com Davemport	7
	ESPAÇOS ABERTOS	Geometria do cânion	H/W	Relação altura das vias / largura edifícios	2,64 0,35
		Material de revestimento	%	Tipo do material	Calçamento = 32,60% Cimentado = 7,73% Pedra portuguesa = 6,30% Pedra campo maior = 11,69% Gramma = 6,46% Seixo = 0,95%
		Emissividade	-	-	Calçamento = 0,90 Cimentado = 0,90 Pedra portuguesa = 0,90 Pedra campo maior = 0,90 Gramma = 0,95 Seixo = 0,90
		Albedo	-	-	Calçamento = 0,30 Cimentado = 0,20 Pedra portuguesa = 0,40 Pedra campo maior = 0,30 Gramma = 0,25 Seixo = 0,40
		Orientação solar	-	-	Eixo L/O
		Orientação aos ventos	-	-	Inclinado
		Altura média	m	-	13,5 m
	EDIFÍCIOS	Orientação solar	-	Norte, sul, leste, oeste	Eixo N/S Eixo L/O
		Materiais das fachadas	-	Refletividade	Reboco branco = 0,80
		Pilotis	-	-	Não

Quadro 44 – Conjunto Marquês de Paranaguá – indicador de sustentabilidade ambiental

INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL – CONJUNTO CRISTO REI						
ESCALA	ESPAÇO	PARÂMETRO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VALOR	
LOCAL	BAIRRO	Topografia	%	Declividade		
		Densidade construída (taxa de ocupação)	m ² /ha %	Quantidade de área construída por hectare	19,44%	
		Uso do solo (predominante)	-	Residencial, comercial, industrial, etc	Residencial	
		Cobertura do solo (descritivo)	-	Geral, ruas, vegetação, pavimentos, etc	Residências e ruas calçadas	
		Área impermeável	%	Ruas, calçadas	10,40%	
		Área permeável	%	Vegetação ou solo nu	70,16%	
		Altitude média	m			
		Zona climática urbana	-	Classificação de acordo com Oke (2004)	5	
		Rugosidade	-	De acordo com Davempport	6	
MICROESCALA	CONJUNTO	Densidade (taxa de ocupação)	m ² /ha	Quantidade de área construída por hectare	25,00%	
		Área permeável	%	Gramma, solo nu	23,11%	
		Área sombreamento	%	Árvores, abrigo carro	26,20%	
		Altitude	m			
		Rugosidade	-	De acordo com Davempport		
	ESPAÇOS ABERTOS	Geometria do cânion	H/W	Relação altura das vias / largura edifícios	1,08 0,79	
		Material de revestimento	%	Tipo do material	Calçamento = 34,39% Cimentado = 5,44% Pedra portuguesa = 11,32% Gramma = 23,11%	
		Emissividade	-		Calçamento = 0,90 Cimentado = 0,90 Pedra portuguesa = 0,90 Gramma = 0,95	
		Albedo	-		Calçamento = 0,30 Cimentado = 0,20 Pedra portuguesa = 0,40 Gramma = 0,25	
		Orientação solar	-		Eixo L/O	
		Orientação aos ventos	-		Inclinado	
		EDIFÍCIOS	Altura média	m		13,5 m
			Orientação solar	-	Norte, sul, leste, oeste	Eixo L/O
			Materiais das fachadas	-	Refletividade	Reboco branco = 0,80
			Pilotis			Não

Quadro 45 – Conjunto Cristo Rei – indicador de sustentabilidade ambiental

INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL – CONJUNTO HEBRON					
ESCALA	ESPAÇO	PARÂMETRO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VALOR
LOCAL	BAIRRO	Topografia	%	Declividade	1,80%
		Densidade construída (taxa de ocupação)	m ² /ha %	Quantidade de área construída por hectare	41,96%
		Uso do solo (predominante)	-	Residencial, comercial, industrial, etc	Residencial e comercial
		Cobertura do solo (descritivo)	-	Geral, ruas, vegetação, pavimentos, etc	Casas de ½ pav., áreas verdes e ruas calçadas/asfaltadas
		Área impermeável	%	Ruas, calçadas	20,64
		Área permeável	%	Vegetação ou solo nu	37,40
		Altitude média	m		86m
		Zona climática urbana	-	Classificação de acordo com Oke (2004)	5
		Rugosidade	-	De acordo com Davemport	6
MICROESCALA	CONJUNTO	Densidade (taxa de ocupação)	m ² /ha	Quantidade de área construída por hectare	44,58%
		Área permeável	%	Gramma, solo nu	17,42%
		Área sombreamento	%	Árvores, abrigo carro	11,52%
		Altitude	m		86m
		Rugosidade	-	De acordo com Davemport	7
	ESPAÇOS ABERTOS	Geometria do cânion	H/W	Relação altura das vias / largura edifícios	2,05 2,41
		Material de revestimento	%	Tipo do material	Asfalto = 22,13% Cimentado = 14,81% Solo nu = 17,42%
		Fator de visão do céu	Ψ		
		Emissividade	-		Asfalto = 0,95 Cimentado = 0,90 Solo nu = 0,90
		Albedo	-		Asfalto = 0,10 Cimentado = 0,20 Solo nu = 0,40
		Orientação solar	-		Eixo L/O
	EDIFÍCIOS	Orientação aos ventos	-		Inclinado
		Altura média	m		13,5 m
		Orientação solar	-	Norte, sul, leste, oeste	Eixo L/O
		Materiais das fachadas	-	Refletividade	Reboco branco = 0,80
		Pilotis			Não

Quadro 46 – Conjunto Hebron – indicador de sustentabilidade ambiental

INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL – CONJUNTO MONTE LÍBANO					
ESCALA	ESPAÇO	PARÂMETRO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VALOR
LOCAL	BAIRRO	Topografia	%	Declividade	
		Densidade construída (taxa de ocupação)	m ² /ha %	Quantidade de área construída por hectare	23,84%
		Uso do solo (predominante)	-	Residencial, comercial, industrial, etc	Residencial
		Cobertura do solo (descritivo)	-	Geral, ruas, vegetação, pavimentos, etc	Residências e ruas calçadas/asfaltadas
		Área impermeável	%	Ruas, calçadas	
		Área permeável	%	Vegetação ou solo nu	
		Altitude média	m		
		Zona climática urbana	-	Classificação de acordo com Oke (2004)	
MICROESCALA	CONJUNTO	Densidade (taxa de ocupação)	m ² /ha	Quantidade de área construída por hectare	17,20%
		Área permeável	%	Gramma, solo nu	41,70%
		Área sombreamento	%	Árvores, abrigo carro	10,75%
		Altitude	m		
		Rugosidade	-	De acordo com Davemport	
	ESPAÇOS ABERTOS	Geometria do cânion	H/W	Relação altura das vias / largura edifícios	0,67 2,25
		Material de revestimento	%	Tipo do material	Calçamento = 30,70% Cimentado = 9,78% Gramma = 15,97% Solo nu = 25,73%
		Fator de visão do céu	Ψ		
		Emissividade	-		Calçamento = 0,90 Cimentado = 0,90 Gramma = 0,95 Solo nu = 0,90
		Albedo	-		Calçamento = 0,30 Cimentado = 0,20 Gramma = 0,25 Solo nu = 0,40
		Orientação solar	-		
	EDIFÍCIOS	Orientação aos ventos	-		SE
		Altura média	m		13m
		Orientação solar	-	Norte, sul, leste, oeste	
		Materiais das fachadas	-	Refletividade	
		Pilotis			Não

Quadro 47 – Conjunto Monte Líbano – indicador de sustentabilidade ambiental

INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL – CONJUNTO IMPERIAL PARK						
ESCALA	ESPAÇO	PARÂMETRO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VALOR	
LOCAL	BAIRRO	Topografia	%	Declividade	2,0%	
		Densidade construída (taxa de ocupação)	m ² /ha	Quantidade de área construída por hectare	36,84%	
		Uso do solo (predominante)	-	Residencial, comercial, industrial, etc	Residencial	
		Cobertura do solo (descritivo)	-	Geral, ruas, vegetação, pavimentos, etc	Casas ½ pavimentos Edifícios 4 pav. Lotes não construídos	
		Área impermeável	%	Ruas, calçadas	22,44%	
		Área permeável	%	Vegetação ou solo nu	40,72%	
		Altitude média	m		112 m	
		Zona climática urbana	-	Classificação de acordo com Oke (2004)	5	
MICROESCALA	CONJUNTO	Densidade (taxa de ocupação)	m ² /ha	Quantidade de área construída por hectare	21,21%	
		Área permeável	%	Gramma, solo nu	28,32%	
		Área sombreamento	%	Árvores, abrigo carro	-	
		Altitude	m		112 m	
		Rugosidade	-	De acordo com Davemport	6	
	ESPAÇOS ABERTOS	Geometria do cânion	H/W	Relação altura das vias / largura edifícios	0,60 1,68	
		Material de revestimento	%	Tipo do material	Calçamento = 37,26% Cimentado = 12,51% Solo nu = 28,32%	
		Emissividade	-		Calçamento = 0,90 Cimentado = 0,90 Solo nu = 0,90	
		Albedo	-		Calçamento = 0,30 Cimentado = 0,20 Solo nu = 0,40	
		Orientação solar	-		Eixo N/S	
		Orientação aos ventos	-		Inclinado	
		EDIFÍCIOS	Altura média	m		13,5 m
			Orientação solar	-	Norte, sul, leste, oeste	Eixo E/L
			Materiais das fachadas	-	Refletividade	Reboco branco = 0,80
Pilotis				Não		

Quadro 48 – Conjunto Imperial Park – indicador de sustentabilidade ambiental

INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL – CONJUNTO JARDIM JÓCKEY					
ESCALA	ESPAÇO	PARÂMETRO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VALOR
LOCAL	BAIRRO	Topografia	%	Declividade	1,4%
		Densidade construída (taxa de ocupação)	m ² /ha %	Quantidade de área construída por hectare	22,24%
		Uso do solo (predominante)	-	Residencial, comercial, industrial, etc	Residencial
		Cobertura do solo (descritivo)	-	Geral, ruas, vegetação, pavimentos, etc	Casas com 1 ou 2 pav., lotes não edificados, edifícios altos, ruas asfaltadas ou calçadas
		Área impermeável	%	Ruas, calçadas	
		Área permeável	%	Vegetação ou solo nu	
		Altitude média	m		
		Zona climática urbana	-	Classificação de acordo com Oke (2004)	5
		Rugosidade	-	De acordo com Davempport	6
		MICROESCALA	CONJUNTO	Densidade (taxa de ocupação)	m ² /há
Área permeável	%			Gramas, solo nu	
Área sombreamento	%			Árvores, abrigo carro	
Altitude	m				
Rugosidade	-			De acordo com Davempport	
ESPAÇOS ABERTOS	Geometria do cânion		H/W	Relação altura das vias / largura edifícios	
	Material de revestimento		%	Tipo do material	Calçamento = 31,81% Cimentado = 2,81% Pedra portuguesa = 4,14% Grama = 22,19%
	Emissividade		-		Calçamento = 0,90 Cimentado = 0,90 Pedra portuguesa = 0,90 Grama = 0,95
	Albedo		-		Calçamento = 0,30 Cimentado = 0,20 Pedra portuguesa = 0,40 Grama = 0,25
	Orientação solar		-		Eixo L/O
	Orientação aos ventos		-		Inclinado
EDIFÍCIOS	Altura média		m		13,5 m
	Orientação solar		-	Norte, sul, leste, oeste	Eixo L/O
	Materiais das fachadas		-	Refletividade	Reboco branco = 0,80
	Pilotis				Sim

Quadro 49 – Conjunto Jardim Jockey – indicador de sustentabilidade ambiental

INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL – CONJUNTO SANTA MÔNICA					
ESCALA	ESPAÇO	PARÂMETRO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VALOR
LOCAL	BAIRRO	Topografia	%	Declividade	
		Densidade construída (taxa de ocupação)	m ² /ha %	Quantidade de área construída por hectare	28,36%
		Uso do solo (predominante)	-	Residencial, comercial, industrial, etc	Residencial
		Cobertura do solo (descritivo)	-	Geral, ruas, vegetação, pavimentos, etc	Casas com 1 ou 2 pav., conjuntos com 4 pav., ruas calçadas/asfaltadas
		Área impermeável	%	Ruas, calçadas	14,60%
		Área permeável	%	Vegetação ou solo nu	57,04%
		Altitude média	m		
		Zona climática urbana	-	Classificação de acordo com Oke (2004)	5
		Rugosidade	-	De acordo com Davemport	6
MICROESCALA	CONJUNTO	Densidade (taxa de ocupação)	m ² /há	Quantidade de área construída por hectare	23,00%
		Área permeável	%	Gramma, solo nu	33,85%
		Área sombreamento	%	Árvores, abrigo carro	11,52%
		Altitude	m		
		Rugosidade	-	De acordo com Davemport	
	ESPAÇOS ABERTOS	Geometria do cânion	H/W	Relação altura das vias / largura edifícios	0,72 0,90 0,52
		Material de revestimento	%	Tipo do material	Asfalto = 3,65% Calçamento = 24,59% Pedra portuguesa = 10,71% Cimentado = 4,14% Gramma = 31,92% Solo nu = 1,92%
		Emissividade	-		Asfalto = 0,95 Calçamento = 0,90 Pedra portuguesa = 0,90 Cimentado = 0,90 Gramma = 0,95 Solo nu = 0,90
		Albedo	-		Asfalto = 0,10 Calçamento = 0,30 Pedra portuguesa = 0,40 Cimentado = 0,20 Gramma = 0,25 Solo nu = 0,40
		Orientação solar	-		Eixo L/O
		Orientação aos ventos	-		Inclinado
	EDIFÍCIOS	Altura média	m		13,5 m
		Orientação solar	-	Norte, sul, leste, oeste	Eixo L/O
		Materiais das fachadas	-	Refletividade	Reboco branco = 0,80
		Pilotis			Não

Quadro 50 – Conjunto Santa Mônica – indicador de sustentabilidade ambiental

PARTE III

8 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

8 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo, apresentam-se os resultados da análise estatística dos dados coletados nos conjuntos e na estação meteorológica de referência do INMET, situada na EMBRAPA. Essa análise foi feita utilizando-se o software SPSS (*Statistical Package for the Social Science*) – versão 9.0, pela qualidade e confiabilidade dos resultados que produz e também por sua estabilidade no ambiente Windows.

Para proceder à análise estatística, os dados foram, inicialmente, registrados em planilhas do Excel, em que as variáveis medidas figuram nas colunas e os pontos e conjuntos, com suas respectivas medidas por hora, dia e semestre, constam nas linhas. Esse banco de dados, assim construído, foi importado para o SPSS (apêndices C e D). A análise estatística dos dados foi desenvolvida pela autora com a ajuda de um professor de Estatística.

O SPSS é um programa que pode ser utilizado para executar análises estatísticas, manipular dados e gerar tabelas e gráficos. De acordo com Wagner et al (2004, p.11), “as análises que podem ser executadas vão desde simples estatísticas descritivas como média, desvio-padrão e tabelas de freqüências até métodos avançados de inferência estatística como análise de variância, modelos de regressão multivariável, análise fatorial e outros”.

Esse trabalho iniciou-se com uma análise crítica dos dados a fim de detectar possíveis dados discrepantes. Em seguida procedeu-se a uma análise univariada para adoção da média aritmética nas análises numéricas aferidas. E, por fim, fez-se uso da análise multivariada para comparação entre as medidas ambientais. Em todas as análises, foi considerado o nível de significância de 0,05.

Após o tratamento estatístico, para a avaliação do microclima nos conjuntos, os dados das variáveis climáticas foram analisados relacionando-os com as variáveis morfológicas dos conjuntos.

8.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Na análise estatística dos dados climáticos coletados nos conjuntos realizou-se inicialmente, a análise exploratória dos dados, objetivando detectar eventuais pontos discrepantes, bem como a forma de distribuição dos dados. Para os dados referentes à

temperatura do ar e da umidade relativa, as médias foram incluídas nas análises estatísticas, por apresentarem um baixo coeficiente de variação (inferior a 10%), o que não ocorre com os dados referentes à velocidade dos ventos.

Utilizando-se as variáveis conjunto e horário como variáveis independentes (fatores) e as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar como variáveis dependentes, foi realizada uma análise de variância multivariada (MANOVA), do tipo two-way. Verificou-se uma interação entre os fatores conjunto e horário, e resultados significativos foram encontrados. As análises de variância univariadas (ANOVA) foram conduzidas pela própria MANOVA, ajustada à sintaxe para o método Bonferroni.

A análise dos dados coletados nos conjuntos, para investigar o microclima nas áreas externas, foi dividida em dois aspectos, considerando-se as hipóteses estabelecidas nesta pesquisa, em relação à formação da ilha de calor e em relação ao desempenho térmico dos conjuntos.

A hipótese de formação de ilha de calor é avaliada pela análise dos valores da temperatura do ar medidos nos conjuntos, em relação aos valores registrados na estação meteorológica de referência. O desempenho térmico dos conjuntos é analisado pelos valores da umidade relativa e da velocidade do vento, além dos valores da temperatura do ar.

A sensação térmica registrada pelos pesquisadores foi outro elemento da análise dos conjuntos, na avaliação do conforto térmico em suas áreas externas, bem como a análise da ventilação nos conjuntos. Em cada conjunto, foram estudadas também as variáveis climáticas de cada um dos seis pontos, relacionando-os com suas características morfológicas e materiais.

Foi cogitada a utilização do método estatístico multivariado, denominado regressão múltipla, que, além de permitir fazer previsão, revela também correlações entre as variáveis. Entretanto, como os dados coletados não atendiam a todos os pressupostos recomendados para aplicação da regressão múltipla, o referido método não foi possível de ser utilizado.

Os apêndices C e D apresentam os dados das variáveis climáticas, por ponto e por conjunto, registradas nos conjuntos no 1º e 2º semestre, respectivamente. O banco de dados, construído para ser utilizado no SPSS, está organizado da seguinte forma:

ID – identificação numérica do ponto;

PONTO – nome do conjunto abreviado, dia da medição, hora da medição e ponto;

HORA – horário da medição(09:00, 15:00 ou 21:00);

TEMP – medida da temperatura do ar no ponto (°C);

UR – medida da umidade relativa do ar no ponto (%);

VEL 1 – primeira medida da velocidade do vento no ponto (m/s);

VEL 2 – segunda medida da velocidade do vento no ponto (m/s);

NEBUL – nebulosidade do ar registrada no ponto (céu claro, parcialmente nublado, nublado ou encoberto);

INSOL – insolação do ponto (sol, sombra ou noite);

SEN TÉRM – sensação térmica registrada no ponto pelo pesquisador (agradável, quente ou muito quente);

8.1.1 Temperatura do ar

Para a avaliação da temperatura do ar nos conjuntos, realizou-se a análise estatística dos dados, por horário e por semestre, e estes, comparados com os dados correspondentes registrados na estação de referência da EMBRAPA. Como os dados dos três conjuntos de cada zona foram coletados simultaneamente, eles foram comparados entre si e com os dados coletados na EMBRAPA, no mesmo período.

Utilizou-se a análise da variância (ANOVA), realizada pela MANOVA (com $F = 4,20$ e $p = 0,001$), para comparar as médias de temperatura do ar (variável dependente) nos conjuntos (variável independente) e na EMBRAPA. Foram observados os pressupostos para a aplicação da ANOVA, tendo sido eliminados eventuais dados discrepantes.

A ANOVA compara a média dos dados registrados, nos três dias, em cada horário, nos seis pontos de cada conjunto em relação aos valores registrados na estação meteorológica e com os conjuntos entre si, para um nível de significância de 0,05 ($\text{sig} \leq 0,05$). A diferença média (Mean Difference) da temperatura do ar entre os conjuntos e em relação à da estação da EMBRAPA é calculada pelo SPSS, como exemplificado na tabela 4. Os valores negativos indicam que a diferença, em graus centígrados, é para menos, e os positivos, para mais. O apêndice E apresenta os resultados calculados para todos os conjuntos, por zona, por horário e por semestre.

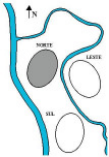
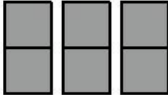

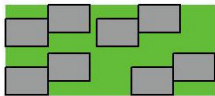
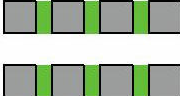
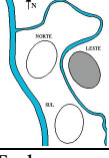
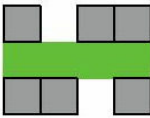
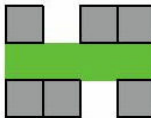
Comparações múltiplas
Tukey HSD

HORÁRIO	Variável dependente	(I) CONJUNTO/ EMBRAPA	(J) CONJUNTO/ EMBRAPA	Diferença média (I-J)	Sig.
09:00 h	TEMPERATURA DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	1,9222	,000
			MARQUÊS	6,111E-02	,999
			EMBRAPA/05/06/07	3,7378	,000
		GALILÉIA	BARCELONA	-1,9222	,000
			MARQUÊS	-1,8611	,000
			EMBRAPA/05/06/07	1,8156	,000
		MARQUÊS	BARCELONA	-6,1111E-02	,999
			GALILÉIA	1,8611	,000
			EMBRAPA/05/06/07	3,6767	,000
		EMBRAPA	BARCELONA	-3,7378	,000
			GALILÉIA	-1,8156	,000
			MARQUÊS	-3,6767	,000
15:00 h	TEMPERATURA DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	,7667	,385
			MARQUÊS	3,889E-02	1,000
			EMBRAPA/05/06/07	2,1833	,000
		GALILÉIA	BARCELONA	-,7667	,385
			MARQUÊS	-,7278	,432
			PARANAGUÁ		
			EMBRAPA/05/06/07	1,4167	,022
		MARQUÊS	BARCELONA	-3,8889E-02	1,000
			GALILÉIA	,7278	,432
			EMBRAPA/05/06/07	2,1444	,000
		EMBRAPA	BARCELONA	-2,1833	,000
			GALILÉIA	-1,4167	,022
			MARQUÊS	-2,1444	,000
21:00 h	TEMPERATURA DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	-1,4444E-02	1,000
			MARQUÊS	-,3333	,383
			PARANAGUÁ		
			EMBRAPA/05/06/07	3,0478	,000
		GALILÉIA	BARCELONA	1,444E-02	1,000
			MARQUÊS	-,3189	,422
			EMBRAPA/05/06/07	3,0622	,000
		MARQUÊS	BARCELONA	,3333	,383
			GALILÉIA	,3189	,422
			EMBRAPA/05/06/07	3,3811	,000
		EMBRAPA	BARCELONA	-3,0478	,000
			GALILÉIA	-3,0622	,000
			MARQUÊS	-3,3811	,000

* A diferença média é significativa para o nível de 0,05

Tabela 4 – Comparação da temperatura do ar entre os conjuntos da zona norte no 1º semestre. As linhas assinaladas em turquesa são os resultados significativos.

As análises da temperatura do ar foram feitas por semestre, por zona e por horário. O quadro 51 apresenta os resultados em relação às médias de temperatura do ar de todos os pontos medidos por conjunto, comparados com as médias dos valores registrados na estação de referência (EMBRAPA).

ZONA	09:00 HORAS	15:00 HORAS	21:00 HORAS
NORTE 	Galiléia tem a menor temperatura. 	Não há diferença significativa entre os três conjuntos.	Diferença de temperatura °C (conjunto x EMBRAPA) Barcelona (+3,04) Galiléia (+3,06) Marquês (+3,38)
SUL 	Cristo Rei tem a menor temperatura. 	Monte Líbano tem a maior temperatura. 	Diferença de temperatura °C (conjunto x EMBRAPA) Cristo Rei (+2,82) Monte Líbano. (+2,69) Hebron (+3,57)
LESTE 	Jardim Jockey tem a menor temperatura. 	Jardim Jockey tem a menor temperatura. 	Diferença de temperatura °C (conjunto x EMBRAPA) Jardim Jockey (+2,35) Imperial Park (+3,70) Santa Mônica (+4,23)
Todos os conjuntos têm temperatura do ar maior que a da EMBRAPA, em todos os horários, com exceção do Jardim Jockey às 15:00 horas.			

Quadro 51 – Resumo dos resultados em relação à temperatura do ar no 1º semestre.

No primeiro semestre, em todos os horários, com apenas uma exceção, os conjuntos apresentam temperaturas significativamente maiores do que a da estação meteorológica de referência, com diferenças de temperatura que variam entre 2,35 e 4,23°C, no período da noite. As diferenças são menores à tarde e variam entre 1,09°C (no Jardim Jockey) e 3,70°C (no Barcelona) pela manhã. .

Neste semestre, os conjuntos da zona norte apresentam valores de temperatura média do ar semelhantes nos três horários, com exceção do Galiléia às 09:00 horas. Na zona leste, os três conjuntos têm resultados bastante diferentes, sobressaindo-se o Jardim Jockey como o que apresenta os menores valores nos três horários (gráfico 9). O período da tarde apresenta as maiores médias da temperatura do ar, e as menores ocorrem às 21:00 horas.

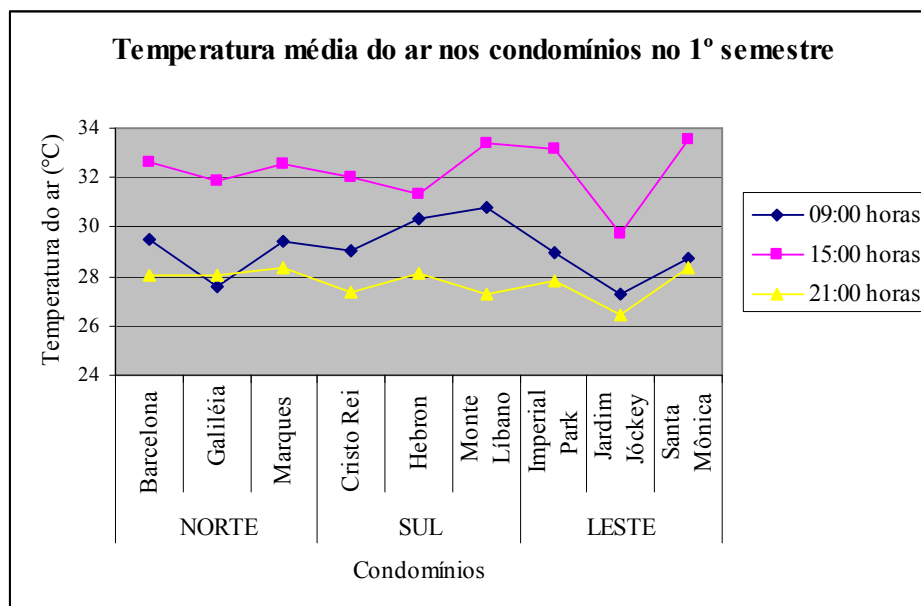


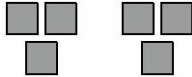
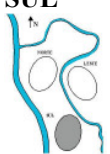
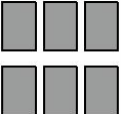
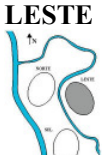
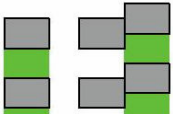



Gráfico 9 – Média da temperatura do ar por conjunto no 1º semestre.

No segundo semestre, com apenas uma exceção, todos os conjuntos apresentam temperatura do ar significativamente maior que a da estação meteorológica de referência. As diferenças de temperatura, no período noturno, variam entre 0,96 a 3,92 °C, dependendo da zona da cidade e do conjunto. A zona norte apresenta os menores valores da diferença entre os seus conjuntos e a EMBRAPA ao passo que, na zona leste, os resultados são os maiores. Pela manhã, as diferenças de temperatura são maiores, de até 6,29°C (no Santa Mônica) e 4,40°C (no Imperial Park). À tarde, as diferenças são menores (quadro 52).

ZONA	09:00 HORAS	15:00 HORAS	21:00 HORAS
NORTE 	Marquês tem a menor temperatura. 	Barcelona tem a menor temperatura. 	Diferença de temperatura °C (conjunto x EMBRAPA) Marques (+0,96) Galiléia (+0,98)
SUL 	Hebron tem a menor temperatura. 	Não há diferença significativa entre os três conjuntos.	Diferença de temperatura °C (conjunto x EMBRAPA) Cristo Rei (+1,29) Monte Lib. (+2,35) Hebron (+2,32)
LESTE 	Santa Mônica tem a maior temperatura. 	Jardim Jockey tem a menor temperatura. 	Diferença de temperatura °C (conjunto x EMBRAPA) Jardim Jockey. (+3,58) Imp. Park (+3,92) Santa. Mônica. (+2,20)
Obs.: Todos os conjuntos têm temperatura do ar maior que a da EMBRAPA, com exceção do Barcelona às 21:00 horas.			

Quadro 52 – Resumo dos resultados em relação à temperatura do ar no 2º semestre.

No segundo semestre, os resultados da temperatura média do ar nos conjuntos da zona norte são bastante semelhantes às 09:00 e às 21:00 horas. Na zona sul, os três conjuntos têm temperatura média do ar, à tarde, praticamente iguais. Na zona leste, o Jardim Jockey apresenta os menores valores às 09:00 e 15:00 horas. À noite, no Barcelona e no Santa Mônica, registram-se as menores temperatura de todos (gráfico 10).

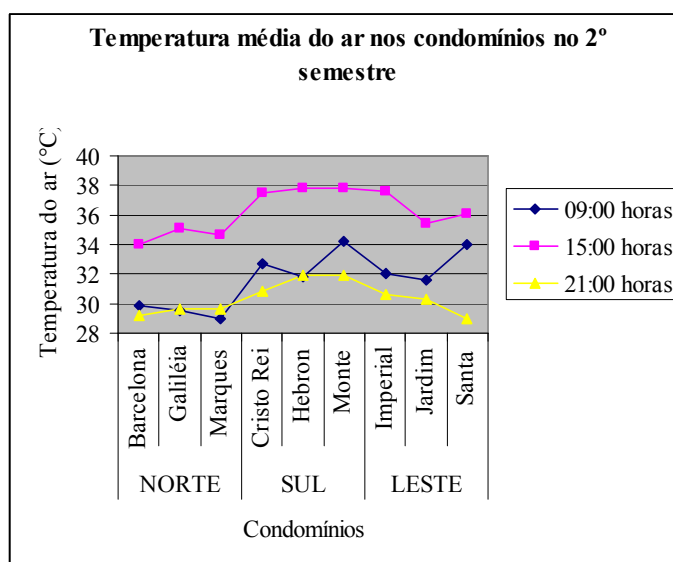


Gráfico 10 – Média da temperatura do ar por conjunto no 2º semestre.

A temperatura média do ar nos conjuntos nos 1º e 2º semestres (tabela 5), considerando-se todos os horários, foi comparada entre si, utilizando-se a ANOVA. Os valores médios foram utilizados nesta comparação, para um nível de significância de 0,05 (Sig. \leq 0,05). A diferença média da temperatura do ar, por conjunto, indica de quantos graus centígrados, a mais ou a menos, é esta diferença. A análise estatística realizada indica que todos os conjuntos apresentam diferenças entre os valores da temperatura do ar entre os 1º e 2º semestres (tabela 6).

CONJUNTO	SEMESTRE	Média
BARCELONA	1	30,030
	2	30,987
GALILÉIA	1	29,138
	2	31,427
MARQUÊS PARANAGUÁ	1	30,107
	2	31,096
CRISTO REI	1	29,469
	2	33,702
HEBRON	1	29,935
	2	33,848
MONTE LÍBANO	1	30,476
	2	34,641
IMPERIAL PARK	1	29,966
	2	33,452
JARDIM JOCKEY	1	27,824
	2	32,444
SANTA MÔNICA	1	30,198
	2	33,004

Tabela 5 – Temperatura media do ar por conjunto nos 1º e 2º semestres.

CONJUNTO	(I) SEMESTRE	(J) SEMESTRE	Diferença média (I-J)	Sig.
BARCELONA	1	2	-,957	,000*
	2	1	,957	,000*
GALILÉIA	1	2	-2,289	,000*
	2	1	2,289	,000*
MARQUÊS PARANAGUÁ	1	2	-,989	,000*
	2	1	,989	,000*
CRISTO REI	1	2	-4,233	,000*
	2	1	4,233	,000*
HEBRON	1	2	-3,913	,000*
	2	1	3,913	,000*
MONTE LÍBANO	1	2	-4,165	,000*
	2	1	4,165	,000*
IMPERIAL PARK	1	2	-3,486	,000*
	2	1	3,486	,000*
JARDIM JOCKEY	1	2	-4,620	,000*
	2	1	4,620	,000*
SANTA MÔNICA	1	2	-2,806	,000*
	2	1	2,806	,000*

* A diferença media é significante para o nível de 0,05

Tabela 6 – Comparação da temperatura média do ar por conjunto entre o 1º e o 2º semestre.

Os conjuntos Barcelona e Marquês, na zona norte, apresentam menor variação da temperatura média do ar entre o 1º e o 2º semestre; menos de 1º C. Os conjuntos Jardim Jockey e Cristo Rei são os que apresentam maiores variações entre os dois períodos (gráfico 11). As temperaturas médias em todos os conjuntos são maiores no 2º semestre, como ocorre em relação ao clima da região.

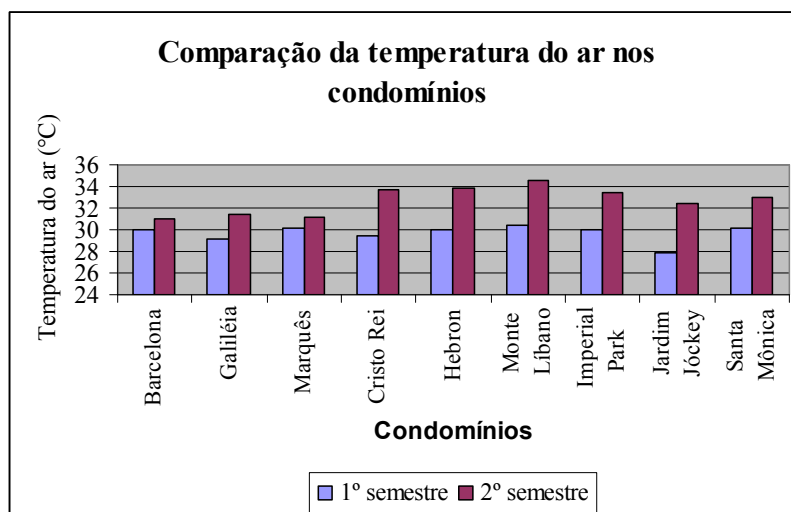


Gráfico 11 – Comparação da temperatura média do ar nos conjuntos entre o 1º e o 2º semestre.

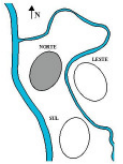
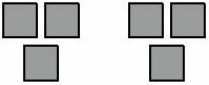

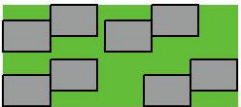
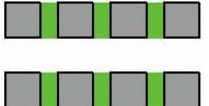


8.1.2 Umidade relativa do ar

Para a análise da umidade relativa do ar nos conjuntos, realizou-se a análise estatística dos dados, por horário e por semestre, e estes, comparados com os dados correspondentes registrados na estação de referência da EMBRAPA. Como os dados dos três conjuntos de cada zona foram coletados simultaneamente, eles foram comparados entre si e com a EMBRAPA no mesmo período.

Utilizou-se a variância (ANOVA), realizada pela MANOVA (com $F = 4,20$ e $p = 0,001$), para comparar as médias da umidade relativa do ar (variável dependente) nos conjuntos (variável independente) e na EMBRAPA. Foram observados os pressupostos para a aplicação da ANOVA, tendo sido eliminados eventuais dados discrepantes.

As análises foram feitas por semestre, por zona e por horário. O quadro 53 apresenta os resultados em relação às médias da umidade relativa de todos os pontos medidos por

conjunto, comparados com as médias dos valores registrados na estação de referência. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas, ao nível de 0,05.

ZONA	TODOS HORÁRIOS
NORTE 	Todos os conjuntos têm umidade relativa menor que a da EMBRAPA.
	Barcelona tem a menor umidade relativa. 
	Às 21:00 horas, as diferenças da umidade relativa em relação à EMBRAPA são: Barcelona (-26,6%), Galiléia (-23,3%) e Marquês (-11,27%).
SUL 	As umidades relativas do Cristo Rei e da EMBRAPA não têm diferenças significativas; o Cristo Rei é o conjunto mais úmido. 
	Monte Líbano tem umidade relativa menor que EMBRAPA; é o mais seco. 
	Às 21:00, as diferenças são maiores no Hebron (-13,18%) e Monte Líbano (-7,00%).
LESTE 	Todos os conjuntos têm a umidade relativa menor que a da EMBRAPA, com exceção do Jardim Jockey às 15:00 horas. O Imperial Park apresenta os menores valores da umidade relativa em todos os horários: 09:00 (-15,70%), 15:00 (-14,0%), 21:00 (-28,0%); é o mais seco. 
	Às 21:00, as diferenças são maiores: Imperial Park (-28,0%), Santa Mônica (-15,6%) e Jardim Jockey (-12,3%).

Quadro 53 – Resumo dos resultados em relação à umidade relativa do ar no 1º semestre.

No primeiro semestre, a variação da umidade relativa do ar nos conjuntos, nos três horários, segue um padrão definido (gráfico 12). Os conjuntos que apresentam menor umidade relativa do ar, nos três horários, são o Barcelona (zona norte), o Monte Líbano (zona sul) e o Imperial Park (zona leste). Neste semestre, nos conjuntos, a umidade relativa do ar é maior às 21:00 horas e menor às 15:00 horas, como acontece na estação meteorológica de referência.

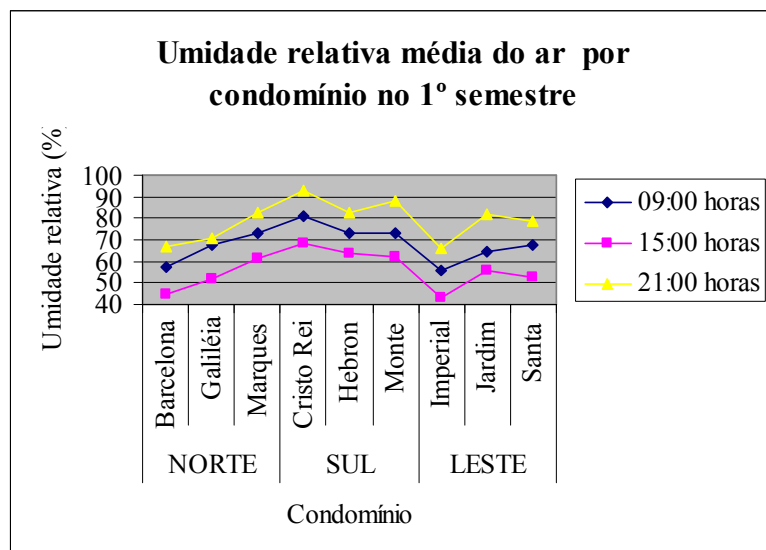

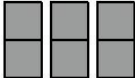
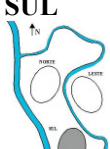

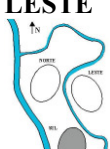
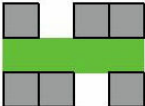



Gráfico 12 – Umidade relativa média do ar por conjunto no 1º semestre.

No segundo semestre, quando se compara o desempenho dos conjuntos em relação à umidade relativa entre si e com a EMBRAPA (quadro 54), alguns apresentam valores maiores da umidade relativa que a EMBRAPA, em alguns horários, como o Jardim Jockey (09:00 e 15:00 horas) e o Galiléia (todos os horários).

ZONA	09:00 HORAS	15:00 HORAS	21:00 HORAS
NORTE 	Galiléia tem a maior umidade relativa de todos. 		
SUL 	Não há diferença significativa entre os três conjuntos.	Monte Líbano tem a maior umidade relativa de todos. 	
LESTE 	Jardim Jockey tem a maior umidade relativa de todos. 		Imperial Park tem a menor umidade relativa de todos. 

Quadro 54 – Resumo dos resultados em relação à umidade relativa do ar no 2º semestre.

No segundo semestre, a variação da umidade relativa média não segue o mesmo padrão do 1º semestre (gráfico 13). Os valores médios registrados às 09:00 e 21:00 horas são

bastante próximos, com exceção do Santa Mônica. Às 15:00 horas, são registrados os menores valores, como no 1º semestre. Os conjuntos mais secos, que apresentam os menores valores de umidade relativa, são o Barcelona (zona norte), Hebron (zona sul) e Imperial Park (zona leste). Na zona leste, o conjunto Jardim Jockey sobressai-se como o mais úmido nos três horários, e, na zona norte, o Galiléia é o mais úmido.

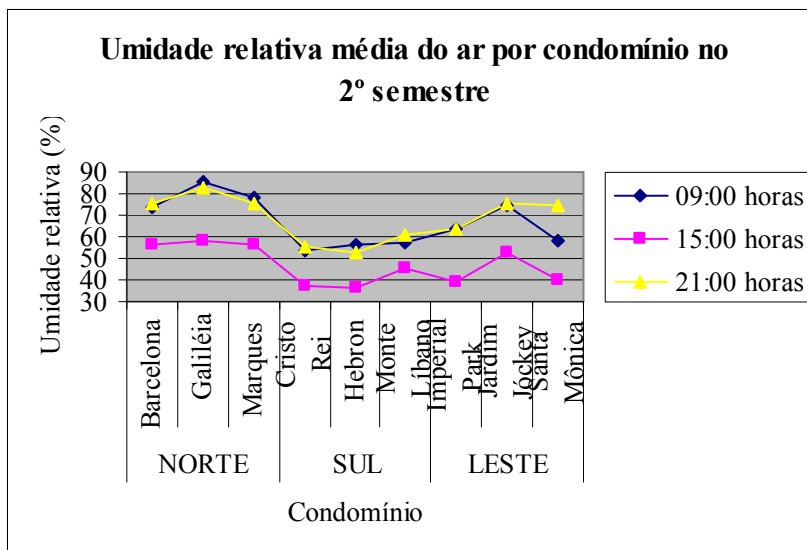


Gráfico 13 – Umidade relativa média do ar por conjunto no 2º semestre.

A umidade relativa média por conjunto nos 1º e 2º semestres, considerando-se todos os horários, foi calculada (tabela 7), e os valores médios, utilizados na comparação em relação aos dois semestres, para um nível de significância de 0,05 ($Sig \leq 0,05$). A diferença média da umidade relativa, por conjunto, indica os valores, a mais ou a menos, da umidade relativa entre os dois semestres (tabela 8).

Esta análise mostrou que, com exceção dos conjuntos Imperial Park e Jardim Jockey, ambos na zona leste, todos os outros apresentaram diferenças significativas entre os dois semestres. O Imperial Park é o mais seco, e o Jardim Jockey consegue manter a mesma umidade relativa, até no período mais seco, no 2º semestre.

	SEMESTRE	Média
CONJUNTO		
BARCELONA	1	56,489
	2	68,513
GALILÉIA	1	63,124
	2	75,422
MARQUÊS	1	72,554
	2	70,131
CRISTO REI	1	80,848
	2	48,630
HEBRON	1	73,039
	2	48,378
MONTE LÍBANO	1	74,569
	2	54,426
IMPERIAL PARK	1	55,024
	2	55,413
JARDIM JOCKEY	1	67,509
	2	67,269
SANTA MÔNICA	1	66,356
	2	57,459

Tabela 7 – Umidade relativa média do ar por conjunto nos 1º e 2º semestres.

	(I) SEMESTRE	(J) SEMESTRE	Diferença média (I-J)	Sig.
CONJUNTO				
BARCELONA	1	2	-12,024	,000*
	2	1	12,024	,000*
GALILÉIA	1	2	-12,298	,000*
	2	1	12,298	,000*
MARQUÊS	1	2	2,422	,020
	2	1	-2,422	,020
CRISTO REI	1	2	32,219	,000*
	2	1	-32,219	,000*
HEBRON	1	2	24,661	,000*
	2	1	-24,661	,000*
MONTE LÍBANO	1	2	20,143	,000*
	2	1	-20,143	,000*
IMPERIAL PARK	1	2	-,389	,708
	2	1	,389	,708
JARDIM JOCKEY	1	2	,241	,817
	2	1	-,241	,817
SANTA MÔNICA	1	2	8,896	,000*
	2	1	-8,896	,000*

* A diferença média é significante para o nível de 0,05

Tabela 8 – Comparação da umidade relativa média do ar por conjunto entre os 1º e 2º semestres.

Os conjuntos Cristo Rei e Hebron apresentam as maiores diferenças em relação à umidade relativa do ar entre os dois semestres. O Barcelona e o Galiléia, ambos na zona norte, mostram maiores valores de umidade relativa no segundo semestre, quando o clima é quente e seco, diferentemente de todos os outros conjuntos (gráfico 14).

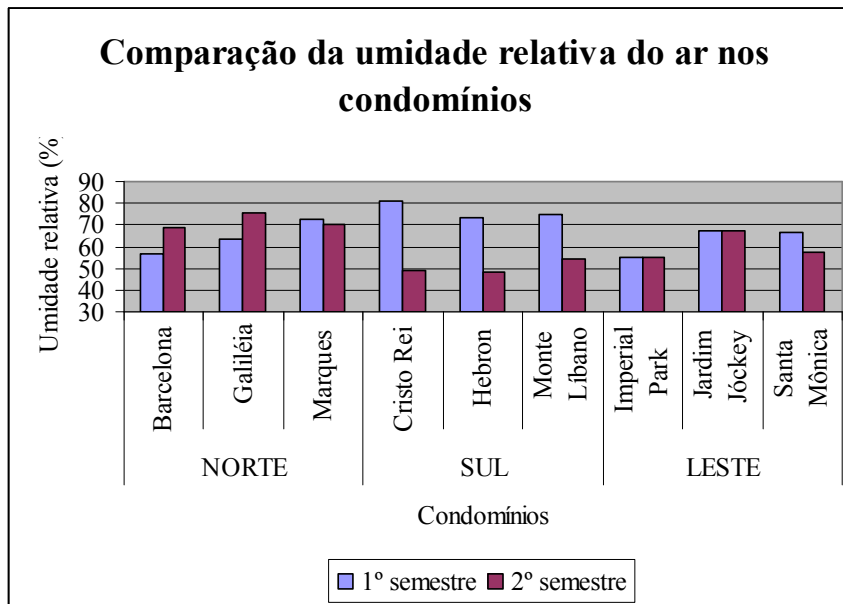


Gráfico 14 – Comparação da umidade relativa do ar por conjunto entre o 1º e o 2º semestre.

Fazendo-se uma relação entre a média anual da temperatura do ar e da umidade relativa, por conjunto (gráfico 15), verifica-se que os menores valores da temperatura do ar foram registrados nos conjuntos onde se registraram os maiores valores da umidade relativa média. Esta análise demonstra que há, neste caso, uma relação inversa entre a temperatura do ar e a umidade relativa.

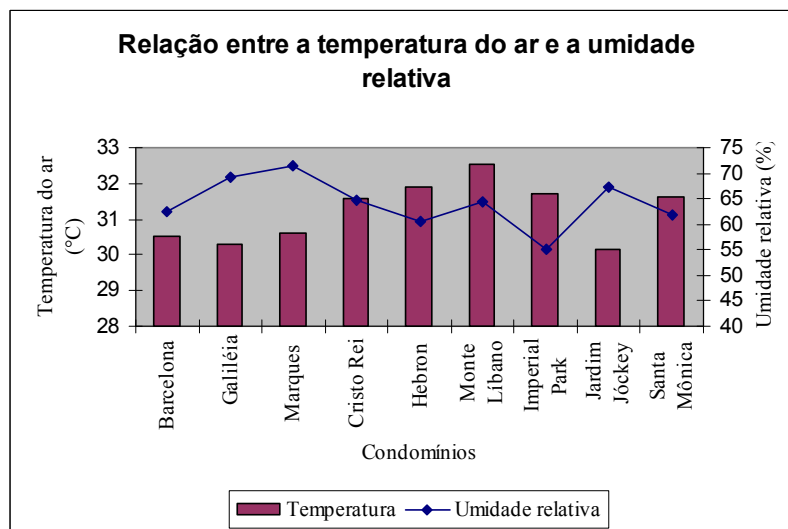


Gráfico 15 - Relação entre a temperatura do ar e a umidade relativa por conjunto.

8.1.3 Velocidade do ar

A análise da ventilação dos conjuntos foi feita a partir da média calculada para os dois valores de velocidade medidos em cada horário, em cada um dos seis pontos dos conjuntos. Essa média foi classificada em cinco classes, de acordo com a variação dos dados coletados e tomando-se como base a escala de Beaufort (quadro 55), por ser uma escala amplamente difundida e por permitir que se façam comparações entre os valores. Em cada semestre, fez-se o cruzamento da velocidade por classes (VEMLCCLA), em todos os horários, com os conjuntos.

CLASSE	CONDIÇÃO	VALOR	EFEITOS
1	Calma	0,00 a 0,30 m/s	Nada se move com o vento; fumaça sobe verticalmente.
2	Aragem leve	0,31 a 0,80 m/s	Direção do vento dada pela fumaça.
3	Aragem fraca	0,81 a 1,50 m/s	Direção do vento dada pela fumaça; sente-se o vento no rosto.
4	Brisa leve	1,51 a 3,30 m/s	Sente-se o vento no rosto; folhas e pequenos arbustos movendo-se.
5	Brisa fraca a moderada	3,31 a 7,30 m/s	Pequenos galhos em movimento; poeira e papéis levantados.

Quadro 55 – Classes de velocidade média. Adaptado de Beaufort.

Em relação ao 1º semestre (tabela 9), a velocidade registrada na EMBRAPA, em 66.7% dos casos, situa-se na faixa de 0,81 a 1,50 m/s (aragem fraca). Nos conjuntos, a classificação da velocidade é bastante variada. Em seis conjuntos (Barcelona, Marquês, Cristo Rei, Hebron, Imperial Park e Jardim Jockey), a velocidade localiza-se nas faixas de ar calmo ou aragem leve em mais de 50% dos casos. No Barcelona, chega a ter 77,4% dos casos nessas duas faixas. Os conjuntos Galiléia, Monte Líbano e Santa Mônica apresentam velocidade do ar em mais de 50% dos dados nas faixas de aragem fraca ou brisa leve. Estes três conjuntos apresentam velocidades superiores à da EMBRAPA em pelo menos 33,3% dos casos.

CONJUNTO/EMBRAPA * VELMCLA (Tabulação cruzada)

	VELMCLA					Total
	0,00 a 0,30 m/s	0,31 a 0,80 m/s	0,81 a 1,50 m/s	1,51 a 3,30 m/s	3,31 a 7,90 m/s	
BARCELONA	15	26	9	3		53
	28,3%	49,1%	17,0%	5,7%		100,0%
GALILÉIA	5	9	21	18	1	54
	9,3%	16,7%	38,9%	33,3%	1,9%	100,0%
MARQUÊS	16	13	15	10		54
	29,6%	24,1%	27,8%	18,5%		100,0%
CRISTO REI	16	11	15	11		53
	30,2%	20,8%	28,3%	20,8%		100,0%
HEBRON	20	16	13	5		54
	37,0%	29,6%	24,1%	9,3%		100,0%
MONTE LÍBANO	15	6	9	21	2	53
	28,3%	11,3%	17,0%	39,6%	3,8%	100,0%
IMPERIAL PARK	11	17	16	9	1	54
	20,4%	31,5%	29,6%	16,7%	1,9%	100,0%
JARDIM JOCKEY	19	10	14	10	1	54
	35,2%	18,5%	25,9%	18,5%	1,9%	100,0%
SANTA MÔNICA	14	8	11	18	3	54
	25,9%	14,8%	20,4%	33,3%	5,6%	100,0%
EMBRAPA/05/06/07		18	30			48
		37,5%	62,5%			100,0%
EMBRAPA/24/25/26		18	36			54
		33,3%	66,7%			100,0%
EMBRAPA/31/01/02		18	36			54
		33,3%	66,7%			100,0%
	131	170	225	105	8	639
	20,5%	26,6%	35,2%	16,4%	1,3%	100,0%

Tabela 9 – Classificação da velocidade em classes (VELMCLA) por conjunto (1º semestre).

Considerando-se os valores da velocidade do vento medidos em cada ponto do conjunto, nos três horários, nos três dias do 1º semestre (gráfico 16), nota-se que não há um padrão regular entre os valores registrados, como ocorre na EMBRAPA, havendo muita variação dentro de uma mesma zona, em função das características morfológicas de cada conjunto.

Os conjuntos Galiléia, Monte Líbano e Santa Mônica apresentam o maior número de pontos com velocidade de vento nas classes de 0,81 a 1,50 e 1,51 a 3,30 m/s.

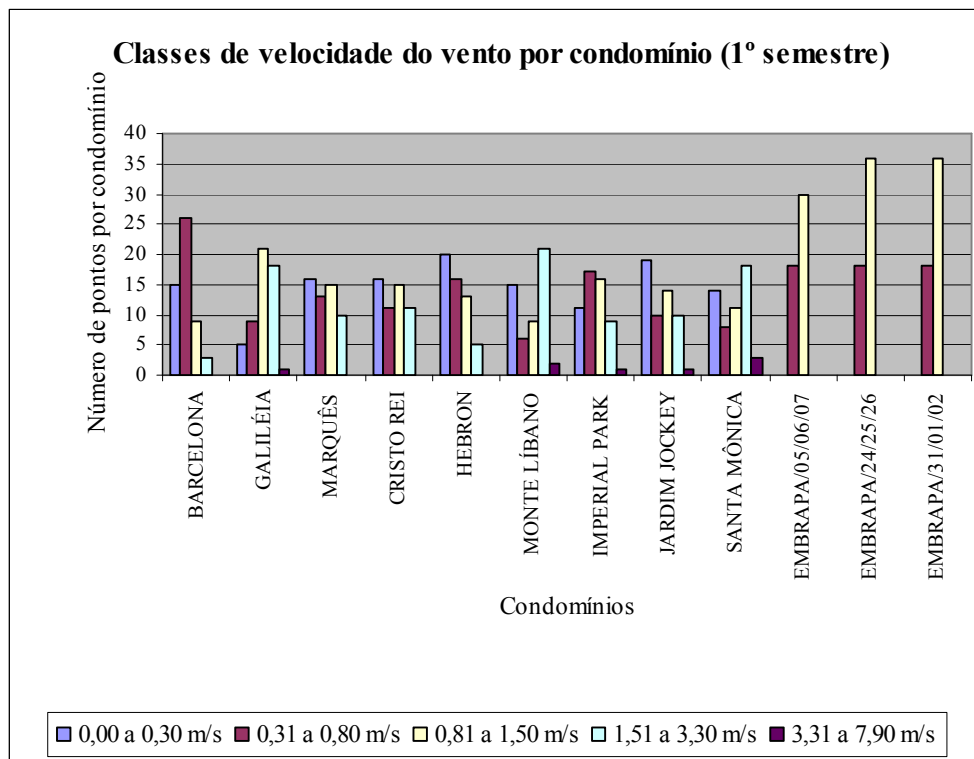


Gráfico 16 – Classes da velocidade do vento por conjunto (1º semestre).

No segundo semestre, a velocidade em classes da EMBRAPA é, na maioria dos casos, classificada como ar calmo. Em cinco conjuntos (Barcelona, Galiléia, Marquês, Jardim Jockey e Santa Mônica), as velocidades, em mais de 50% dos dados, classificam-se em ar calmo ou aragem fraca. Os conjuntos Cristo Rei, Hebron, Imperial Park e Monte Líbano apresentam a velocidade entre aragem fraca e leve em mais de 50% dos casos (tabela 10).

CONJUNTO/EMBRAPA * VELMCLA (Tabulação cruzada)

	VELMCLA					Total
	0,00 a 0,30 m/s	0,31 a 0,80 m/s	0,81 a 1,50 m/s	1,51 a 3,30 m/s	3,31 a 7,90 m/s	
BARCELONA	23	10	11	10		54
	42,6%	18,5%	20,4%	18,5%		100,0%
GALILÉIA	22	14	10	7		53
	41,5%	26,4%	18,9%	13,2%		100,0%
MARQUÊS PARANAGUÁ	34	3	8	5	4	54
	63,0%	5,6%	14,8%	9,3%	7,4%	100,0%
CRISTO REI	13	18	15	8		54
	24,1%	33,3%	27,8%	14,8%		100,0%
HEBRON	10	21	20	3		54
	18,5%	38,9%	37,0%	5,6%		100,0%
MONTE LÍBANO	13	7	17	16	1	54
	24,1%	13,0%	31,5%	29,6%	1,9%	100,0%
IMPERIAL PARK	15	20	16	3		54
	27,8%	37,0%	29,6%	5,6%		100,0%
JARDIM JOCKEY	23	12	10	8		53
	43,4%	22,6%	18,9%	15,1%		100,0%
SANTA MÔNICA	22	8	8	12	4	54
	40,7%	14,8%	14,8%	22,2%	7,4%	100,0%
EMBRAPA/05/06/07	48	6				54
	88,9%	11,1%				100,0%
EMBRAPA/24/25/26	24	24				48
	50,0%	50,0%				100,0%
EMBRAPA/31/01/02	30	6	12			48
	62,5%	12,5%	25,0%			100,0%
	277	149	127	72	9	634
	43,7%	23,5%	20,0%	11,4%	1,4%	100,0%

Tabela 10 – Classificação da velocidade média (VELMCLA) por conjunto (2º semestre).

Considerando-se os valores da velocidade do vento em todos os pontos, por conjunto, no 2º semestre (gráfico 17), nota-se que também não há um padrão regular entre os valores registrados. Na zona norte, há predominância do ar calmo. Na zona sul, a velocidade do vento é classificada, em mais de 50% dos pontos, como aragem leve ou fraca. Na zona leste, o Imperial Park apresenta 66,69% dos pontos nestas classes.

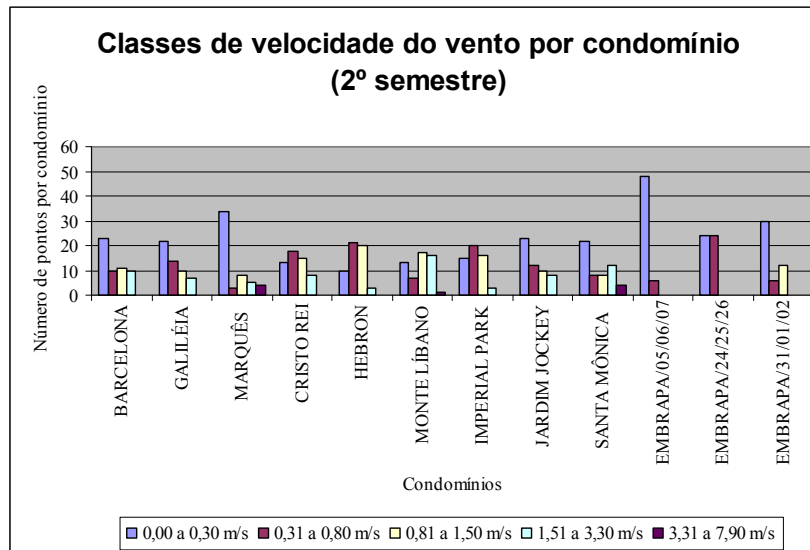


Gráfico 17 – Classes da velocidade do vento por conjunto (2º semestre).

A média da velocidade do vento por conjunto e por semestre foi calculada, considerando-se a velocidade medida em todos os pontos, em cada horário, no 1º semestre (gráfico 18). De acordo com os dados, a velocidade média é menor às 21:00 horas e maior às 09:00 horas. Os conjuntos com maior velocidade média do vento no 1º semestre são o Galiléia (zona norte), o Monte Líbano (zona sul) e o Santa Mônica (zona leste).

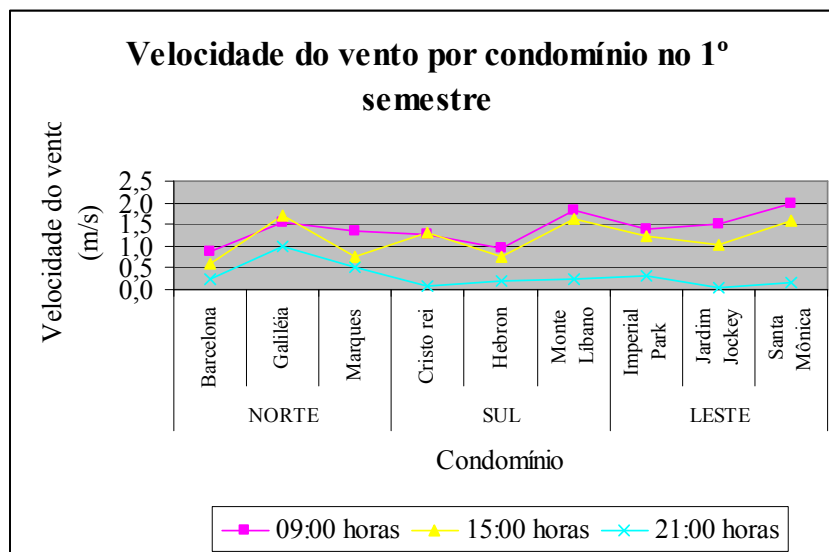


Gráfico 18 – Velocidade média do vento por conjunto no 1º semestre.

No segundo semestre, a velocidade média do vento por conjunto e por horário não segue o mesmo padrão do primeiro semestre, variando bastante em todos os horários, de acordo com os dados coletados (gráfico 19). Pela manhã, na zona norte, a velocidade do vento tem os menores valores e, nas outras zonas, tem os valores mais altos. Na zona leste, à noite, a velocidade do vento é quase nula. O Santa Mônica é o conjunto com maior velocidade do vento pela manhã e à tarde.

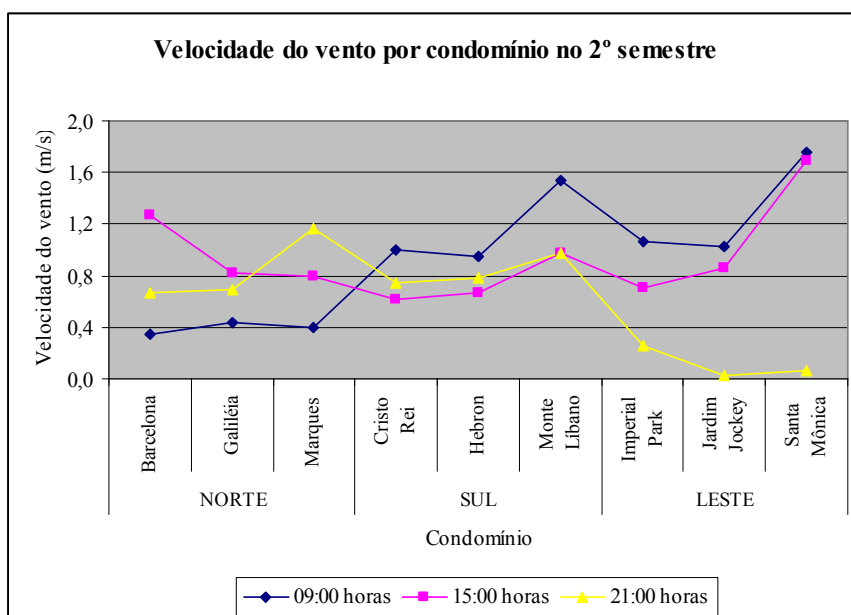


Gráfico 19 – Velocidade média do vento por conjunto no 1º semestre.

Comparando-se os valores da velocidade média do vento por conjunto, nos dois semestres, nota-se que, com apenas duas exceções (conjuntos Barcelona e Hebron), a velocidade do vento é maior no 1º do que no 2º semestre (gráfico 20). O Galiléia apresenta a maior diferença entre os dois semestres. O Santa Mônica e o Monte Líbano apresentam os maiores valores da velocidade do vento nos dois semestres. Esse resultado pode evidenciar algumas características, que favorecem a ventilação das áreas externas, como a pequena taxa de ocupação do entorno e do conjunto, proximidade ao rio, orientação das áreas abertas (leste/oeste) e área central do conjunto com $H < W$.

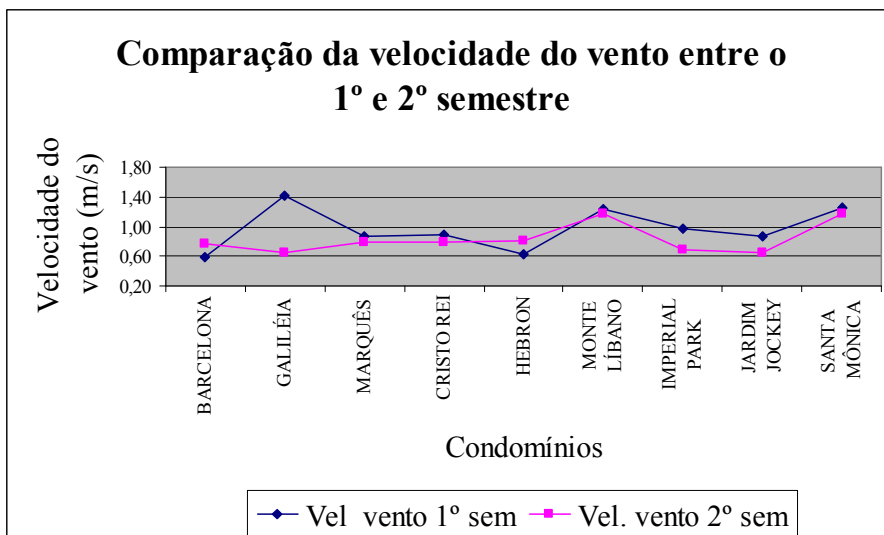


Gráfico 20 – Comparação da velocidade média do vento nos 1º e 2º semestres.

A relação entre a temperatura média do ar e a velocidade média do vento, considerando-se todas as medições realizadas (gráfico 21), não é clara, e não permite que se estabeleça uma relação exata entre os dois valores, em função dos vários fatores que têm influência na ventilação nas áreas externas dos conjuntos.

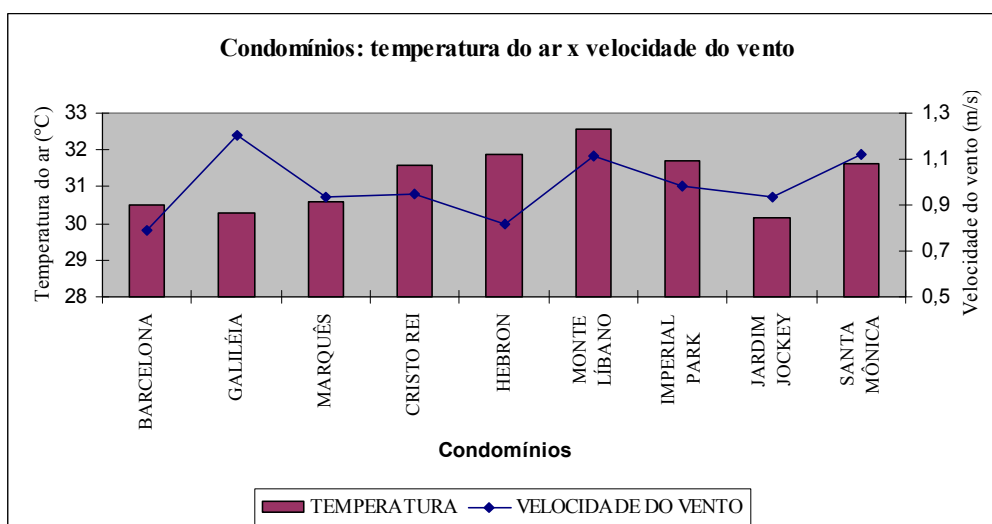


Gráfico 21 – Relação entre a temperatura do ar e a velocidade do vento por conjunto.

8.1.4 Sensação térmica

A sensação térmica apontada pelos pesquisadores foi analisada por conjunto e por semestre, levando-se em consideração todos os horários. Fez-se o cruzamento entre os conjuntos e as sensações térmicas (tabela 11).

Considerando-se todos os horários, no 1º semestre, a maioria da sensação térmica foi agradável (64,6%). Apenas dois conjuntos apresentaram avaliação quente ou muito quente em mais de 50% dos dados, o Marquês e o Cristo Rei.

CONJUNTO * SENSACÃO TÉRMICA (Tabulação cruzada)

	SENSACÃO TÉRMICA			TOTAL
	AGRADÁVEL	QUENTE	MUITO QUENTE	
BARCELONA	34	16	4	54
	63,0%	29,6%	7,4%	100,0%
GALILÉIA	45	8	1	54
	83,3%	14,8%	1,9%	100,0%
MARQUÊS	24	30		54
	44,4%	55,6%		100,0%
CRISTO REI	18	36		54
	33,3%	66,7%		100,0%
HEBRON	35	14	5	54
	64,8%	25,9%	9,3%	100,0%
MONTE LÍBANO	42	11	1	54
	77,8%	20,4%	1,9%	100,0%
IMPERIAL PARK	35	14	5	54
	64,8%	25,9%	9,3%	100,0%
JARDIM JOCKEY	42	11	1	54
	77,8%	20,4%	1,9%	100,0%
SANTA MÔNICA	39	12	3	54
	72,2%	22,2%	5,6%	100,0%
	314	152	20	486
	64,6%	31,3%	4,1%	100,0%

Tabela 11 – Sensação térmica por conjunto no 1º semestre.

No primeiro semestre, de acordo com a sensação térmica dos pesquisadores, os conjuntos Galiléia, Monte Líbano e Jardim Jockey são os mais agradáveis em termos de conforto térmico nas áreas externas (gráfico 22).

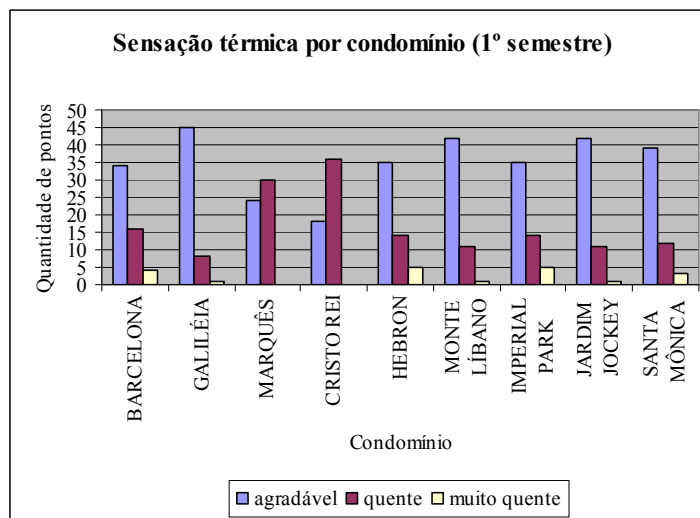


Gráfico 22 – Sensação térmica por conjunto no 1º semestre.

Fazendo-se uma análise por horário, no período das 15:00 horas, a maioria dos conjuntos é considerada quente ou muito quente (69,1%) (tabela 12).

CONJUNTO * SENSÇÃO TÉRMICA (Tabulação cruzada)

	SENSAÇÃO TÉRMICA			TOTAL
	AGRADÁVEL	QUENTE	MUITO QUENTE	
BARCELONA	6	9	3	18
	33,3%	50,0%	16,7%	100,0%
GALILÉIA	13	4	1	18
	72,2%	22,2%	5,6%	100,0%
MARQUÊS		18		18
		100,0%		100,0%
CRISTO REI		18		18
		100,0%		100,0%
HEBRON	4	9	5	18
	22,2%	50,0%	27,8%	100,0%
MONTE LÍBANO	9	8	1	18
	50,0%	44,4%	5,6%	100,0%
IMPERIAL PARK	4	9	5	18
	22,2%	50,0%	27,8%	100,0%
JARDIM JOCKEY	9	8	1	18
	50,0%	44,4%	5,6%	100,0%
SANTA MÔNICA	5	10	3	18
	27,8%	55,6%	16,7%	100,0%
TOTAL	50	93	19	162
	30,9%	57,4%	11,7%	100,0%

Tabela 12 – Sensação térmica por conjunto, às 15:00 horas, no 1º semestre.

No segundo semestre, considerando-se todos os horários, a sensação agradável foi registrada em apenas 43,6% dos casos (tabela 13). Apenas dois conjuntos apresentam mais de 50% de sensação agradável: o Jardim Jockey e o Marquês. Os conjuntos Monte Líbano e Santa Mônica apresentam os menores percentuais de sensação agradável: 11,1 e 22,2%, respectivamente.

CONJUNTO * SENSACÃO TÉRMICA (Tabulação cruzada)

	SENSACÃO TÉRMICA			TOTAL
	AGRADÁVEL	QUENTE	MUITO QUENTE	
BARCELONA	26	24	4	54
	48,1%	44,4%	7,4%	100,0%
GALILÉIA	25	21	8	54
	46,3%	38,9%	14,8%	100,0%
MARQUÊS	36	18		54
	66,7%	33,3%		100,0%
CRISTO REI	23	16	15	54
	42,6%	29,6%	27,8%	100,0%
HEBRON	19	23	12	54
	35,2%	42,6%	22,2%	100,0%
MONTE LÍBANO	6	31	17	54
	11,1%	57,4%	31,5%	100,0%
IMPERIAL PARK	14	20	20	54
	25,9%	37,0%	37,0%	100,0%
JARDIM JOCKEY	51	3		54
	94,4%	5,6%		100,0%
SANTA MÔNICA	12	36	6	54
	22,2%	66,7%	11,1%	100,0%
	212	192	82	486
	43,6%	39,5%	16,9%	100,0%

Tabela 13 – Sensação térmica por conjunto no 2º semestre.

Considerando-se todos os pontos, por conjunto, no segundo semestre, o Jardim Jockey destaca-se como o que apresenta maior número de pontos considerados agradáveis, seguido pelo Marquês (gráfico 23). Os conjuntos Monte Líbano e Santa Mônica são considerados os mais quentes no segundo semestre.

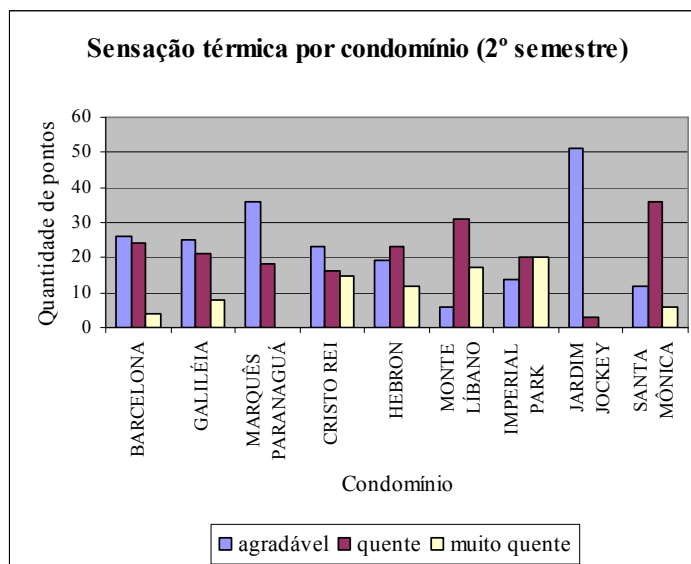


Gráfico 23 – Sensação térmica por conjunto no 2º semestre.

Em relação à sensação térmica, determinou-se também o intervalo de confiança da temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do ar para a sensação agradável, por semestre (tabelas 14 e 15).

			Estadística
TEMPERATURA DO AR	Média		28,7054
	Intervalo de confiança de 95%	Limite inferior	28,4896
		Limite superior	28,9213
UMIDADE DO AR	Média		71,0725
	Intervalo de confiança de 95%	Limite inferior	69,6970
		Limite superior	72,4480
VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO	Média		,9562
	Intervalo de confiança de 95%	Limite inferior	,8512
		Limite superior	1,0612

Tabela 14 – Intervalo de confiança da sensação agradável no 1º semestre.

Em relação ao primeiro semestre, para um intervalo de confiança de 95%, os pontos dos conjuntos considerados agradáveis tinham a temperatura do ar entre 28,48 e 28,92°C, a umidade relativa do ar entre 69,69 e 71,07% e a velocidade do vento entre 0,85 e 1,06 m/s.

			Estatística
TEMPERATURA DO AR	Média		30,6113
	Intervalo de confiança de 95%	Limite inferior	30,3416
		Limite superior	30,8810
UMIDADE DO AR	Média		69,7453
	Intervalo de confiança de 95%	Limite inferior	68,1172
		Limite superior	71,3734
VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO	Média		,7323
	Intervalo de confiança de 95%	Limite inferior	,6162
		Limite superior	,8484

Tabela 15 – Intervalo de confiança da sensação agradável no 2º semestre.

Em relação ao segundo semestre, para um intervalo de confiança de 95%, os pontos dos conjuntos considerados agradáveis tinham a temperatura do ar entre 30,34 e 30,88°C, a umidade relativa do ar entre 68,11 e 71,37% e a velocidade do vento entre 0,61 e 0,84 m/s.

Comparando-se os resultados dos dois semestres, no segundo, o intervalo de temperatura é mais alto, o intervalo da umidade relativa do ar é aproximadamente o mesmo e o intervalo da velocidade do ar é mais baixo..

8.1.5 Escore padronizado dos conjuntos

Os escores padronizados são medidas que, calculadas para cada observação do conjunto de dados, permitem fazer comparações entre valores de variáveis medidas em escalas diferentes. Nessa análise, foi calculado o escore padronizado de cada conjunto, considerando-se que é melhor: (1) quanto menor for o valor da temperatura do ar; (2) quanto maior for o valor da umidade relativa do ar e; (3) quanto maior for o valor da velocidade do vento.

Realizaram-se, inicialmente, os cálculos para todos os valores, por hora e por semestre, e depois para os dois semestres e para o ano. Em seguida, os conjuntos foram ordenados do melhor para o pior escore padronizado (quadro 56 e gráfico 24).

Conjunto	ESCORE PADRONIZADO	ARRANJO
GALILÉIA	1,24584	
MARQUÊS	0,6182	
JARDIM JOCKEY	0,52233	
SANTA MÔNICA	0,02157	
CRISTO REI	-0,19731	
MONTE LÍBANO	-0,2014	
BARCELONA	-0,29733	
IMPERIAL PARK	-0,8091	
HEBRON	-0,90281	

Quadro 56 – Escore padronizado dos conjuntos.

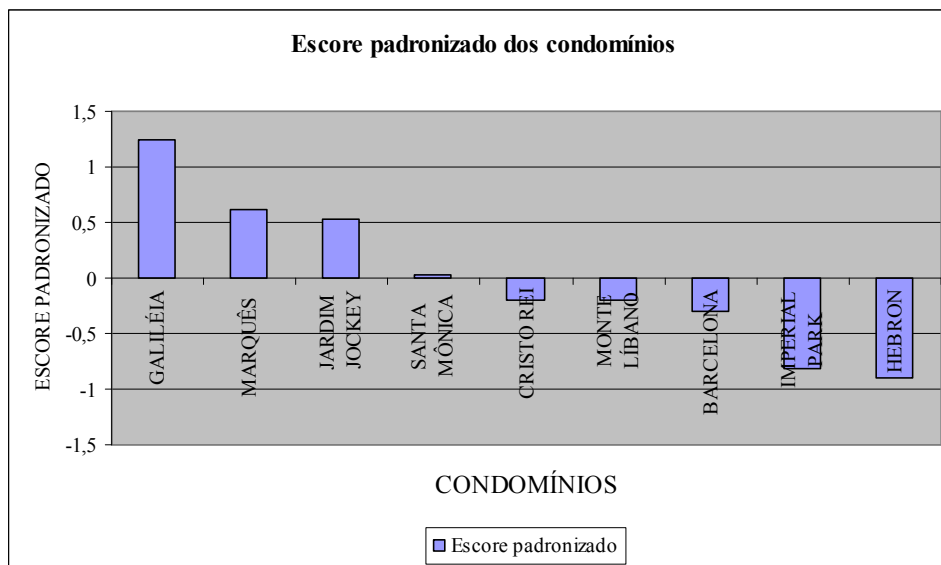


Gráfico 24 – Escore padronizado dos conjuntos.

De acordo com o escore padronizado, considerando-se o ano todo, os melhores conjuntos, em termos de desempenho térmico, são o Galiléia, o Marquês e o Jardim Jockey e os piores, o Imperial Park e o Hebron.

8.1.6 Análise da temperatura e umidade do ar e velocidade do vento, por ponto, em cada conjunto

Realizou-se a análise estatística dos valores registrados por pontos, em cada conjunto, nos três horários, por semestre, calculando-se as médias da temperatura do ar, da umidade relativa e da velocidade do vento em cada um. O objetivo desta análise é verificar as relações existentes entre as variáveis climáticas e as variáveis morfológicas em cada conjunto, tais como: o revestimento do solo, a relação H/W, a presença de vegetação, entre outras.

Para cada conjunto, são apresentadas as características dos pontos nos quais foram realizadas as medições (material de piso e insolação) e as variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento) por horário, e gráficos com os valores das médias da temperatura do ar, da umidade relativa e da velocidade do vento. Vale ressaltar que não foi medida a temperatura superficial em cada ponto, e sim, a temperatura do ar a 1,0m de altura do chão. Esta análise foi feita de acordo com os dados coletados no segundo semestre, quente e seco, com as variáveis climáticas mais extremas.

a) Conjunto Barcelona

O Conjunto Barcelona apresenta somente dois tipos de revestimento de piso, calçamento e cimentado; ambos materiais com baixo albedo e que acumulam calor em excesso durante o dia. Os valores da temperatura do ar e da umidade relativa variam muito pouco dentro de cada horário de medição, mas a velocidade do vento é bastante diferente, em função da posição do ponto em relação aos edifícios (tabela 16). Apesar de se ter medido a temperatura do ar à tarde, o único ponto no sol (P3) apresenta temperatura média superior aos demais pontos e umidade relativa mais baixa, fato que ocorre também à noite, devido ao calor acumulado durante a tarde.

CONJUNTO BARCELONA (2º semestre)						
HORA	CARACTERIZAÇÃO PONTO			VARIÁVEIS CLIMÁTICAS		
	PONTO	INSOLAÇÃO	MATERIAL PISO	TEMP (°C)	UR (%)	VEL.VENT. (m/s)
09:00	1	Sombra	Calçamento	29,90	72,26	0,91
	2	Sombra	Cimentado	29,60	75,23	0,55
	3	Sombra	Calçamento	29,90	74,13	0,10
	4	Sombra	Calçamento	29,83	73,66	0,46
	5	Sombra	Cimentado	29,96	74,76	0,00
	6	Sol	Cimentado	29,73	73,06	0,00
15:00	1	Sombra	Calçamento	33,46	55,23	1,91
	2	Sombra	Cimentado	33,53	58,13	0,85
	3	Sol	Calçamento	34,60	54,90	1,70
	4	Sombra	Calçamento	34,06	56,16	1,56
	5	Sombra	Cimentado	34,13	56,66	0,96
	6	Sombra	Cimentado	33,90	56,70	0,58
21:00	1	-	Calçamento	29,20	74,86	1,15
	2	-	Cimentado	29,20	74,66	0,66
	3	-	Calçamento	29,53	72,50	0,60
	4	-	Calçamento	29,03	75,86	1,20
	5	-	Cimentado	29,13	77,53	0,38
	6	-	Cimentado	29,03	76,86	0,00

Tabela 16 - Conjunto Barcelona - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário.

Fazendo-se a média das medições de todos os horários, por cada ponto, em relação à temperatura do ar, umidade relativa e velocidade dos ventos, os resultados demonstram diferenças mais significativas em relação ao comportamento de cada ponto (gráfico 25). O ponto P3, com maior temperatura e menor umidade relativa, encontra-se sobre o calçamento e recebe sol quase o dia todo. Dos pontos com maior umidade relativa, o ponto P2 tem a menor temperatura do ar e localiza-se no cânion entre dois prédios, com $H/W = 2,25$.

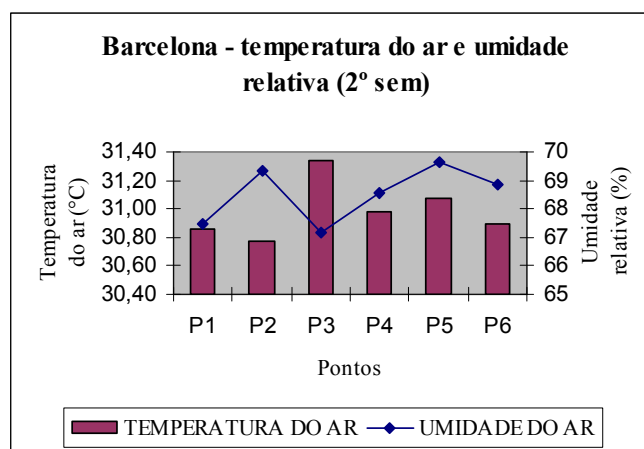


Gráfico 25 – Conjunto Barcelona – temperatura média do ar e umidade relativa.

Em relação à velocidade do vento no conjunto, verifica-se que os pontos P1 e P4, com maior velocidade do vento, localizam-se entre os prédios ($H/W = 2,25$), onde o vento é canalizado. O ponto P6, na reentrância do prédio, tem velocidade quase nula o dia todo (gráfico 26).

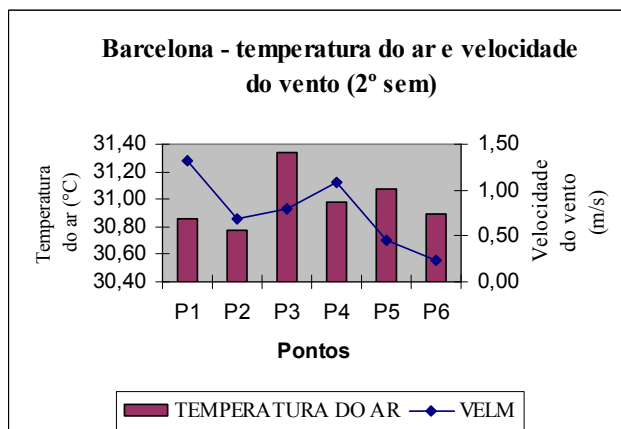


Gráfico 26 – Conjunto Barcelona – temperatura média do ar e velocidade do vento.

b) Conjunto Galiléia

O Conjunto Galiléia apresenta também somente dois tipos de revestimento do solo, bloquet e cimentado, com valores de albedo iguais. A área permeável é de apenas 2,19%; a sombreada nula. As variáveis climáticas apresentam pequenas variações: os pontos P2, P3 e P4, que permanecem na sombra ao longo de quase todo o dia, apresentam os menores valores da temperatura do ar e maior umidade relativa (tabela 17). Os pontos P1, P5 e P6, que recebem sol à tarde, têm as maiores temperaturas. Estes pontos também são os mais ventilados à tarde. À noite, os pontos P2 e P3, situados entre os prédios, onde o vento é canalizado ($H/W = 3,37$), são os mais ventilados.

CONJUNTO GALILÉIA						
HORA	CARACTERIZAÇÃO PONTO			VARIÁVEIS CLIMÁTICAS		
	PONTO	INSOLAÇÃO	MATERIAL PISO	TEMP (°C)	UR (%)	VEL.VENT (m/s)
09:00	1	Sombra	Cimentado	29,86	86,23	0,00
	2	Sombra	Bloquet	29,26	84,66	0,81
	3	Sombra	Bloquet	29,13	87,03	0,28
	4	Sombra	Bloquet	29,30	86,60	0,33
	5	Sombra	Bloquet	29,90	85,16	0,53
	6	Sombra	Bloquet	29,76	84,83	0,55
15:00	1	Sol	Cimentado	35,71	55,83	1,03
	2	Sombra	Bloquet	35,10	56,76	0,51
	3	Sombra	Bloquet	34,63	58,60	0,56
	4	Sombra	Bloquet	34,06	60,73	0,50
	5	Sol	Bloquet	35,33	58,13	1,43
	6	Sol	Bloquet	35,83	57,66	0,90
21:00	1	-	Cimentado	29,63	81,76	0,46
	2	-	Bloquet	29,80	82,86	0,93
	3	-	Bloquet	29,50	82,46	0,93
	4	-	Bloquet	29,60	82,96	0,56
	5	-	Bloquet	29,63	82,53	0,48
	6	-	Bloquet	29,60	82,73	0,76

Tabela 17- Conjunto Galiléia - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário.

Fazendo-se a média das medições de todos os horários, por cada ponto, em relação à temperatura do ar, umidade relativa e velocidade dos ventos, os resultados apresentam diferenças mais significativas em relação ao comportamento de cada ponto (gráfico 27). Os pontos P3 e P4, com menor temperatura e maior umidade relativa, recebem pouca radiação solar por se encontrarem no cânion ($H/W = 3,37$). Os pontos P1, P5 e P6, que recebem sol durante a tarde, apresentam maior temperatura média e menor umidade relativa do ar.

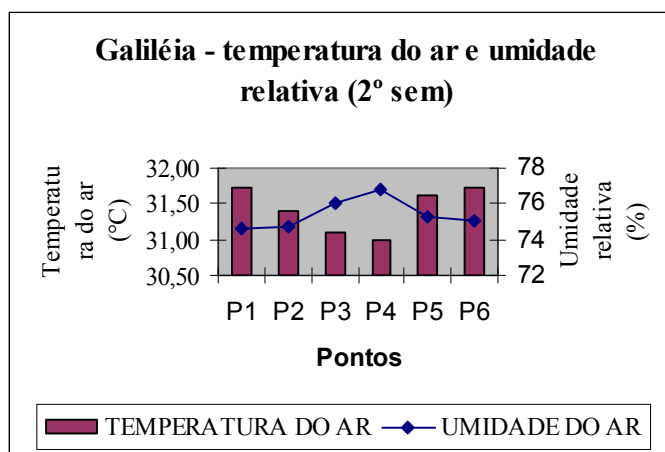


Gráfico 27 – Conjunto Galiléia – temperatura média do ar e umidade relativa.

Em relação à velocidade média do vento no conjunto, os pontos P2 e P5 são os mais ventilados e encontram-se no cânion entre os prédios e na lateral, entre o prédio e o muro ($H = 3,0\text{m}$), respectivamente, em locais onde o vento é canalizado (gráfico 28).

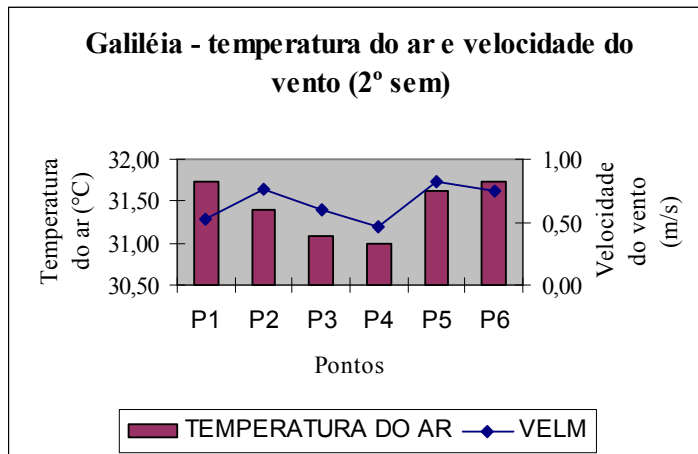


Gráfico 28 – Conjunto Galiléia – temperatura média do ar e velocidade do vento.

c) Conjunto Marquês

O Conjunto Marquês apresenta grande variedade de materiais de revestimento do solo, que recobrem 59,90 % das áreas externas. A área permeável é de apenas 6,46%, e a área sombreada de 11,78% é, em grande parte, composta de coberturas para os carros. As variáveis climáticas exibem pequenas variações em um mesmo horário, tendo as maiores temperaturas onde há sol pela manhã (P6) ou à tarde (P6) (tabela 18). O ponto P2, mesmo na sombra o dia todo, apresenta também temperatura mais alta. As umidades relativas mais altas, nos três horários, ocorrem nos pontos P3, P4 e P5, situados no cânion dos prédios ($H/W = 2,64$) ou na lateral do muro ($H = 3,0\text{m}$). Os pontos P2 e P5 apresentam menor ventilação pela manhã e à tarde e encontram-se nas duas laterais do conjunto, entre os prédios e o muro.

CONJUNTO MARQUÊS						
HORA	CARACTERIZAÇÃO PONTO			VARIÁVEIS CLIMÁTICAS		
	PONTO	INSOLAÇÃO	MATERIAL PISO	TEMP (°C)	UR (%)	VEL.VENT. (m/s)
09:00	1	Sol	Calçamento	28,73	75,80	1,05
	2	Sombra	Pedra Campo Maior	28,96	78,90	0,11
	3	Sombra	Grama	29,03	79,73	0,10
	4	Sombra	Grama	28,76	79,86	0,75
	5	Sol	Cimentado	28,86	80,33	0,00
	6	Sol	Calçamento	29,26	76,50	0,30
15:00	1	Sol	Calçamento	33,93	54,10	1,18
	2	Sombra	Pedra Campo Maior	35,00	55,03	0,13
	3	Sombra	Grama	34,63	57,60	0,98
	4	Sombra	Grama	34,36	57,60	1,03
	5	Sol	Cimentado	34,70	58,70	0,00
	6	Sol	Calçamento	35,60	54,50	1,41
21:00	1	-	Calçamento	30,36	73,90	1,56
	2	-	Pedra Campo Maior	29,86	75,70	0,38
	3	-	Grama	29,60	75,90	1,61
	4	-	Grama	29,50	75,73	1,71
	5	-	Cimentado	29,40	76,46	1,23
	6	-	Calçamento	29,43	76,00	0,50

Tabela 18 - Conjunto Marquês - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário.

Fazendo-se a média das medições de todos os horários, por cada ponto, em relação à temperatura do ar, umidade relativa e velocidade dos ventos, os resultados demonstram diferenças mais significativas em relação ao comportamento de cada ponto (gráfico 29). Os pontos P3 e P4, com menor temperatura e maior umidade relativa, encontram-se na sombra o dia todo, em cânions ($H/W = 2,64$) e são gramados. O ponto P5, mesmo recebendo sol, apresenta também menor temperatura e maior umidade relativa, por se localizar na lateral de muro alto ($H=3,0m$). O ponto P6, que recebe sol o dia todo, tem maior temperatura média e menor umidade relativa do ar.

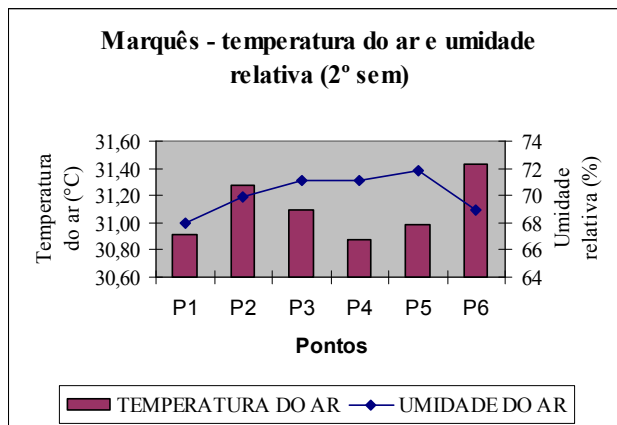


Gráfico 29 – Conjunto Marques – temperatura média do ar e umidade relativa.

Em relação à velocidade média do vento, considerando-se todos os horários, os pontos P1, localizado na área aberta central, P3 e P4, localizados no cânion ($H/W = 2,64$), são os mais ventilados. Os pontos P2 e P5 apresentam os menores valores da velocidade do vento (gráfico 30).

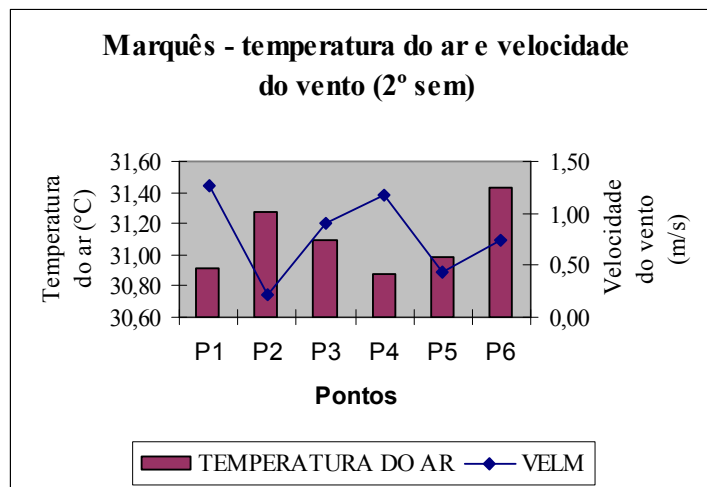


Gráfico 30 – Conjunto Marques – temperatura média do ar e velocidade do vento.

d) Conjunto Cristo Rei

O Conjunto Cristo Rei possui 51,15% da sua área externa pavimentada, com pedra portuguesa, calçamento ou cimentado. A área permeável é grande (23,11%), toda gramada. A sombreada é de 26,20%, mas boa parte dela refere-se às coberturas para garagens.

Pela manhã, o ponto P3, na sombra, tem a menor temperatura, a maior umidade relativa e é o mais ventilado (tabela 19). À tarde, os pontos P4, P5 e P6, todos no sol, com as maiores temperaturas, são também os mais secos, com menor umidade relativa. À noite, esses pontos também são os mais quentes, por acumularem calor durante a tarde. À noite, os pontos P1 e P2, na grama, possuem temperatura média do ar menor. A ventilação, nos três horários, é bastante variada, em função da influência dos obstáculos à passagem dos ventos. O ponto P3 tem as maiores velocidades do vento nos três horários, por situar-se em local onde se afunila o vento, provocado pela posição relativa dos prédios.

CONJUNTO CRISTO REI						
HORA	CARACTERIZAÇÃO PONTO			VARIÁVEIS CLIMÁTICAS		
	PONTO	INSOLAÇÃO	MATERIAL PISO	TEMP (°C)	UR (%)	VEL.VENT. (m/s)
09:00	1	Sol	Grama	32,60	50,06	0,58
	2	Sol	Grama	32,96	54,56	0,93
	3	Sombra	Pedra Portuguesa	31,60	57,50	1,83
	4	Sol	Calçamento	32,93	53,13	0,71
	5	Sol	Pedra Portuguesa	33,13	52,40	0,63
	6	Sol	Calçamento	32,96	53,16	1,31
15:00	1	Sol	Grama	36,56	36,80	0,75
	2	Sombra	Grama	37,13	37,83	0,50
	3	Sombra	Pedra Portuguesa	37,03	38,36	0,83
	4	Sol	Calçamento	38,20	35,46	0,38
	5	Sol	Pedra Portuguesa	38,13	37,20	0,41
	6	Sol	Calçamento	38,20	36,30	0,80
21:00	1	-	Grama	29,96	54,73	0,55
	2	-	Grama	30,80	54,03	0,80
	3	-	Pedra Portuguesa	31,06	54,56	1,30
	4	-	Calçamento	31,23	55,73	0,00
	5	-	Pedra Portuguesa	31,13	56,63	0,81
	6	-	Calçamento	30,96	56,83	0,96

Tabela 19- Conjunto Cristo Rei - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário.

O gráfico 31 mostra as médias da temperatura do ar e umidade relativa por ponto, considerando todos os horários. O ponto P3, contém a menor temperatura do ar e a menor umidade relativa, localiza-se no pátio entre três prédios, quase sempre na sombra, e tem a maior velocidade média do ar. Os pontos P4, P5 e P6, com revestimento de pedra, são os mais quentes e mais secos, por receberem sol o dia todo e acumularem o calor.

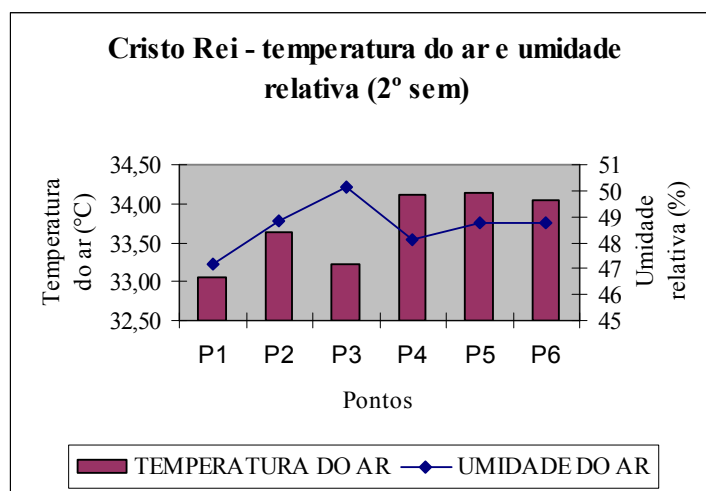


Gráfico 31 – Conjunto Cristo Rei – temperatura média do ar e umidade relativa.

Com referência à ventilação, o ponto P3, localizado em local de afunilamento entre dois prédios, possui a maior velocidade média do vento (gráfico 32).

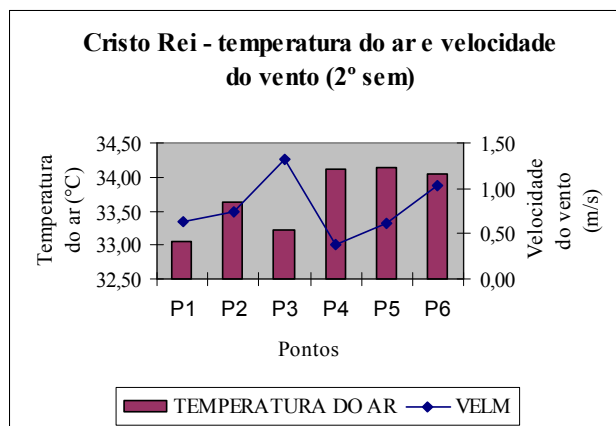


Gráfico 32 – Conjunto Cristo Rei – temperatura média do ar e velocidade do vento.

e) Conjunto Hebron

O Conjunto Hebron possui 36,94% da área externa pavimentada, com asfalto ou cimentado, materiais com baixo albedo e que acumulam bastante calor. A área sombreada é de 11,52%; a área permeável e a de solo nu, de 17,42%. Às 09:00 horas, as temperaturas médias do ar são muito semelhantes, com exceção do ponto P4, com cimentado e no sol, que já começa a se aquecer e irradiar calor (tabela 20). À tarde, os pontos P1, P2 e P6, todos no sol e pavimentados, têm as maiores temperaturas e são mais secos. À noite, os pontos P1, P2 e P4, com revestimento de asfalto ou cimentado, aparecem como os mais quentes, por irradiarem o calor acumulado durante o dia. Pela manhã e à tarde, os pontos P2, P3 e P4, voltados para a direção leste, são mais ventilados.

CONJUNTO HEBRON						
HORA	CARACTERIZAÇÃO PONTO			VARIÁVEIS CLIMÁTICAS		
	PONTO	INSOLAÇÃO	MATERIAL PISO	TEMP (°C)	UR (%)	VEL.VENT. (m/s)
09:00	1	Sombra	Asfalto	31,50	55,50	1,08
	2	Sombra	Asfalto	31,43	56,90	1,38
	3	Sombra	Solo nu	31,53	56,96	1,11
	4	Sol	Cimentado	32,53	53,43	1,20
	5	Sombra	Solo nu	31,73	57,23	0,71
	6	Sombra	Cimentado	32,06	56,36	0,18
15:00	1	Sol	Asfalto	37,86	35,50	0,66
	2	Sol	Asfalto	38,06	36,06	0,68
	3	Sombra	Solo nu	37,46	37,66	0,90
	4	Sombra	Cimentado	37,63	36,53	0,70
	5	Sombra	Solo nu	37,23	38,83	0,41
	6	Sol	Cimentado	38,83	33,50	0,63
21:00	1	-	Asfalto	32,06	52,66	0,75
	2	-	Asfalto	32,06	52,43	0,73
	3	-	Solo nu	31,80	53,23	0,53
	4	-	Cimentado	32,00	50,00	0,73
	5	-	Solo nu	31,66	54,20	0,91
	6	-	Cimentado	31,76	53,80	1,03

Tabela 20- Conjunto Hebron - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário.

O gráfico 33 aponta a relação inversa existente entre a temperatura média do ar e a umidade relativa: os pontos P3 e P5, que apresentam os menores valores da temperatura média e os maiores da umidade relativa do ar. Ambos acham-se em área de solo nu, sombreada pela vegetação existente no conjunto. Os pontos P1 e P2, com revestimento asfáltico, tem temperatura média inferior à dos pontos P4 e P6, cimentados, por se localizarem no cânion ($H/W = 2,05$) e receberem, portanto, menos radiação solar ao longo do dia.

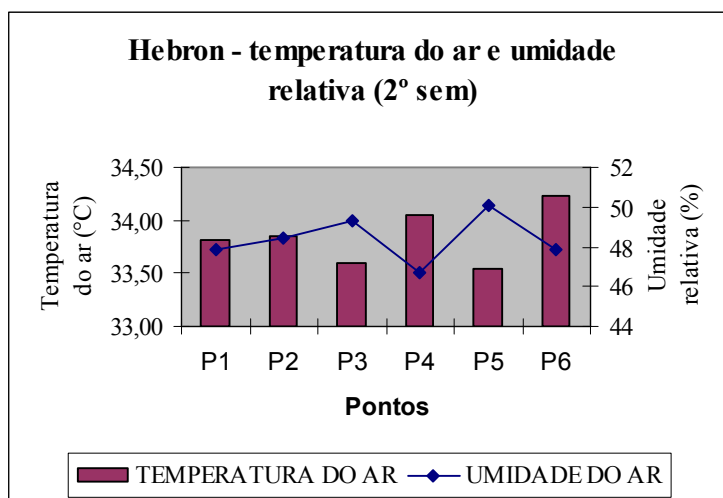


Gráfico 33 – Conjunto Hebron – temperatura média do ar e umidade relativa.

Em relação à velocidade média do vento (gráfico 34), os pontos P5 e P6 são os menos ventilados por se localizarem a sotavento dos prédios, considerando-se a direção dominante dos ventos como sudeste.

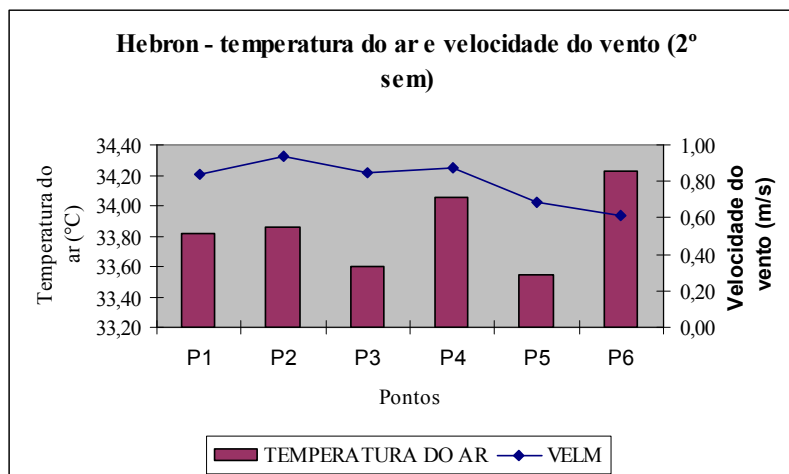


Gráfico 34 – Conjunto Hebron – temperatura média do ar e velocidade do vento.

f) Conjunto Monte Líbano

O Conjunto Monte Líbano possui taxa de ocupação pequena (17,20%). Sua área externa permeável é de 41,70% (grama e solo nu) e pavimentada, de 40,48% (calçamento e cimentado). Pela manhã, o ponto P2 é o mais quente, mais seco e mais ventilado por estar em local pavimentado, exposto à ventilação sudeste e a sol (tabela 21). Durante a tarde, o ponto P6, com maior temperatura, possui também a menor umidade relativa. Embora esteja sombreada no horário das medições, é uma área muito aberta, com calçamento e exposta à radiação solar.

CONJUNTO MONTE LÍBANO						
HORA	CARACTERIZAÇÃO PONTO			VARIÁVEIS CLIMÁTICAS		
	PONTO	INSOLAÇÃO	MATERIAL PISO	TEMP (°C)	UR (%)	VEL.VENT (m/s)
09:00	1	Sol	Calçamento	33,53	58,36	1,16
	2	Sol	Calçamento	35,76	53,16	2,05
	3	Sombra	Grama	34,90	56,20	1,36
	4	Sombra	Grama	34,36	59,70	1,38
	5	Sombra	Grama	33,26	55,60	1,21
	6	Sombra	Calçamento	33,46	58,43	2,06
15:00	1	Sombra	Calçamento	37,53	46,30	1,00
	2	Sombra	Calçamento	37,26	45,66	1,61
	3	Sombra	Grama	38,00	45,73	0,71
	4	Sombra	Grama	37,70	45,43	0,55
	5	Sombra	Grama	37,93	45,56	0,95
	6	Sombra	Calçamento	38,26	44,46	1,05
21:00	1	-	Calçamento	31,66	60,43	1,40
	2	-	Calçamento	32,03	61,00	0,68
	3	-	Grama	32,06	60,43	0,85
	4	-	Grama	32,00	60,74	1,45
	5	-	Grama	31,93	61,10	1,26
	6	-	Calçamento	31,83	61,33	0,20

Tabela 21- Conjunto Monte Líbano - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário.

O gráfico 35, considerando-se todas as medições feitas no semestre, por ponto, mostra mais uma vez que os pontos com maiores temperaturas médias do ar (P2 e P3) têm os menores valores de umidade relativa do ar.

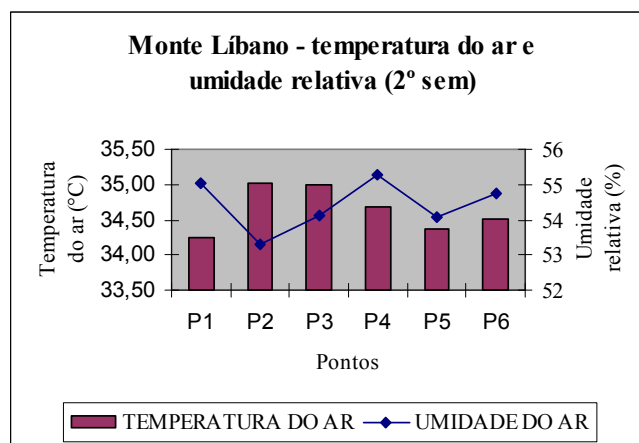


Gráfico 35 – Conjunto Monte Líbano – temperatura média do ar e umidade relativa.

Em relação à velocidade média do vento no conjunto, não há diferença significativa entre os pontos; apenas o ponto P2 tem velocidade média um pouco superior aos demais, por estar em local mais aberto e na direção dos ventos dominantes (gráfico 36).

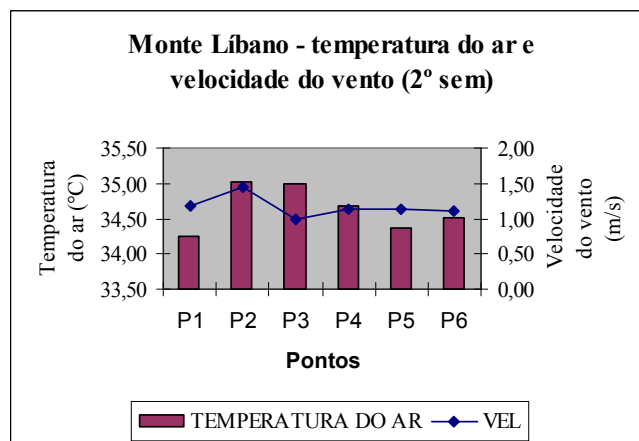


Gráfico 36 – Conjunto Monte Líbano – temperatura média do ar e velocidade do vento

g) Conjunto Imperial Park

A taxa de ocupação do Conjunto Imperial Park é pequena, de 21,21%, mas 47,98% de sua área externa é pavimentada com calçamento ou cimentado, e a área sombreada é nula. Pela manhã, os pontos P2, P4 e P6, na sombra e com solo nu, têm menor temperatura do ar e maior umidade relativa, e localizam-se entre os prédios ($H/W = 1,68$) (tabela 22)> À tarde, o único ponto na sombra (P3), apresenta-se a menor temperatura do ar, a maior umidade relativa e é o mais ventilado. Situa-se na área aberta entre os prédios ($H/W = 0,60$) e é o mais ventilado em todos os horários.

CONJUNTO IMPERIAL PARK						
HORA	CARACTERIZAÇÃO PONTO			VARIÁVEIS CLIMÁTICAS		
	PONTO	INSOLAÇÃO	MATERIAL PISO	TEMP (°C)	UR (%)	VEL.VENT. (m/s)
09:00	1	Sol	Calçamento	32,26	63,20	1,38
	2	Sombra	Solo nu	31,66	65,86	0,73
	3	Sol	Calçamento	32,00	62,03	1,91
	4	Sombra	Solo nu	31,73	65,16	1,00
	5	Sol	Calçamento	32,70	61,63	0,68
	6	Sombra	Solo nu	32,06	65,20	0,68
15:00	1	Sol	Calçamento	37,33	39,06	1,00
	2	Sol	Solo nu	37,96	37,96	0,18
	3	Sombra	Calçamento	37,16	39,20	1,21
	4	Sol	Solo nu	37,56	39,13	0,43
	5	Sol	Calçamento	38,10	38,96	0,95
	6	Sol	Solo nu	37,56	39,53	0,45
21:00	1	-	Calçamento	30,83	61,50	0,16
	2	-	Solo nu	30,76	64,10	0,00
	3	-	Calçamento	30,40	63,66	0,73
	4	-	Solo nu	30,93	63,50	0,13
	5	-	Calçamento	30,46	63,43	0,21
	6	-	Solo nu	30,60	64,26	0,31

Tabela 22- Conjunto Imperial Park - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário.

Condição-se a média de todos os horários, os pontos P2, P4 e P6, situados em solo nu e nos cânions ($H/W = 1,68$), apresentam praticamente a mesma temperatura média do ar e são mais úmidos que os outros pontos (gráfico 37). O ponto P3, na área central, tem a menor temperatura; e o P5, que recebe sol quase o dia todo, a maior temperatura média do ar.

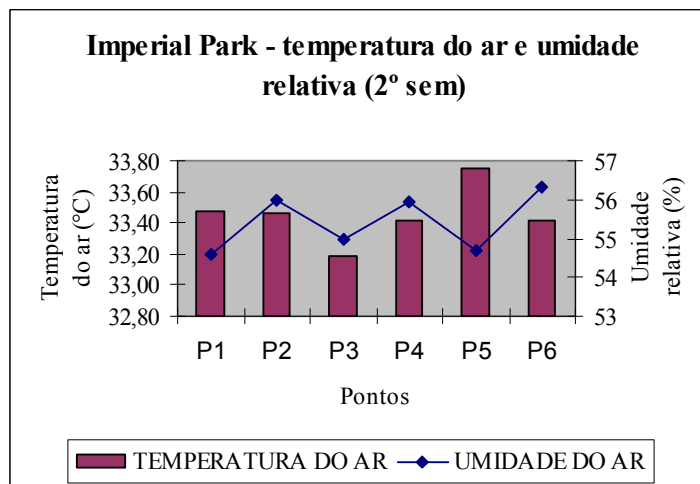


Gráfico 37 – Conjunto Imperial Park – temperatura média do ar e umidade relativa.

Em relação à velocidade média do vento, o ponto P3, na área central aberta, é o mais ventilado e com a menor temperatura média (gráfico 38).

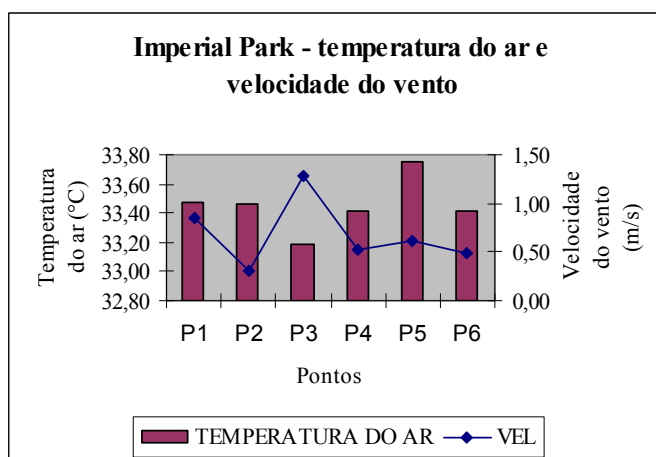


Gráfico 38 – Conjunto Imperial Park – temperatura média do ar e velocidade do vento

h) Conjunto Jardim Jockey

O Conjunto Jardim Jockey possui taxa de ocupação média (33,30%), área permeável toda gramada (22,19%) e 10,90% da área é sombreada. Os prédios possuem pilotis. Pela manhã, os pontos P1 e P2, na grama e na sombra têm menor temperatura do ar e são os mais úmidos (tabela 23). À tarde e à noite, os pontos P5 e P6, pavimentados, são os mais quentes e secos. À noite, a ventilação é praticamente nula em todos os pontos.

CONJUNTO JARDIM JÓCKEY						
HORA	CARACTERIZAÇÃO PONTO			VARIÁVEIS CLIMÁTICAS		
	PONTO	INSOLAÇÃO	MATERIAL PISO	TEMP (°C)	UR (%)	VEL.VENT. (m/s)
09:00	1	Sombra	Grama	29,50	79,56	0,58
	2	Sombra	Grama	30,93	79,60	1,46
	3	Sol	Calçamento	31,53	73,00	1,78
	4	Sombra	Grama	33,00	71,23	0,86
	5	Sol	Cimentado	32,43	70,66	1,03
	6	Sombra	Calçamento	32,43	70,76	0,43
15:00	1	Sol	Grama	32,83	52,30	0,90
	2	Sombra	Grama	34,76	54,16	0,43
	3	Sol	Calçamento	35,26	53,33	1,01
	4	Sombra	Grama	36,13	51,86	1,08
	5	Sombra	Cimentado	36,50	50,83	1,26
	6	Sol	Calçamento	36,73	51,46	0,45
21:00	1	-	Grama	31,36	69,70	0,00
	2	-	Grama	30,46	75,73	0,00
	3	-	Calçamento	30,20	75,96	0,00
	4	-	Grama	30,06	76,80	0,00
	5	-	Cimentado	29,96	76,90	0,11
	6	-	Calçamento	29,86	76,93	0,00

Tabela 23 – Conjunto Jardim Jockey - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário.

Levando-se em consideração todos os horários, o ponto P2, na grama e na sombra das árvores, contém maior umidade relativa do ar. Os pontos P4, P5 e P6 são os mais quentes e localizam-se em área pavimentada ou gramada (gráfico 39).

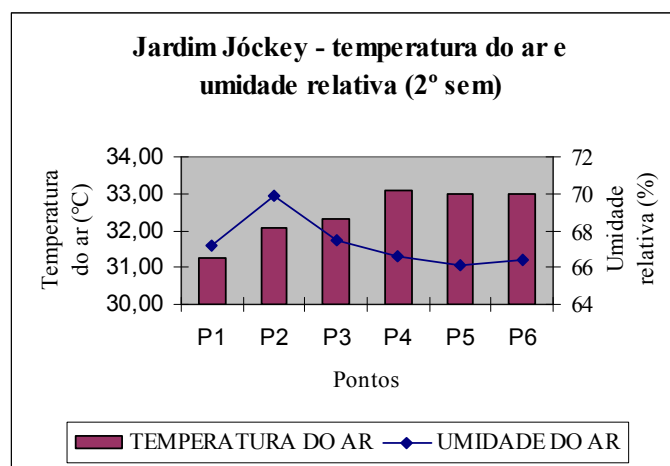


Gráfico 39 – Conjunto Jardim Jockey – temperatura média do ar e umidade relativa.

Referindo-se à velocidade média do vento, o ponto P3 apresenta a maior velocidade média por estar localizado a barlavento dos prédios, na direção de onde vem o vento dominante (sudeste). Já o ponto P6, encontra-se a sotavento, e tem a menor velocidade média do vento (gráfico 40).

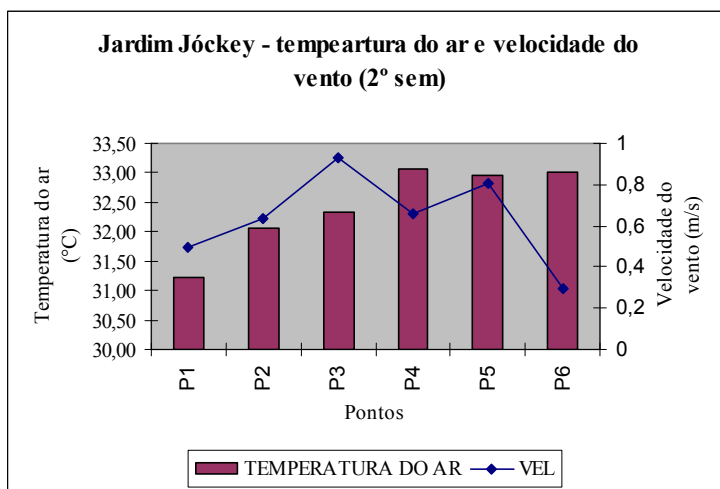


Gráfico 40 – Conjunto Jardim Jockey – temperatura média do ar e velocidade do vento.

i) Conjunto Santa Mônica

O Conjunto Santa Mônica possui taxa de ocupação média (23,00%) e 33,85% de área permeável, em grande parte gramada. As áreas pavimentadas perfazem 43,09%, com revestimento de asfalto, de calçamento ou de pedra portuguesa. Às 09:00 e 15:00 horas, os pontos mais quentes e mais secos são os com calçamento ou asfalto (P3, P4 e P6). Os edifícios estão bem afastados, com $H/W < 1,0$, e as áreas externas, com eixo maior na direção sudeste/noroeste, são bem ventiladas pela manhã e à tarde (tabela 24).

CONJUNTO SANTA MÔNICA						
HORA	CARACTERIZAÇÃO PONTO			VARIÁVEIS CLIMÁTICAS		
	PONTO	INSOLAÇÃO	MATERIAL PISO	TEMP (°C)	UR (%)	VEL.VENT. (m/s)
09:00	1	Sol	Calçamento	32,36	58,66	1,15
	2	Sol	Grama	33,56	57,80	1,53
	3	Sol	Asfalto	34,83	53,70	1,25
	4	Sol	Calçamento	35,53	57,63	1,83
	5	Sol	Grama	32,50	60,60	2,15
	6	Sol	Calçamento	34,90	58,06	2,58
15:00	1	Sol	Calçamento	35,80	40,93	0,25
	2	Sombra	Grama	35,43	39,70	1,36
	3	Sombra	Asfalto	36,26	39,90	3,33
	4	Sol	Calçamento	36,50	38,83	2,01
	5	Sombra	Grama	36,10	40,10	1,51
	6	Sol	Calçamento	36,60	38,83	1,66
21:00	1	-	Calçamento	29,63	73,66	0,00
	2	-	Grama	29,30	74,90	0,00
	3	-	Asfalto	28,80	74,10	0,00
	4	-	Calçamento	28,63	76,23	0,21
	5	-	Grama	28,63	75,80	0,00
	6	-	Calçamento	28,66	74,80	0,00

Tabela 24- Conjunto Santa Mônica - caracterização dos pontos e variáveis climáticas por horário.

Considerando-se a média de todos os horários por pontos, o P5, na grama, destaca-se dos demais por ter menor temperatura do ar e maior umidade relativa. Os pontos P3, P4 e P6, localizados no asfalto ou no calçamento, são os mais quentes e secos (gráfico 41).

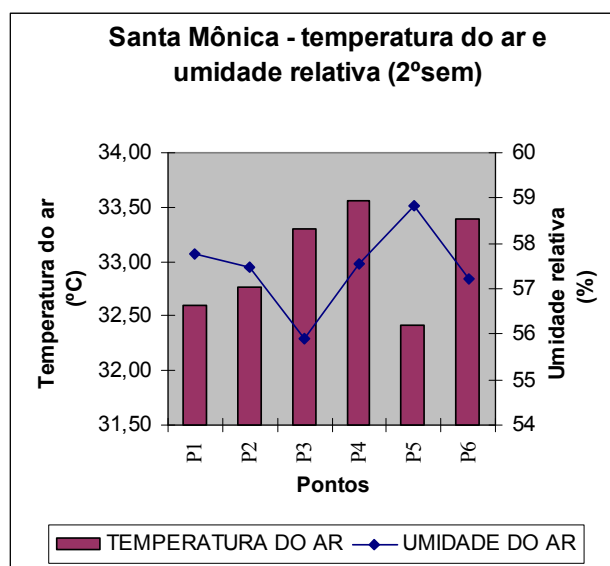


Gráfico 41 – Conjunto Santa Mônica – temperatura média do ar e umidade relativa.

Os pontos mais ventilados, em média, são os pontos P3, P4 e P6. O primeiro localiza-se na rua central de acesso; os outros, nas áreas entre os prédios, com orientação sudeste/noroeste, coincidindo com a direção predominante do vento (gráfico 42).

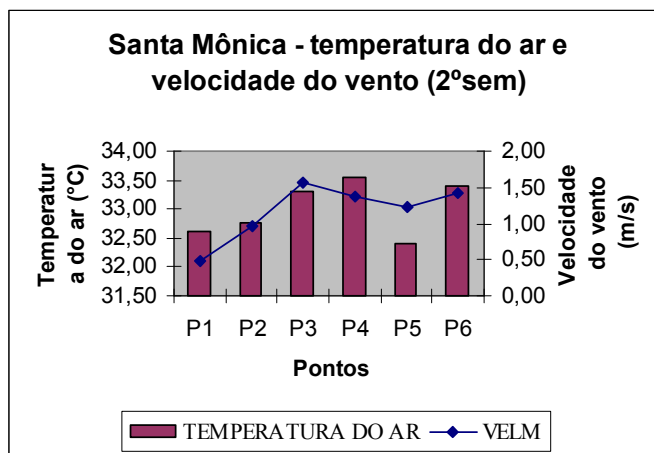


Gráfico 42 – Conjunto Santa Mônica – temperatura média do ar e velocidade do vento.

8.2 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DA VENTILAÇÃO NOS CONJUNTOS HABITACIONAIS

A simulação da ventilação das áreas externas dos conjuntos foi realizada por Valéria Moraes Balduino¹ utilizando o simulador MicroFlo, do software Integrated Environmental Solutions Limited - Virtual Environment (IES-VE), com o objetivo de estudar as áreas mais expostas à ventilação natural e aquelas que se encontram na região de sombra de vento.

De acordo com Moraes Balduino (2005, p. 37):

Segundo o *MicroFlo User Guid: Virtual Environment 5.0* (2005), o CFD² do software IES-VE faz simulações numéricas do escoamento do vento e tem como objetivo ser uma ferramenta para aumentar o entendimento do comportamento do movimento do ar interno e externo aos edifícios, em condições limitadas, podendo incluir os efeitos do clima, energia interna e

¹ Valéria M. Balduino, mestre em Arquitetura e pesquisadora do grupo de pesquisa em sustentabilidade do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e urbanismo da UnB.

² CFD – Dinâmica de Fluidos Computacional

sistemas HVAC. O MicroFlo envolve a solução matemática das equações de momento, energia, continuidade de massa, quantidade de turbulência e escala/massa de fração.

O MicroFlo trabalha o escoamento do vento com fluxo uniforme (escoamento livre), não tendo variações de fluxo de vento com a distância acima do solo como, por exemplo, camada limite. Em relação às condições de fronteira, utiliza as condições de fluxo de entrada uniforme em toda a secção de entrada e saídas livres através das fronteiras laterais e superiores. Uma vez definida a área de simulação, este software só considera os domínios vizinhos da área de estudo, caso um arquivo específico para isso seja importado para a página da simulação; caso contrário, a simulação ocorre por default, sem contribuição de domínios vizinhos.

Em todos os conjuntos, as simulações foram feitas considerando-se a direção predominante do vento em Teresina, a sudeste (135°), e a velocidade média do vento em Teresina, de 1,2 m/s. As simulações não levam em consideração obstáculos como árvores, arbustos e coberturas para carros. Os resultados das simulações são apresentados, a seguir, para cada conjunto (figuras 15 a 23).

ZONA NORTE

Conjunto Barcelona

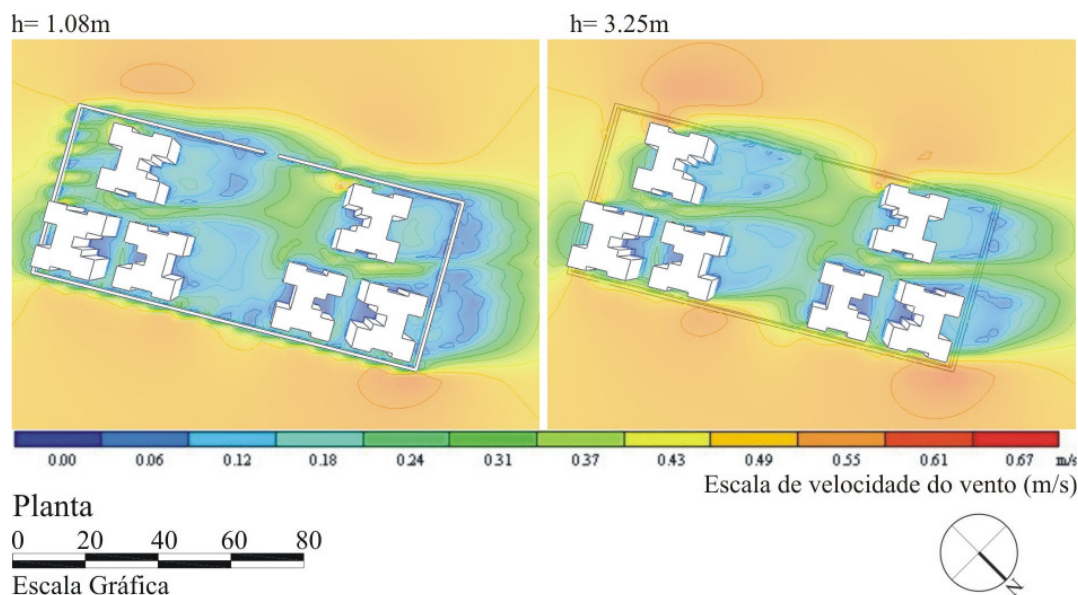


Figura 15 - Resultados da simulação do Conjunto Barcelona com muro.

Esta simulação foi realizada para direção de vento sudeste (135°), velocidade de entrada de vento igual a 1,2 m/s, considerado rugosidade de sítio urbano. Os resultados são representados em escala de cores de velocidade do vento e linha de contorno, sendo azul mais escuro a velocidade igual a 0,0 m/s e vermelho intenso, a velocidade igual a 0,67 m/s, constituindo-se este o valor máximo de velocidade de vento no referido conjunto (figura 15).

Os efeitos mais notáveis em tais simulações são: o efeito esteira a noroeste de todos os edifícios, o efeito canal entre os edifícios a oeste e a leste.

Nas reentrâncias dos edifícios, percebe-se estagnação do vento, tendo este velocidade próxima ou igual a 0,0 m/s. O muro provoca sombra de vento nas regiões próximas a ele.

ZONA NORTE Conjunto Galiléia

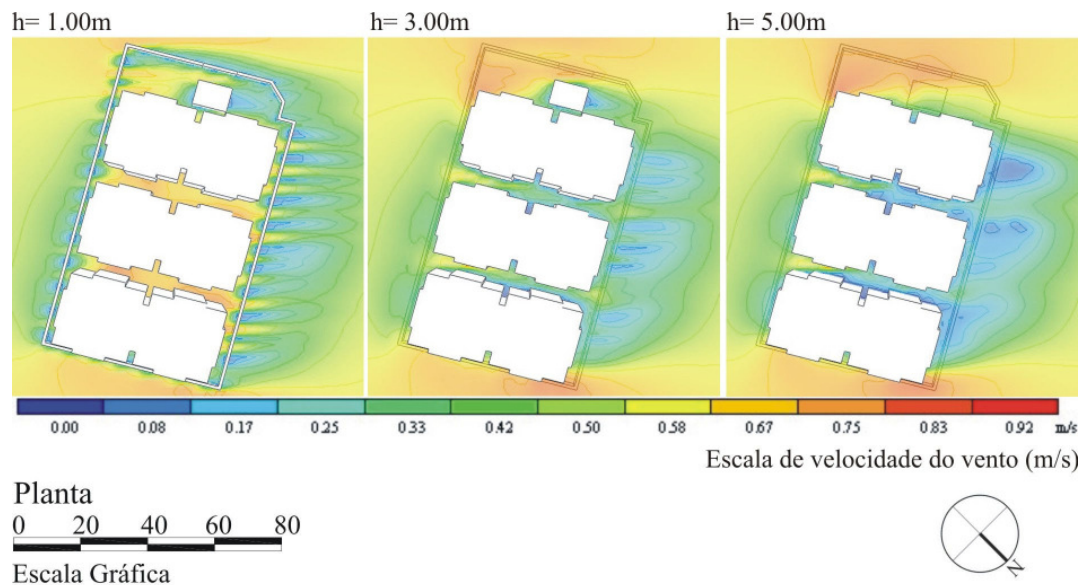


Figura 16 - Resultados da simulação do Conjunto Galiléia com muro.

Esta simulação foi realizada para direção de vento sudeste (135°), velocidade de entrada de vento igual a 1,2 m/s, considerado rugosidade de sítio urbano. Os resultados são representados em escala de cores de velocidade do vento e linha de contorno, sendo azul mais escuro a velocidade igual a 0,0 m/s e vermelho intenso, a velocidade igual a 0,92 m/s, constituindo-se este o valor máximo de velocidade de vento no aludido conjunto. Por causa dos pilotis com 3,00 m de altura, escolheram-se três alturas de resultado da simulação: 1,00 m, 3,00 m e 5,00 m (figura 16).

Os efeitos mais notáveis em tais simulações são os descritos a seguir:

Efeito esteira a noroeste de todos os edifícios. Na altura de 1,00 m, verifica-se que nos pilotis a velocidade de vento alcança 0,92 m/s (aragem fraca), por não encontrar obstáculos significativos ao fluir do vento. Nas reentrâncias dos edifícios, vê-se estagnação do vento, tendo esta velocidade próxima ou igual a 0,0 m/s. O muro provoca sombra de vento nas regiões próximas a ele. Para a altura de 3,00m e 5,00 m na área entre edifícios, a velocidade do vento encontra-se reduzida por causa do efeito esteira. Na altura de 1,0 m, nota-se o efeito de canalização dos ventos.

ZONA NORTE
Conjunto Marquês de Paranaguá

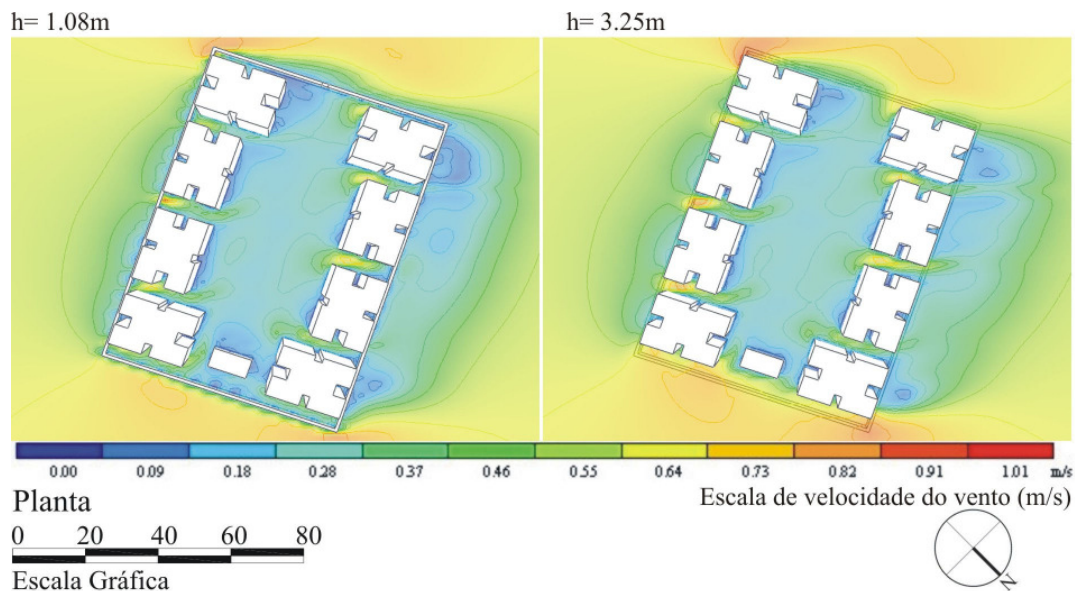


Figura 17. Resultados da simulação do Conjunto Marquês de Paranaguá com muro.

As simulações foram realizadas para direção de vento sudeste (135°), velocidade de entrada de vento igual a 1,2 m/s, considerado rugosidade de sítio urbano. Os resultados são representados em escala de cores de velocidade do vento e linha de contorno, sendo azul mais escuro a velocidade igual a 0,0 m/s e vermelho intenso a velocidade igual a 1,01 m/s, constituindo-se este o valor máximo de velocidade de vento no aludido conjunto (figura 17).

Os efeitos mais notáveis nestas simulações são os descritos a seguir:

Efeito esteira a noroeste de todos os edifícios. O pátio interno tem velocidade de vento entre 0,0 m/s e 0,28 m/s (ar calmo). Há efeito esquina em todos os edifícios, onde a velocidade do vento sofre aceleração chegando a 1,01 m/s em alguns casos. Nas reentrâncias dos edifícios, percebe-se estagnação do vento, tendo este velocidade próxima ou igual a 0,0 m/s. O muro provoca sombra de vento nas regiões próximas a ele.

ZONA SUL Conjunto Cristo Rei

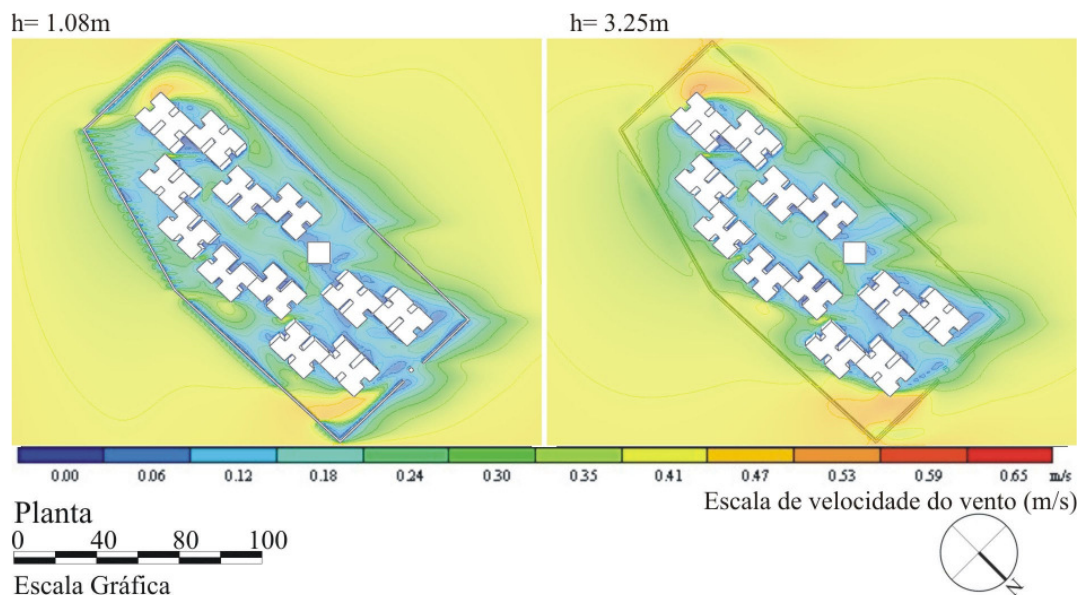


Figura 18 - Resultados da simulação do Conjunto Cristo Rei com muro.

Esta simulação foi realizada para direção de vento sudeste (135°), velocidade de entrada de vento igual a 1,2 m/s, considerado rugosidade de sítio urbano. Os resultados são representados em escala de cores de velocidade do vento e linha de contorno, sendo azul mais escuro a velocidade igual a 0,0 m/s e vermelho intenso a velocidade igual a 0,65 m/s, constituindo este o valor máximo de velocidade de vento no referido conjunto (figura 18).

Os efeitos mais notáveis em tais simulações são: o efeito esteira a noroeste de todos os edifícios; a maior parte do sítio desenvolve baixa velocidade de vento, tendo aceleração da velocidade do vento ao sul e ao norte do conjunto.

Nas reentrâncias dos edifícios, percebe-se estagnação do vento, tendo esta velocidade próxima ou igual a 0,0 m/s. O muro provoca sombra de vento nas regiões próximas a ele. O pátio interno entre os edifícios tem velocidade do vento entre 0,0 m/s e 0,35 m/s (ar calmo).

ZONA SUL Conjunto Hebron

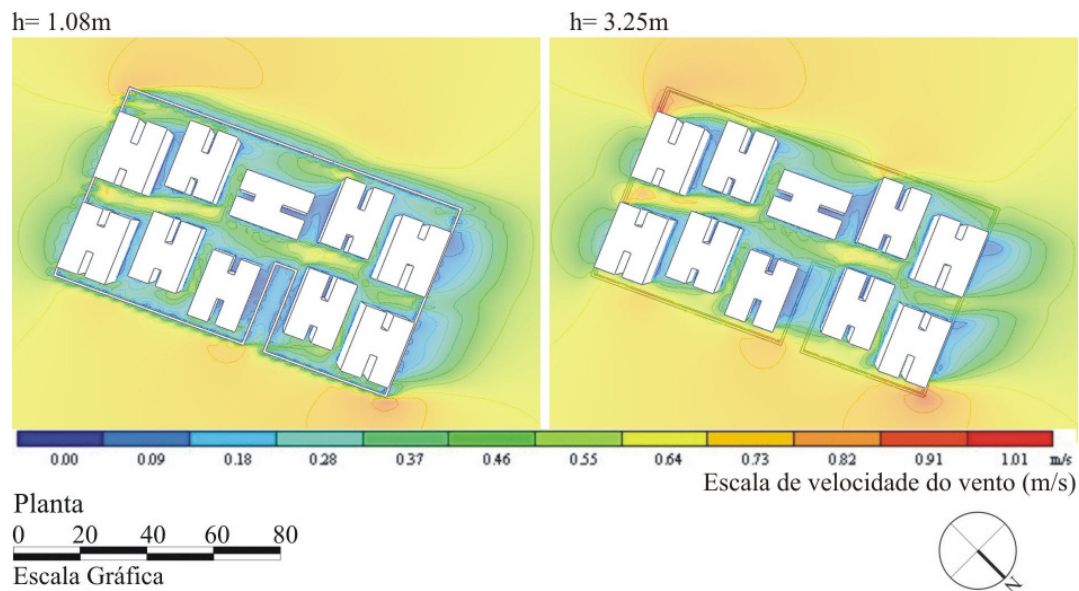


Figura 19 - Resultados da simulação do Conjunto Hebron com muro.

As simulações foram realizadas para direção de vento sudeste (135°), velocidade de entrada de vento igual a 1,2 m/s, considerado rugosidade de sítio urbano. Os resultados são representados em escala de cores de velocidade do vento e linha de contorno, sendo azul mais escuro a velocidade igual a 0,0 m/s e vermelho intenso a velocidade igual a 1,01 m/s (figura 19).

Os efeitos mais notáveis nestas simulações são os descritos a seguir:

Efeito esteira a noroeste de todos os edifícios. Efeito canal entre os edifícios a oeste e a leste. Nas reentrâncias dos edifícios, percebe-se estagnação do vento, tendo este velocidade próxima ou igual a 0,0 m/s. O não paralelismo em localização (zigzague) dos edifícios favorece a penetração do vento entre os edifícios em alguns casos em que há desvio do vento. O muro provoca sombra de vento nas regiões próximas a ele.

ZONA SUL Conjunto Monte Líbano

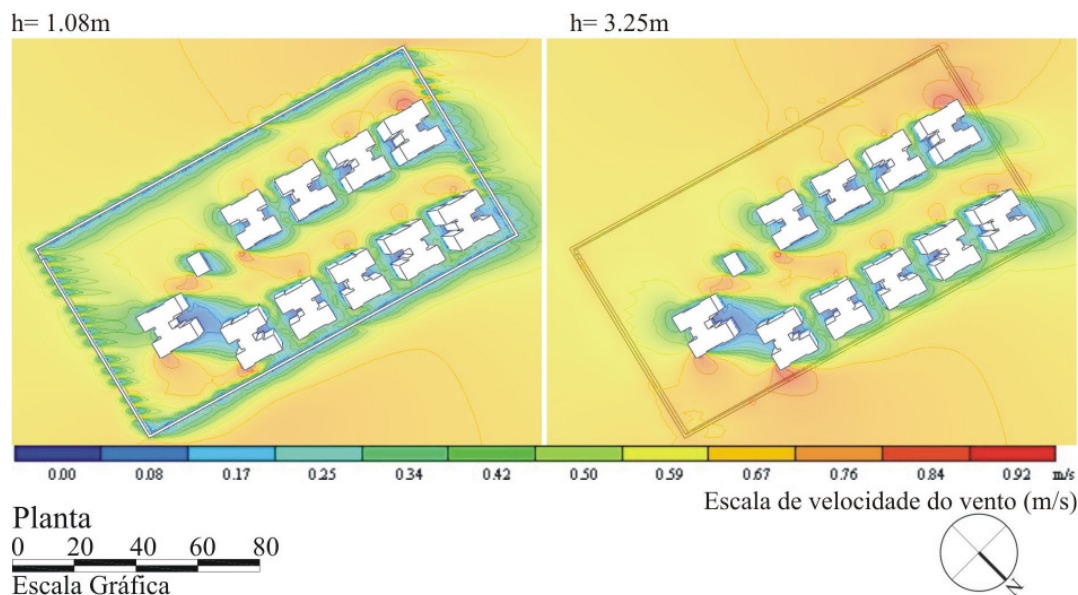


Figura 20 Resultados da simulação do Conjunto Monte Líbano com muro.

As simulações foram realizadas para direção de vento sudeste (135°), velocidade de entrada de vento igual a $1,2 \text{ m/s}$, considerado rugosidade de sítio urbano. Os resultados são representados em escala de cores de velocidade do vento e linha de contorno, sendo azul mais escuro a velocidade igual a $0,0 \text{ m/s}$ e vermelho intenso a velocidade igual a $0,92 \text{ m/s}$, constituindo-se este o valor máximo de velocidade de vento no conjunto pesquisado (figura 20).

Os efeitos mais notáveis em tais simulações são os descritos a seguir.

Efeito esteira a noroeste de todos os edifícios. O pátio interno tem velocidade de vento que varia entre $0,0 \text{ m/s}$ e $0,92 \text{ m/s}$ (ar calmo e aragem fraca). Nas reentrâncias dos edifícios, percebe-se estagnação do vento, tendo este velocidade próxima ou igual a $0,0 \text{ m/s}$. O muro provoca sombra de vento nas regiões próximas a ele. Nas esquinas, há aceleração da velocidade do vento.

ZONA LESTE Conjunto Imperial Park

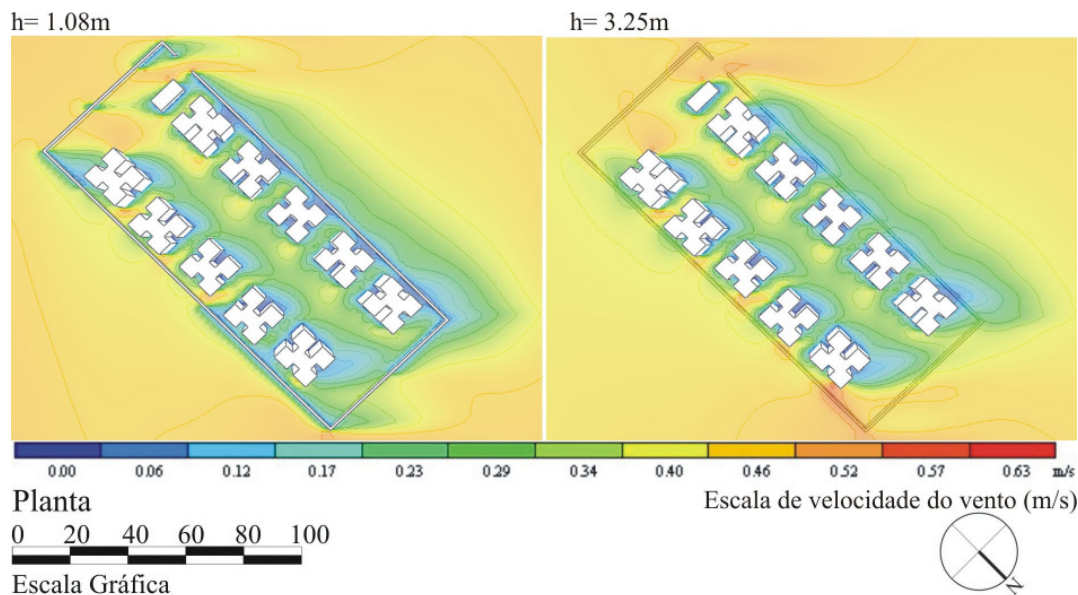


Figura 21 - Resultados da simulação do Conjunto Imperial Park com muro.

As simulações foram realizadas para direção de vento sudeste (135°), velocidade de entrada de vento igual a $1,2 \text{ m/s}$, considerado rugosidade de sítio urbano. Os resultados são representados em escala de cores de velocidade do vento e linha de contorno, sendo azul mais escuro a velocidade igual a $0,0 \text{ m/s}$ e vermelho intenso a velocidade igual a $0,63 \text{ m/s}$, constituindo-se este o valor máximo de velocidade de vento no conjunto pesquisado (figura 21).

Os efeitos mais notáveis em tais simulações são os descritos a seguir.

Efeito esteira a noroeste de todos os edifícios. Nas reentrâncias dos edifícios nota-se estagnação do vento, tendo esta velocidade próxima ou igual a $0,0 \text{ m/s}$. O muro provoca sombra de vento nas regiões próximas a ele. Por causa do efeito esteira, a região interna entre edifícios ficou com velocidade do vento entre $0,00 \text{ m/s}$ e $0,46 \text{ m/s}$ (ar calmo). Canalização dos ventos entre os edifícios situados a leste do conjunto e no espaço central entre os prédios.

ZONA LESTE Conjunto Jardim Jockey

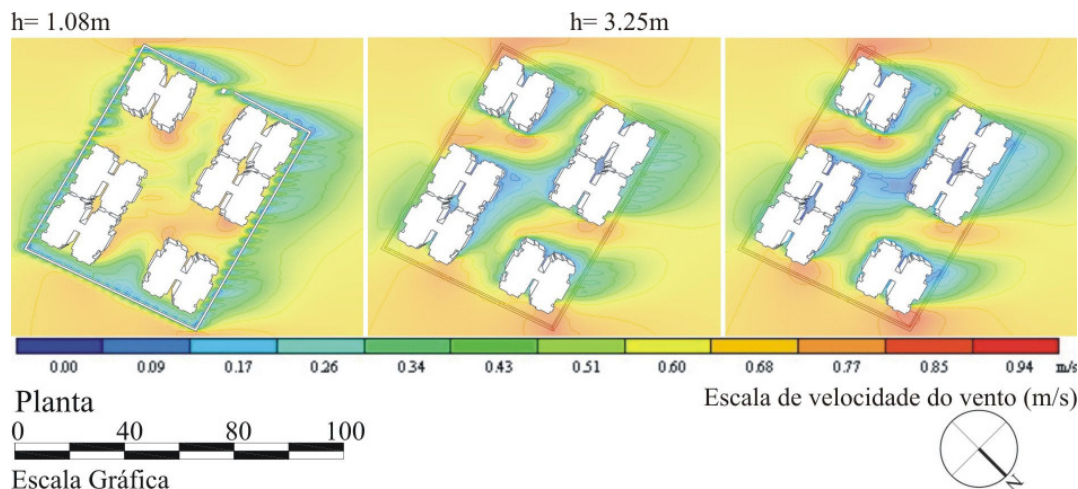


Figura 22 Resultados da simulação do Conjunto Jardim Jockey com muro.

As simulações foram realizadas para direção de vento sudeste (135°), velocidade de entrada de vento igual a $1,2\text{ m/s}$, considerado rugosidade de sítio urbano. Os resultados são representados em escala de cores de velocidade do vento e linha de contorno, sendo azul mais escuro a velocidade igual a $0,0\text{ m/s}$ e vermelho intenso a velocidade igual a $0,94\text{ m/s}$, constituindo-se este o valor máximo de velocidade de vento no referido conjunto. Por causa do pilotis com $3,00\text{m}$ de altura, escolheram-se três alturas de resultado da simulação: $1,08\text{ m}$, $3,25\text{ m}$ e $5,00\text{ m}$ (figura 22).

Os efeitos mais notáveis nestas simulações são os descritos a seguir.

Efeito esteira a noroeste de todos os edifícios. Efeito canal entre os edifícios ao sul e ao norte, ventilando o espaço central entre os prédios. Na parte de pilotis, a velocidade de vento chega a $0,94\text{ m/s}$ por não encontrar obstáculos significativos ao seu fluir. Isso assegura também que todo o pátio interno tenha velocidade de vento entre $0,51\text{ m/s}$ e $0,94\text{ m/s}$ (aragem leve a fraca). Nas reentrâncias dos edifícios verifica-se estagnação do vento, tendo este velocidade próxima ou igual a $0,0\text{ m/s}$. O muro provoca sombra de vento nas regiões próximas a ele.

ZONA LESTE
Conjunto Santa Mônica

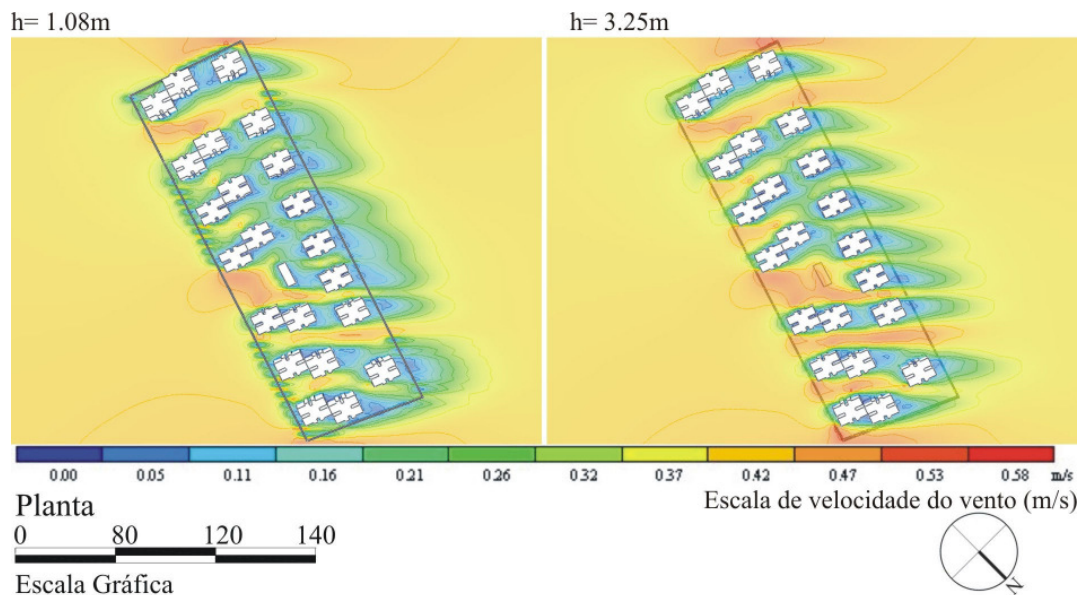


Figura 23 - Resultados da simulação do Conjunto Santa Mônica com muro.

As simulações foram realizadas para direção de vento sudeste (135°), velocidade de entrada de vento igual a 1,2 m/s, considerado rugosidade de sítio urbano. Os resultados são representados em escala de cores de velocidade do vento e linha de contorno, sendo azul mais escuro a velocidade igual a 0,0 m/s e vermelho intenso a velocidade igual a 0,58 m/s, constituindo-se este o valor máximo de velocidade de vento no referido conjunto (figura 23).

Os efeitos mais notáveis nestas simulações são os descritos a seguir.

Efeito esteira a noroeste de todos os edifícios. Efeito canal entre os edifícios ao sul e ao norte. Nas reentrâncias dos edifícios vê-se estagnação do vento, tendo este velocidade próxima ou igual a 0,0 m/s. O muro provoca sombra de vento nas regiões próximas a ele. O edifício de apoio recebe velocidade do vento entre 0,42 e 0,58 m/s (aragem leve).

Em relação às simulações da velocidade do ar realizadas nos conjuntos, podemos concluir que:

- a) o muro provoca sombra de vento em todos os casos;
- b) o efeito esteira ocorre a noroeste de todos os prédios dos conjuntos, considerando-se que a direção utilizada para a simulação é a direção predominante do vento em Teresina, a sudeste;
- c) nas reentrâncias dos edifícios, o ar é estagnado;
- d) o pátio interno entre os prédios tem velocidade do ar muito baixa (ar calmo), com exceção dos conjuntos onde existem pilotis, como no Galiléia e no Jardim Jockey, ou quando o pátio interno tem orientação leste/oeste que facilita a entrada do vento sudeste;
- e) a disposição dos prédios em ziguezague (não linear), associado à orientação dos prédios no eixo leste/oeste favorece a ventilação dos espaços abertos, como nos conjuntos Santa Mônica e Hebron;
- f) a relação $H/W \leq 1,0$ favorece a ventilação nos espaços abertos, como nos conjuntos Jardim Jockey, Santa Mônica e Monte Líbano.

8.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos dados estatísticos, referente às variáveis climáticas registradas nos dois semestres, e a análise das variáveis morfológicas permitem se obter os resultados desejados nesta investigação, sobre o microclima nas áreas externas dos conjuntos. As características morfológicas e materiais interagem com os elementos climáticos locais e geram o microclima específico de cada conjunto.

Na análise do microclima, a temperatura do ar, a umidade relativa e a velocidade dos ventos foram analisadas isoladamente e depois, em conjunto, para cada semestre e conjunto. Discutiu-se a sensação térmica registrada nos conjuntos pelos pesquisadores. Em cada conjunto, as variáveis climáticas de cada um dos seis pontos foram relacionadas com suas características morfológicas e materiais. Realizou-se a análise do desempenho dos conjuntos de acordo com as hipóteses levantadas nesta pesquisa.

8.3.1 A ilha de calor nos conjuntos

Os conjuntos habitacionais geram ilhas de calor na cidade, em função do arranjo dos prédios, da relação H/W, da porcentagem de áreas verdes e impermeabilizadas, dos materiais de revestimento do solo, conforme discutido no capítulo dois.

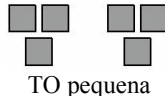

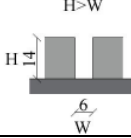


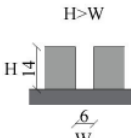
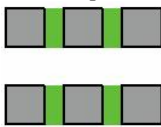

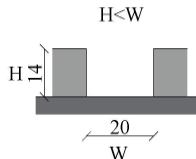
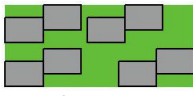

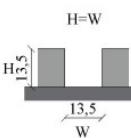

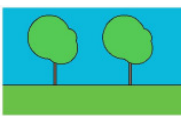
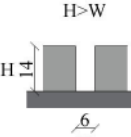
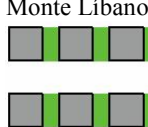
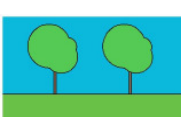
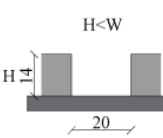
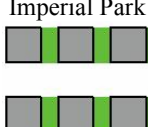

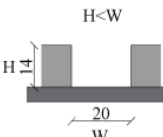
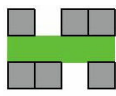
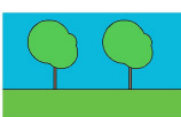
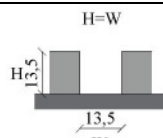
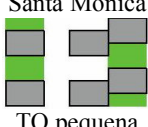
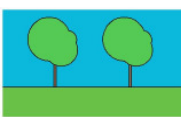
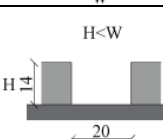
Na análise da ilha de calor foi considerada a temperatura do ar, por ser a variável climática que caracteriza a formação de ilhas de calor nas cidades. O critério de avaliação da ilha de calor é se a temperatura do ar é significativamente diferente e maior que a da estação de referência.

Para Gómez et al, citado por Brandão (2003), a ilha de calor, em função da sua intensidade, pode ser agrupada nas seguintes categorias: intensidade fraca, com diferenças entre 0 a 2°C; moderada, com intensidade entre 2 e 4°C, forte, entre 4 e 6°C; e muito forte, quando a intensidade da ilha de calor for maior que 6°C.

De acordo com os dados levantados nos conjuntos e tratados estatisticamente, podemos afirmar que, em todos os horários pesquisados e em todas as zonas, os conjuntos têm temperatura do ar mais elevada que a estação de referência, com apenas duas exceções.

Os resultados em relação à formação da ilha de calor foram analisados por zona, horário e semestre. Os quadros 57 e 58 apresentam os valores da diferença da temperatura do ar em relação aos valores registrados na estação meteorológica de referência, às 21:00 horas, no primeiro e segundo semestres. As medições realizadas nesse horário permitem a caracterização da ilha de calor, fenômeno caracteristicamente noturno. A comparação da ilha de calor registrada em cada conjunto evidencia as diferenças entre a geometria e os materiais de revestimento do solo de cada um.

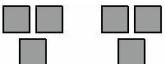

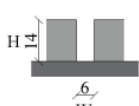


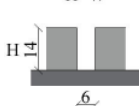


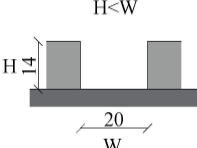
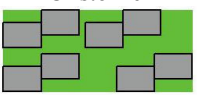

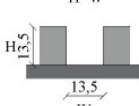

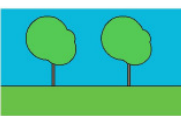
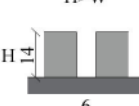

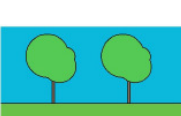
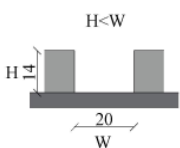


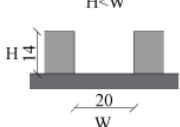

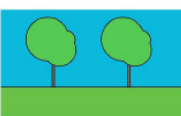
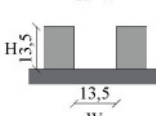

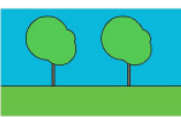
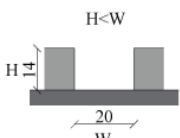
Para cada conjunto, são apresentadas, de forma simplificada, as seguintes variáveis morfológicas: arranjo dos prédios, taxa de ocupação (TO – pequena, média ou grande), área sombreada (nula, média com árvores ou com abrigo para carros) e relação altura e largura entre prédios ($H=W$, $H<W$ e $H>W$).

ZONA	CONJUNTO	ÁREA SOMBREADA	H/W	OBSERVAÇÕES
NORTE	Barcelona  TO pequena		H>W 	21:00 – ilha de calor (+3,04°C)
	Galiléia  TO grande		H>W 	09:00 horas – menor temperatura (mais sombra) 21:00 – ilha de calor (+3,06°C)
	Marques  TO média		H<W 	21:00 – maior ilha de calor (+3,38°C)
SUL	Cristo Rei  TO pequena		H=W 	09:00 horas – menor temperatura –área sombreada 21:00 – ilha de calor (+2,82°C)
	Hebron  TO grande		H>W 	21:00 – ilha de calor (+3,57°C) - % asfalto
	Monte Libano  TO pequena		H<W 	15:00 – maior temperatura (menos sombreamento) 21:00 – ilha de calor (+2,69°C)
LESTE	Imperial Park  TO pequena		H<W 	21:00 – ilha de calor (+3,7°C)
	Jardim Jockey  TO média		H=W 	Menor temperatura todos os horários 21:00 – ilha de calor (+2,35°C)
	Santa Mônica  TO pequena		H<W 	21:00 – ilha de calor (+4,23°C)

Quadro 57 – Análise da ilha de calor no 1º semestre.

Em relação ao primeiro semestre (quadro 57), podemos concluir que:

- a) a ilha de calor forte está relacionada com a relação $H < W$, taxa de ocupação pequena, área sombreada média, por ter uma área pavimentada maior exposta à radiação solar;
- b) a relação $H = W$, com área sombreada média, taxa de ocupação média, apresenta menor ilha de calor;
- c) a relação $H > W$, com taxa de ocupação grande, área de sombreamento média e o revestimento do solo com pequeno albedo apresenta grande ilha de calor;
- d) os conjuntos onde ocorrem a maior ilha de calor no 1º semestre são o Marquês, o Hebron e o Santa Mônica, que têm como características, em comum, taxa de ocupação média (em dois deles) e área sombreada média, além da relação $H < W$ (em dois deles);
- e) em uma mesma zona, as ilhas de calor geradas nos conjuntos não são iguais (com exceção da zona norte);
- f) as ilhas de calor geradas nas três zonas pesquisadas podem ser classificadas em moderada, nos conjuntos das zonas norte e sul, e moderada e forte, nos conjuntos da zona leste.

ZONA	CONJUNTO	ÁREA SOMBREADADA	H/W	OBSERVAÇÕES
NORTE	Barcelona  TO pequena		$H > W$ 	21:00 – não tem ilha de calor
	Galiléia  TO grande		$H > W$ 	21:00 – ilha de calor (+0,96°C)
	Marques  TO média		$H < W$ 	21:00 – ilha de calor (+0,98°C)
SUL	Cristo Rei  TO pequena		$H = W$ 	21:00 horas – menor temperatura 21:00 – ilha de calor (+1,29°C)
	Hebron  TO grande		$H > W$ 	09:00 horas – menor temperatura 21:00 – ilha de calor (+2,32°C) - % asfalto
	Monte Líbano  TO pequena		$H < W$ 	09:00 – maior temperatura 21:00 – ilha de calor (+2,35°C)
LESTE	Imperial Park  TO pequena		$H < W$ 	15:00 – maior temperatura 21:00 – ilha de calor (+3,92°C)
	Jardim Jockey  TO média		$H = W$ 	21:00 – ilha de calor (+3,58°C)
	Santa Mônica  TO pequena		$H < W$ 	09:00 – maior temperatura 21:00 – ilha de calor (+2,20°C)

Quadro 58 – Análise da ilha de calor no 2º semestre.

Em relação ao 2º semestre (quadro 58), podemos afirmar que:

- a) na zona norte, a ilha de calor é muito fraca; na zona sul fraca e moderada; na zona leste, moderada;
- b) a ilha de calor é menor quando $H = W$ e a área sombreada é grande;
- c) quando $H < W$, a taxa de ocupação pequena, com poucas árvores ou sem vegetação, a ilha de calor é maior;
- d) quando $H = W$, com taxa de ocupação média e área sombreada média, dificulta a perda de calor noturno;
- e) as ilhas de calor em cada conjunto, por zona, são diferentes entre si (com exceção da zona norte);
- f) os conjuntos que apresentam maior ilha de calor são o Monte Líbano e o Imperial Park, os quais possuem, em comum, o arranjo em torno de área central pavimentada (com $H < W$), a taxa de ocupação pequena e a área pavimentada média.

A formação da ilha de calor nos conjuntos, no período quente e úmido (1º semestre), não é igual à do período quente e seco (2º semestre). As ilhas de calor geradas nos dois semestres são diferentes em intensidade. No 2º semestre, as ilhas de calor são menores que no 1º semestre.

8.3.2 O desempenho térmico das áreas abertas nos conjuntos

O desempenho térmico de um espaço construído pode ser entendido como a resposta do ambiente, externo ou interno, em termos de conforto térmico, em função das variáveis climáticas e construtivas. É o comportamento em uso de determinado espaço, que deve atender às exigências dos usuários. Os critérios de desempenho de um espaço é o conjunto de especificações que visam representar as exigências do usuário (ABNT, 2004).

O desempenho das áreas externas dos conjuntos é determinado pelo arranjo dos prédios, relação H/W , porcentagem de áreas verdes e impermeabilizadas, materiais de revestimento do solo. Essas variáveis morfológicas interferem no comportamento dos


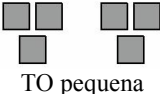

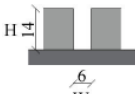


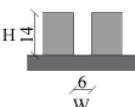


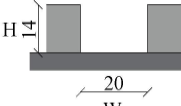

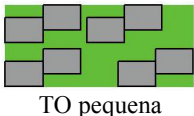

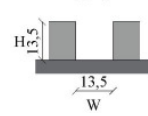

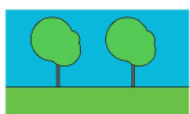
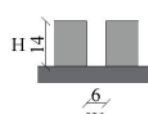
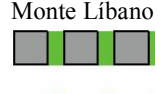
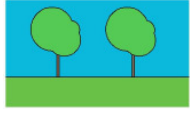
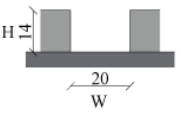



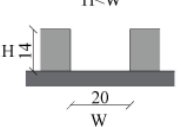
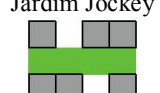
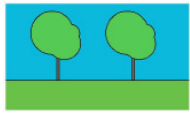
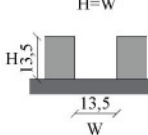
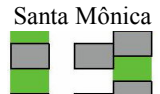
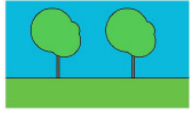
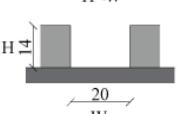
conjuntos em relação às variáveis climáticas, apresentando resultados diferentes, como exposto a seguir:

a) A umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar depende das características morfológicas e materiais dos conjuntos. O critério de avaliação da umidade relativa é se ela é significativamente diferente, maior (mais úmida) ou menor (mais seca) que a da estação de referência. Os conjuntos com umidade relativa do ar mais baixas, considerados mais secos, são microclimas menos confortáveis, principalmente no período da tarde.

De acordo com os dados levantados nos conjuntos e tratados estatisticamente, podemos afirmar que em todos os horários pesquisados, e em todas as zonas, os conjuntos têm umidade relativa do ar significativamente diferente da registrada na estação meteorológica de referência (EMBRAPA).


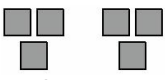

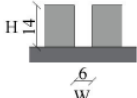
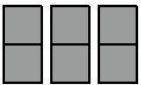

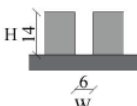
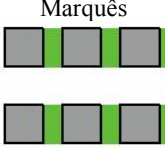

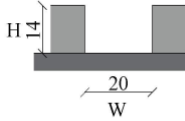

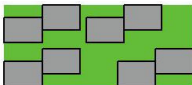

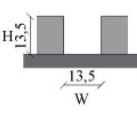


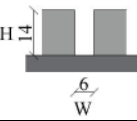
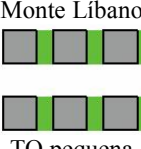

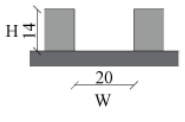

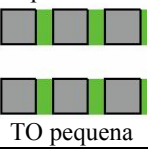

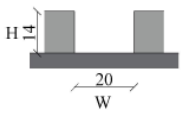
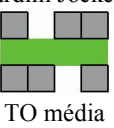

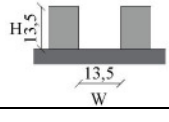
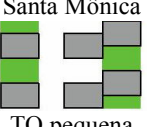

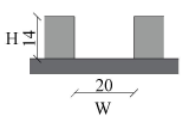
Os resultados em relação à umidade relativa do ar foram analisados por zona, por horário e por semestre. Os quadros 59 e 60 apresentam as diferenças mais significativas entre os valores da umidade relativa do ar nos conjuntos e na estação meteorológica de referência e as principais variáveis morfológicas dos conjuntos.

ZONA	CONJUNTO	ÁREA SOMBREADA	H/W	OBSERVAÇÕES
NORTE 	Barcelona  TO pequena		$H > W$ 	Menor umidade relativa de todos às 09:00 e 15:00 horas
	Galiléia  TO grande		$H > W$ 	Umidade relativa menor que a da EMBRAPA nos três horários
	Marquês  TO média		$H < W$ 	Maior umidade relativa de todos nos três horários
SUL 	Cristo Rei  TO pequena		$H = W$ 	Maior umidade relativa em todos os horários
	Hebron  TO grande		$H > W$ 	Menor umidade relativa de todos às 21:00
	Monte Líbano  TO pequena		$H < W$ 	Umidade relativa menor que a da EMBRAPA nos três horários
LESTE 	Imperial Park  TO pequena		$H < W$ 	Menor umidade relativa de todos em todos os horários
	Jardim Jockey  TO média		$H = W$ 	Umidade relativa igual à da EMBRAPA às 15:00 e menor nos outros horários
	Santa Mônica  TO pequena		$H < W$ 	Umidade relativa menor que a da EMBRAPA nos três horários

Quadro 59 – Análise da umidade relativa no 1º semestre.

Em relação ao 1º semestre (quadro 59), podemos afirmar sobre umidade relativa do ar que:

- a) a relação $H < W$, com taxa de ocupação pequena, sem vegetação ou com área de sombreamento média, tornam o conjunto mais seco;
- b) a relação $H = W$, taxa de ocupação média, área sombreada média, com árvores e grama, tornam o conjunto mais úmido;
- c) os conjuntos Barcelona, Monte Líbano e Imperial Park são os mais secos em todos os horários no 1º semestre, tendo como características, em comum, o arranjo em torno de estacionamento central, taxa de ocupação pequena, área pavimentada entre 40 e 50% e área sombreada entre 0,0 e 11%;
- d) os conjuntos Marquês, Cristo Rei e Jardim Jockey possuem umidade relativa mais alta no 1º semestre, tendo, em comum, o arranjo em torno de área com vegetação (em dois deles), área permeável pequena ($< 30\%$), área sombreada média e taxa de ocupação média (em dois deles).

ZONA	CONJUNTO	ÁREA SOMBREADA	H/W	OBSERVAÇÕES
NORTE 	Barcelona  TO pequena		$H > W$ 	Menor umidade relativa de todos às 09:00 horas
	Galiléia  TO grande		$H > W$ 	Maior umidade relativa de todos às 09:00 e 21:00 horas
	Marquês  TO média		$H < W$ 	Umidade relativa menor que a da EMBRAPA à 09:00 e igual nos outros horários
SUL 	Cristo Rei  TO pequena		$H = W$ 	Umidade relativa do ar igual à da EMBRAPA nos três horários
	Hebron  TO grande		$H > W$ 	Umidade relativa do ar igual à da EMBRAPA às 09:00 e 15:00 e menor às 21:00
	Monte Líbano  TO pequena		$H < W$ 	Maior umidade relativa em todos os horários
LESTE 	Imperial Park  TO pequena		$H < W$ 	Menor umidade relativa de todos às 21:00 horas
	Jardim Jockey  TO média		$H = W$ 	Maior umidade relativa de todos às 09:00 e 15:00 horas
	Santa Mônica  TO pequena		$H < W$ 	Menor umidade relativa de todos às 09:00 horas

Quadro 60 – Análise da umidade relativa do ar no 2º semestre.

Em relação à umidade relativa do ar no 2º semestre (quadro 60), podemos afirmar que:

- a relação $H < W$, taxa de ocupação pequena, sem vegetação ou com área de sombreamento média, tornam o conjunto mais seco;
- a relação $H = W$, taxa de ocupação pequena, com sombreamento grande, tornam o conjunto mais úmido;
- a relação $H > W$, mesmo na ausência de vegetação, mantém a umidade relativa alta;
- os conjuntos mais secos são o Barcelona e o Imperial Park, que têm, em comum, o arranjo em torno de área pavimentada, taxa de ocupação pequena, área pavimentada média, área permeável pequena e área sombreada pequena ($< 3\%$);
- os conjuntos mais úmidos são o Galiléia, o Monte Líbano e o Jardim Jockey, cujas características, em comum, são a área pavimentada média, área permeável média, pilotis em 2 deles, área sombreada média e $H < W$, ou área sombreada nula e $H > W$.

Comparando-se o 1º e o 2º semestres em relação à umidade relativa do ar, todos os conjuntos, com exceção do Jardim Jockey e do Imperial Park, apresentam desempenhos diferentes (gráfico 43). O Jardim Jockey é um dos mais úmidos nos dois semestres; o Imperial Park, um dos mais secos. Os conjuntos Cristo Rei e Hebron, ambos na zona sul, são os que apresentam maior diferença em relação à umidade relativa do ar, entre os dois semestres, o que não é considerado um bom desempenho. Os conjuntos Galiléia e Barcelona são mais úmidos no 2º semestre do que no 1º, em função da relação $H/W > 2,0$, ao contrário do que ocorre no clima da região, que é quente e seco no 2º semestre.

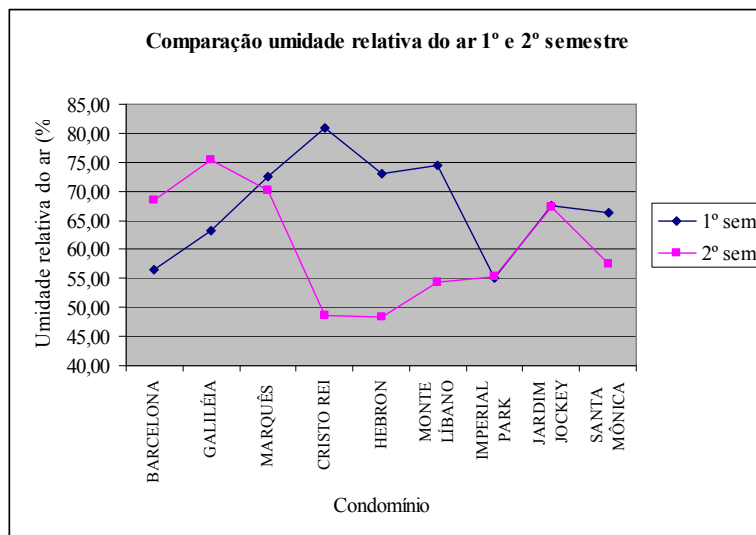


Gráfico 43 – Comparação da umidade relativa do ar média entre o 1º e 2º semestre.

b) a velocidade do ar

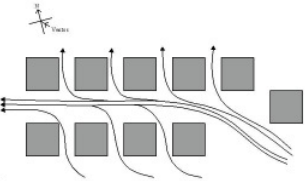
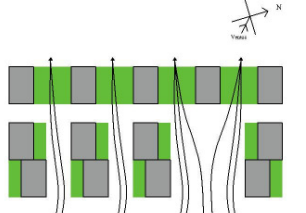
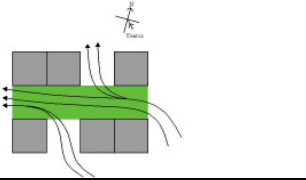
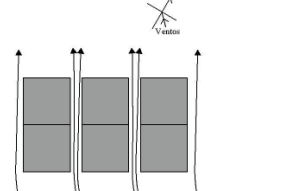
A velocidade do ar é bastante influenciada pelos elementos construídos nos conjuntos que modificam a velocidade e a direção dos ventos dominantes. Por isso, a velocidade do vento não foi comparada com a da estação meteorológica de referência, como foi feito com a temperatura e umidade relativa do ar. A direção dos ventos nas áreas externas dos conjuntos, apesar de ter sido registrada, não foi objeto de análise, por ser muito variável, em função de muitos fatores, como o entorno e os obstáculos naturais e artificiais. Nas áreas externas dos conjuntos, é desejável que a velocidade dos ventos seja a maior possível, para que estas áreas sejam mais confortáveis.

Realizou-se um estudo classificatório das velocidades do vento por conjunto, em classes de ventilação, em que os conjuntos Galiléia, Monte Líbano e Santa Mônica foram os que mostraram o maior número de pontos, com velocidade classificada na faixa de aragem fraca ou brisa leve (entre 0,81 e 3,30 m/s), no 1º semestre.

No 2º semestre, o conjunto que apresenta o maior número de pontos com velocidade de vento nessas classes é o Monte Líbano. Neste período, o Conjunto Santa Mônica registra as maiores velocidades médias do vento nos horários de 09:00 e 15:00.

No quadro 61 são apresentados, para os conjuntos com melhor ventilação, o arranjo dos prédios, e o fluxo do vento considerando a ventilação predominante sudeste, bem como as variáveis morfológicas que têm maior influência na ventilação das áreas abertas (orientação em relação aos ventos dominantes, relação H/W e existência de pilotis).

A velocidade do vento no Conjunto Galiléia é canalizada devido ao cânion entre os prédios, que tem maior relação H/W (= 3,37) entre todos os conjuntos estudados, como mostra a simulação da ventilação. Os edifícios têm pilotis, o que melhora a ventilação no nível do pedestre. A direção do cânion sudeste/ noroeste coincide também com a direção predominante dos ventos.

CONJUNTO	ARRANJO DOS PRÉDIOS E VENTILAÇÃO	ORIENTAÇÃO DAS ÁREAS ABERTAS	H/W (CENTRAL)	PILOTIS
MONTE LÍBANO		LESTE/OESTE	$H < W (=0,67)$	NÃO
SANTA MÔNICA		LESTE/OESTE	$H < W (=0,90)$	NÃO
JARDIM JOCKEY		LESTE/OESTE	$H < W (=0,73)$	SIM
GALILÉIA		SUDESTE/NOROESTE	$H > W (=3,37)$	SIM

Quadro 61 – Características dos conjuntos com melhor ventilação das áreas externas.

Os conjuntos Monte Líbano e Santa Mônica têm, em comum, o arranjo com área central para estacionamento (com $H < W$), orientação das áreas abertas leste/oeste e com abertura para a direção dos ventos predominantes (sudeste), como também se verifica na simulação da ventilação nos conjuntos. Além disso, em ambos, a taxa de ocupação é pequena, as áreas pavimentadas e permeáveis são médias e a área sombreada é pequena. A taxa de ocupação do entorno também é pequena e ambos estão situados próximos ao rio Poti.

De acordo com as simulações realizadas, constatou-se que, no pátio interno entre os prédios, ocorre velocidade do ar muito baixa (ar calmo), com exceção dos conjuntos onde existem pilotis, como no Galiléia e no Jardim Jockey, ou quando o pátio interno tem orientação leste/oeste, que facilita a entrada do vento sudeste.






A disposição dos prédios em ziguezague (não linear), associado à orientação dos prédios no eixo leste/oeste, favorece a ventilação dos espaços abertos, como nos conjuntos

Santa Mônica e Hebron. A relação $H/W \leq 1,0$ favorece a ventilação nos espaços abertos, como nos conjuntos Jardim Jockey, Santa Mônica e Monte Líbano.

c) A sensação térmica

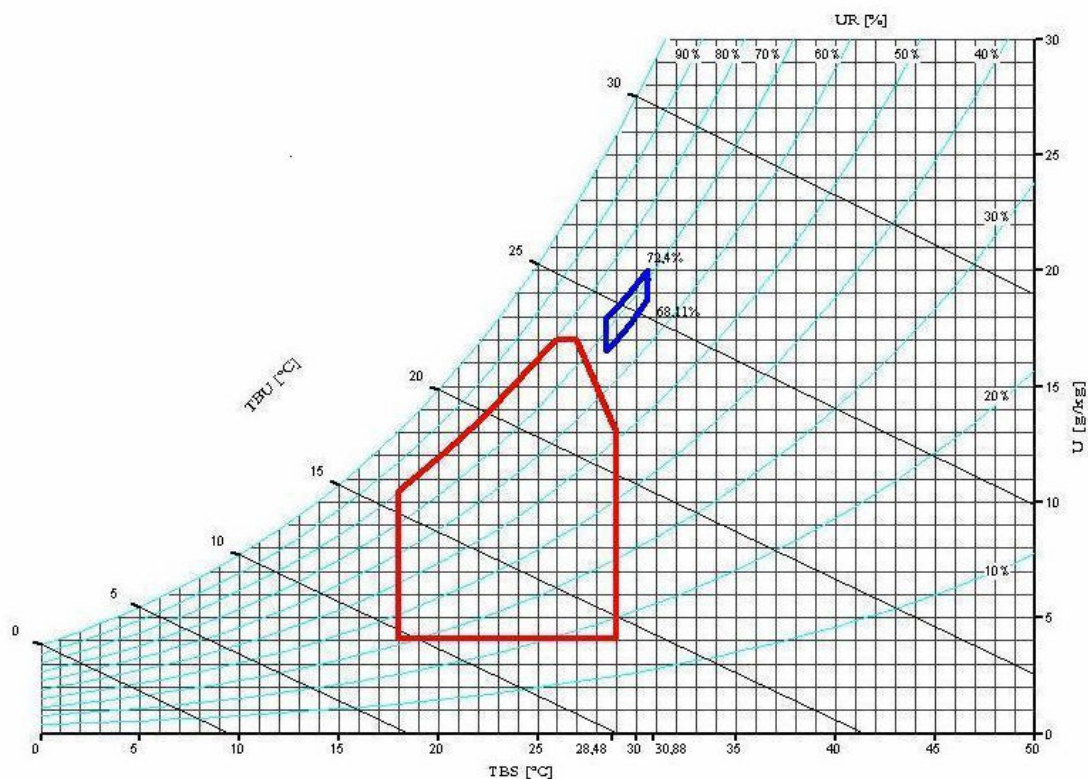
A sensação térmica apontada pelos pesquisadores foi também um parâmetro importante para avaliar o desempenho térmico do conjunto. A sensação de conforto térmico nas áreas externas é influenciada pelas variáveis climáticas, tais como: a temperatura do ar, umidade relativa, velocidade dos ventos e também pela radiação solar incidente e radiação térmica das superfícies do solo.

No 1º semestre, os conjuntos considerados mais agradáveis foram o Galiléia, o Monte Líbano e o Jardim Jockey, e no 2º semestre, o Marquês e o Jardim Jockey, todos com mais de 50% dos pontos considerados confortáveis. Essa avaliação pode ser interpretada em função do desempenho dos conjuntos analisado anteriormente, por semestre. O conjunto Jardim Jockey se destaca como aquele mais confortável nos dois semestres. O quadro 62 apresenta os resultados das médias das variáveis climáticas, por conjunto, e o arranjo entre os prédios..

SEM.	CONJUNTO	TEMP. DO AR (°C)	U.R. (%)	VEL. DO VENTO (m/s)	OBSERVAÇÃO
1º	GALILÉIA 	29,13	63,12	1,41	O arranjo compacto dos prédios diminui a incidência da radiação solar nos pontos e canaliza os ventos.
	MONTE LÍBANO 	30,47	74,56	1,23	A área central aberta com orientação leste/oeste favorece a penetração dos ventos.
	JARDIM JÓCKEY 	27,82	67,50	0,86	O arranjo dos prédios em torno da área central gramada e sombreada por árvores, diminui a incidência da radiação solar; há penetração dos ventos de sudeste na área central.
2º	MARQUES 	30,10	72,55	0,79	Os cânions entre os prédios e entre os prédios e o muro sombreiam os pontos de medição e canalizam o vento.
	JARDIM JÓCKEY 	32,44	67,26	0,64	O arranjo dos prédios em torno da área central gramada e sombreada por árvores, diminui a incidência da radiação solar; há penetração dos ventos a sudeste na área central.

Quadro 62 – Média das variáveis climáticas dos conjuntos mais confortáveis.

Os intervalos de confiança das variáveis climáticas das sensações térmicas, registradas como confortáveis nos 1º e 2º semestres, foram plotados na Carta Bioclimática de Givoni (LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 1997), para comparação com a zona de conforto proposta pelo autor para ambientes internos (figura 24). Os resultados mostram que o intervalo de confiança dos dados registrados pelos pesquisadores, e considerados agradáveis (ou confortáveis), são diferentes da zona de conforto proposta por Givoni. O intervalo de conforto é bastante reduzido, com a temperatura do ar mais elevada, variando entre 28,48 e 30,88 °C, e a umidade relativa do ar, entre 68,11 e 72,44 %, também é maior.



Legenda: Vermelho: zona de conforto proposta pelo autor; azul: zona de conforto de acordo com a sensação agradável dos pesquisadores.

Figura 24 – Carta Bioclimática de Givoni e intervalo de confiança dos dados da pesquisa, para os 1º e 2º semestres.

d) o escore padrão

O escore padronizado permite avaliar os conjuntos considerando-se as variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa e velocidade do ar) ao mesmo tempo. De acordo

com os dados calculados, o melhor desempenho, para o ano todo, ocorreu nos conjuntos Galiléia, Marquês e Jardim Jockey. Este resultado coincide com a avaliação da sensação térmica dos pesquisadores (com exceção do Conjunto Monte Líbano).

Entretanto, esta análise não pode ser feita isoladamente, sem considerar as outras avaliações realizadas nos mesmos conjuntos. No escore padronizado, estabeleceu-se, como premissa, que era melhor aquele conjunto com a menor temperatura do ar, a maior umidade relativa e a maior velocidade do vento, considerando-se a média de todos os valores registrados nos dois semestres. Este tipo de análise só leva em conta as médias calculadas das variáveis climáticas, sem considerar as variáveis morfológicas e qualitativas.

Dessa forma, o Conjunto Galiléia, considerado o melhor, teve o aludido resultado em função do arranjo de seus prédios, muito próximos, o que diminui a incidência da radiação solar, mantém a umidade relativa alta e canaliza os ventos. A área dos pilotis é utilizada como garagem. No entanto, numa análise mais apurada, pode-se verificar que a qualidade de suas áreas externas deixa muito a desejar, pois não há vegetação, a taxa de ocupação é grande (57,90%), as áreas são praticamente todas pavimentadas (37,60%) e o arranjo dos prédios não permite que os ventos penetrem nos edifícios por serem a eles paralelos.

O Conjunto Marquês possui arranjo dos prédios em torno de pátio central pavimentado com calçamento, que serve como estacionamento. A área sombreada de 11,78% é quase toda devido às coberturas para carros. De acordo com a simulação da ventilação, o pátio central é uma área que contém o ar calmo, com velocidade do vento de $\leq 0,30$ m/s e, nos cânions, um pouco mais elevada. Contudo, é difícil a entrada de ventilação natural nas edificações, pelo próprio arranjo dos prédios em relação à direção predominante dos ventos. Este conjunto é bastante estável em relação à variação de temperatura e umidade entre o 1º e o 2º semestre.

O Conjunto Jardim Jockey é o único, pela sensação térmica, considerado como agradável nos dois semestres e, pelo escore padrão, é um dos melhores. Apresenta o menor valor da temperatura do ar no primeiro semestre, e consegue manter a umidade relativa do ar mais alta do que a estação de referência, mesmo no horário mais seco do dia, às 15:00, e no período mais seco do ano, no 2º semestre. A ventilação predominante sudeste consegue penetrar na área central, e o pilotis também melhora a ventilação das áreas externas. De acordo com a simulação da ventilação, o pátio central não é uma área de ar estagnado. A área sombreada de 10,90 % é toda composta por árvores, e a área gramada é de 22,19%.

Os piores conjuntos, em termos de escore padronizado, foram o Imperial Park e o Hebron. O primeiro tem os prédios dispostos em torno de área central pavimentada ($H/W = 0,60$) sem vegetação (área sombreada = 0,0%) e, de acordo com as análises feitas, é o mais seco nos dois semestres, sendo moderada a ilha de calor em ambos os semestres dois semestres ($3,70^{\circ}\text{C}$ no 1º e $3,92^{\circ}\text{C}$ no 2º). O Conjunto Hebron possui taxa de ocupação média (44,58%), área pavimentada de 36,94%, de asfalto ou cimentado. Estes materiais acumulam calor durante o dia e, à noite, a ilha de calor é moderada, de $3,57^{\circ}\text{C}$ no 1º semestre e $2,32$ no 2º semestre.

d) o desempenho dos pontos por conjunto

A análise do desempenho térmico dos pontos em cada conjunto permitiu estabelecer relações mais detalhadas entre as variáveis climáticas e as variáveis morfológicas e materiais de cada conjunto. As variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade relativa e velocidade dos ventos) foram todas medidas a uma altura de 1,0 m do chão.

Em cada horário, as diferenças de temperatura do ar em cada ponto são pequenas e os pontos apresentam maiores diferenças em relação à umidade relativa do ar e à velocidade dos ventos. Durante o dia, as diferenças de temperaturas mais significativas ocorrem em função da insolação (presença de sol ou sombra) e, à noite, em função também dos materiais de revestimento do solo que acumulam o calor, devido à inércia térmica. Os pontos que recebem sol à tarde também são os mais quentes à noite.

Maiores diferenças entre os pontos foram registradas em relação à umidade relativa do ar e à velocidade dos ventos. Estas variáveis são influenciadas pela posição relativa dos prédios e pela presença de vegetação. Os pontos nos cânions, com $H > W$, têm maior velocidade dos ventos e são mais úmidos, especialmente se revestidos com grama ou solo nu.

A pesquisa apontou para a relação inversa que existe entre a temperatura do ar e a umidade relativa: os pontos com maior temperatura do ar são também aqueles com menor umidade relativa e vice-versa.

A velocidade dos ventos em cada ponto varia em função da posição relativa dos prédios e das áreas abertas e da orientação dos espaços em relação aos ventos dominantes. Os pontos situados a barlavento são mais ventilados que os a sotavento. A ventilação é maior nos pontos situados em espaços abertos na direção dos ventos dominantes. O afunilamento do

fluxo do vento, em função da posição dos prédios, aumenta a velocidade do vento naquele ponto.

8.4 PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS PARA AVALIAÇÃO DE CONJUNTOS HABITACIONAIS

Os parâmetros são considerados elementos cujas variações de valores modificam a solução de um problema sem alterar a sua natureza. Os parâmetros a serem estabelecidos neste trabalho têm como objetivo otimizar as propostas urbanísticas e arquitetônicas, visando a sua adequação ao lugar e ao clima da região.

Os parâmetros bioclimáticos, portanto, são aqueles que podem estabelecer as relações ótimas entre as variáveis morfológicas do espaço construído e as variáveis climáticas, na busca de ambientes externos e internos mais adequados à região climática e que possam garantir conforto ambiental utilizando principalmente os recursos naturais.

Os parâmetros analisados nesta pesquisa foram: (1) os climáticos, que caracterizam o microclima nos conjuntos e são representados pelos elementos climáticos, como a temperatura do ar, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos; e (2) os parâmetros do ambiente construído, que expressam as características morfológicas do espaço urbano em questão e agregam os principais parâmetros que interferem no desempenho ambiental dos espaços, considerando suas relações com o aporte das energias naturais, como a radiação solar e os ventos.

Para estabelecer os parâmetros bioclimáticos como proposto nos objetivos deste trabalho, inicialmente foram sintetizadas as principais variáveis morfológicas relacionadas com cada variável climática estudada. Na elaboração do quadro 63, consideraram-se as principais características dos conjuntos que determinaram o desempenho verificado na pesquisa de campo. Foram selecionados os conjuntos que, em cada semestre, tiveram o melhor e o pior desempenho em termos de formação da ilha de calor, da umidade relativa do ar, da ventilação e da sensação térmica. Para cada conjunto são apresentadas as principais variáveis morfológicas analisadas: o arranjo dos prédios, a taxa de ocupação, a porcentagem de área pavimentada, permeável e sombreada, a relação H/W e a existência de pilotis.

PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS							
DESEMPENHO	VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS						
	Arranjo	Taxa ocupação	Área pavimentada	Área permeável	Área sombreada	H/W	Pilotis
Ilha de calor maior (1ºsem) Santa Mônica		Pequena	Média	Média	Média	H < W	Não
Ilha de calor maior (2ºsem) Imperial Park		Pequena	Média	Pequena	Nula	H < W	Não
Ilha de calor menor (1ºsem) Jardim Jockey		Média	Média	Pequena	Média	H < W	Sim
Ilha de calor menor (2ºsem)		Pequena	Média	Pequena	Pequena	H > W	Não
Maior umidade (1ºsem) Jardim Jockey e Cristo Rei		Média	Média	Pequena	Média	H < W	Sim
		Pequena	Grande	Pequena	Grande	H = W	Não
Maior umidade (2ºsem) Jardim Jockey e Galiléia		Média	Média	Pequena	Média	H < W	Sim
		Grande	Média	Média	Nula	H > W	Sim
Menor umidade (1ºsem) Imperial Park e Barcelona		Pequena	Média	Pequena	Nula	H < W	Não
		Pequena	Média	Pequena	Pequena	H > W	Não
Menor umidade (2ºsem) Imperial Park e Barcelona		Pequena	Média	Pequena	Nula	H < W	Não
		Pequena	Média	Pequena	Pequena	H > W	Não
Maior ventilação (1ºsem) Galiléia e Monte Líbano		Grande	Média	Pequena	Nula	H > W	Sim
		Pequena	Média	Média	Pequena	H < W	Não
Maior ventilação (2ºsem) Monte Líbano		Pequena	Média	Média	Pequena	H < W	Não
Sensação térmica agradável – Jardim Jockey		Média	Média	Pequena	Média	H < W	Sim

Quadro 63 – Parâmetros bioclimáticos – resumo do desempenho e das variáveis morfológicas dos conjuntos.

Em seguida, retirando-se os desempenhos negativos (maior ilha de calor e menor umidade relativa) e deixando do quadro 63 apenas os melhores desempenhos, tais como: a menor ilha de calor, a maior umidade relativa, a maior ventilação e a melhor sensação térmica, tem-se os resultados apresentados no quadro 64.

PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS							
DESEMPENHO	VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS						
	Arranjo	Taxa ocupação	Área pavimentada	Área permeável	Área sombreada	H/W	Pilotis
Menor ilha de calor (1ºsem) – Jardim Jockey		Média	Média	Pequena	Média	$H < W$	Sim
Maior umidade (1ºsem e 2º sem) – Jardim Jockey		Média	Média	Pequena	Média	$H < W$	Sim
		Grande	Média	Média	Nula	$H > W$	Sim
Maior ventilação (1º e 2º sem) – Monte Líbano e Galiléia		Grande	Média	Pequena	Nula	$H > W$	Sim
		Pequena	Média	Média	Pequena	$H < W$	Não
Sensação térmica agradável (1º e 2º sem) - Jardim Jockey		Média	Média	Pequena	Média	$H < W$	Sim

Quadro 64 – resumo dos melhores desempenhos dos conjuntos.

Levando-se em consideração o conjunto de qualidades positivas que o Conjunto Jardim Jockey possui, em comparação com todos os outros, quando o seu desempenho é analisado considerando todas as variáveis climáticas investigadas, a pesquisa destaca-o como sendo o conjunto mais adequado à realidade climática da região, que proporciona maior conforto térmico em suas áreas externas e com o maior potencial de conforto nas áreas internas de seus edifícios. Dessa forma, podemos recomendar as suas variáveis morfológicas como as mais adequadas para a construção de conjuntos habitacionais na região.

Em resumo, os parâmetros bioclimáticos recomendados, na microescala do conjunto, para a região tropical subúmida do Brasil, são os apresentados no quadro 65.

PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS							
ARRANJO	DESCRIÇÃO	VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS					
		Taxa ocupação	Área pavimentada	Área permeável	Área sombreada	H/W	Pilotis
	Prédios dispostos em torno de área central com eixo leste/oeste, gramada e arborizada; estacionamento nas laterais;	Média 30 a 50%	Média 30 a 50%	Pequena 20 a 30%	Média 10 a 20%	$H \leq W$	Sim

Quadro 65 – Resumo dos parâmetros bioclimáticos recomendados para a região tropical subúmida do Brasil.

De acordo com a pesquisa de campo realizada, e considerando as variáveis morfológicas que mais interferem no microclima dos conjuntos, os parâmetros bioclimáticos que resumem as melhores condições ambientais são apresentados a seguir.

Na escala do bairro, os parâmetros foram:

- i. A topografia do bairro – com declividade entre 2 a 6%;
- ii. A taxa de ocupação – pequena, menor que 30%;
- iii. Uso predominante do solo – residencial ou comercial;
- iv. Cobertura do solo – ruas calçadas, asfaltadas, residências e edifícios altos e de até quatro pavimentos;
- v. Área impermeável – pequena, menor que 30%;
- vi. Área permeável – grande, maior que 50% ;
- vii. Altitude média do bairro – 67m;
- viii. Zona climática urbana - 5 (Oke, 2004);
- ix. Rugosidade – 6 Davenport (2000 apud Oke, 2004).

Na microescala do conjunto, os parâmetros bioclimáticos recomendados para a região o conjunto são os seguintes:

- i. A taxa de ocupação média, entre 30 e 50% da área total do terreno;
- ii. Área pavimentada média, entre 30 e 50% da área total do terreno;
- iii. Área permeável – pequena, entre 20 e 30 % da área total, de preferência com revestimento de grama;
- iv. Área sombreada – média, entre 10 e 20% da área total do terreno, de preferência com árvores e não como coberturas para automóveis;
- v. Altitude média do conjunto - variável;
- vi. Rugosidade – 7 Davenport (apud Oke, 2004);
- vii. Geometria do cânion – a largura das áreas abertas devem ser, no mínimo, iguais à altura das edificações;

- viii. Material de revestimento dos espaços abertos dos conjuntos, em termos percentuais - variável;
- ix. Emissividade da superfície dos materiais de revestimento do solo- médio;
- x. Refletividade dos materiais de revestimento do solo - médio;
- xi. Orientação solar dos espaços abertos – eixo leste/oeste;
- xii. Altura média dos edifícios – 14m;
- xiii. Orientação solar das edificações – eixo leste/oeste;
- xiv. Refletividade dos materiais de revestimento das fachadas – cores claras.

Este trabalho propõe um indicador para avaliação de conjuntos habitacionais, sob o ponto de vista bioclimático, construído a partir dos parâmetros mais adequados para o tipo de clima da região. Os indicadores bioclimáticos urbanos, têm como principal objetivo garantir o conforto térmico dos usuários, especialmente nos conjuntos habitacionais, e devem sintetizar as relações mais adequadas entre o ambiente construído e o clima do lugar. O quadro 66 apresenta o indicador para avaliação de conjuntos habitacionais de até quatro pavimentos, de acordo com a pesquisa realizada.

INDICADOR		DESEMPENHO DO CONJUNTO		
PARÂMETRO BIOCLIMÁTICO	INTERVALO DE VALORES	INFERIOR	MÍNIMO	SUPERIOR
TAXA DE OCUPAÇÃO (%)	< 30			1
	30 a 50		0	
	> 50	-1		
ÁREA PAVIMENTADA	< 30			1
	30 a 50		0	
	> 50	-1		
ÁREA PERMEÁVEL	< 20	-1		
	20 a 30		0	
	> 30			1
ÁREA SOMBREADA	< 10	-1		
	10 a 20		0	
	> 20			1
RELAÇÃO H/W	> 1,0	-1		
	= 1,0		0	
	< 1,0			1
TOTAL		- 5	0	5

Quadro 66 – Indicador para avaliação de conjuntos habitacionais.

O indicador constitui uma base de dados para diagnósticos simples de conjuntos habitacionais de até quatro pavimentos, podendo ser utilizados por técnicos, construtores, arquitetos e engenheiros, na avaliação de conjuntos habitacionais, com o objetivo de garantir a qualidade ambiental das áreas externas dos conjuntos habitacionais da região de clima tropical subúmida.

O desempenho do conjunto pode ser classificado em inferior, mínimo ou superior. O valor mínimo desejável para o indicador dos conjuntos habitacionais, é igual a zero. Valores negativos (inferior) indicam que há necessidade de modificações de maneira a adequar o projeto à realidade climática. Os indicadores positivos apontam que o conjunto possui nível de desempenho superior.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sustentabilidade urbana e, em especial, a dos conjuntos habitacionais, é o enfoque deste trabalho, que aborda problemas levantados pela Agenda 21, como a melhoria da qualidade ambiental e condições de vida nas cidades brasileiras, e incentiva a busca de tecnologias urbanas sustentáveis. Esta pesquisa investiga o microclima gerado no interior dos conjuntos habitacionais destinados à população de baixa e média rendas e o conforto térmico de suas áreas externas, considerando as situações de desconforto térmico presentes na grande maioria desses empreendimentos no Brasil.

Este trabalho iniciou-se com a revisão bibliográfica sobre o clima urbano. As modificações decorrentes da urbanização provocam modificações no clima regional e dão origem ao clima urbano, função das modificações no espaço natural pela ação humana no agenciamento dos espaços nas cidades. As diversas escalas de análise do clima urbano vão da mesoescala da cidade ao microclima dos pequenos espaços urbanos, como nos conjuntos habitacionais.

A ilha urbana de calor que se estabelece sobre as cidades é um dos resultados mais característicos da urbanização, com a elevação da temperatura do ar. O microclima nos cânions urbanos, um dos espaços que compõem as cidades, deve ser estudado em função de sua morfologia, revestimentos e características materiais, que interferem nas trocas de calor entre o espaço urbano e a atmosfera.

Uma breve visão da história dos quarteirões habitacionais demonstra que a cidade é produzida a partir de elementos morfológicos característicos, que, por serem repetidos na cidade, acabam caracterizando o espaço urbano. As mudanças urbanísticas verificadas ao longo dos séculos XIX e XX, principalmente nas cidades européias, foram melhorando aos poucos as relações entre a largura das ruas e a alturas das edificações, buscando soluções nas quais as edificações pudessem receber mais radiação solar, ventilação e iluminação naturais.

As diversas relações encontradas entre as ruas e os quarteirões mostram diferentes relações da geometria urbana, dependendo da posição do edifício no lote, que produzem recintos urbanos com diferentes configurações e desempenho ambiental distintos, e criam microclimas diferenciados dentro da cidade.

Os diversos trabalhos analisados partem do princípio de que o microclima urbano é determinado pela interação entre as características climáticas da região e as alterações

promovidas pelos indivíduos no meio ambiente, na criação dos espaços urbanos e construídos. Dos fatores que geram o microclima urbano, podemos citar, entre outros, a presença de vegetação, as edificações, o tipo de revestimento do solo e a presença de obstáculos naturais ou artificiais, que alteram a absorção da radiação solar e a circulação dos ventos.

Esta pesquisa estabelece parâmetros bioclimáticos para a avaliação do microclima gerado nos conjuntos habitacionais, procurando estabelecer as relações ótimas entre as variáveis morfológicas do espaço construído e as variáveis climáticas, na busca de ambientes externos e internos mais adequados à região climática e que possam garantir conforto ambiental utilizando principalmente os recursos naturais.

Os parâmetros utilizados na construção do indicador de conforto térmico foram de dois tipos: os climáticos, que indicam o microclima urbano, representados pelos elementos climáticos, como a temperatura do ar, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos; e os parâmetros bioclimáticos do ambiente construído, que expressam as características morfológicas do espaço urbano em questão. A análise do espaço construído fez-se em duas escalas: a escala local do bairro e a microescala do conjunto.

As hipóteses levantadas nesta pesquisa foram testadas e comprovadas pelos resultados da investigação realizada nos nove conjuntos em Teresina. A pesquisa de campo demonstrou que os conjuntos geram microclimas diferenciados, em que se evidencia a ilha de calor no período noturno em praticamente todos os conjuntos, nos dois semestres do ano. A ilha de calor detectada em cada conjunto varia entre fraca, moderada e forte, em função das características morfológicas e materiais específicas de cada conjunto.

A ilha de calor não é de mesma intensidade nos dois semestres e, de forma geral, no segundo semestre, a ilha de calor é de menor intensidade. Tal fato pode ser explicado pelo fato de que, no primeiro semestre, quente e úmido, a nebulosidade é maior e dificulta as perdas de calor para a abóbada celeste durante a noite, assim como diminui a incidência da radiação solar durante o dia. No segundo semestre, quente e seco, durante o dia, a radiação solar incidente e as temperaturas do ar são maiores, mas as perdas de calor noturnas, com o céu claro, são mais rápidas e maiores.

Em relação à variação da umidade relativa do ar nas áreas externas dos conjuntos, a pesquisa mostrou que existem variações significativas entre os diversos conjuntos, em função de suas características. A presença de vegetação (árvores de médio ou grande porte) e as áreas gramadas contribuem para o aumento da umidade relativa nos conjuntos. Os cânions com

relação $H/W \geq 2,0$ também geram espaços com umidade relativa mais elevada. Os conjuntos com menor umidade relativa do ar em todos os horários são aqueles que possuem grandes áreas pavimentadas abertas, expostas à radiação solar durante o dia, e com pequena área sombreada.

O comportamento em relação à umidade relativa do ar é também diferente nos dois semestres, em função não só do clima da região, que se alterna entre quente e seco e quente e úmido, mas também devido às características das áreas externas. Alguns conjuntos conseguem manter-se úmidos mesmo no período mais seco do ano, e outros são secos nos dois semestres.

A velocidade e direção dos ventos, como estudado no referencial teórico, são totalmente alteradas pela presença dos obstáculos existentes nas áreas urbanas, como as edificações. Nos conjuntos, a disposição dos prédios em relação às áreas abertas e à direção predominante dos ventos no local pode acelerar os ventos, mudar sua direção ou criar áreas ou pátios internos praticamente sem ventilação, prejudicando tanto as condições de conforto térmico das áreas externas como o potencial de ventilação dos ambientes internos das edificações.

Em outros casos, os ventos podem ser canalizados pela proximidade dos prédios, e sua velocidade aumentada. Entretanto, nestas condições, os ventos ficam paralelos às fachadas e não penetram nos ambientes internos das edificações. A presença de pilotis melhora bastante a ventilação dentro dos conjuntos, ao nível do pedestre. Os muros altos, utilizados atualmente nos conjuntos, como mostraram as simulações e a pesquisa de campo, dificultam a ventilação, desviam os ventos para cima e diminuem a ventilação nas áreas abertas.

De acordo com a pesquisa, alguns tipos de arranjos de prédios facilitam a circulação dos ventos nos conjuntos, como quando as áreas abertas estão orientadas com o eixo maior na direção leste/oeste, com os prédios afastados entre si (com $H/W \leq 1,0$), de forma a possibilitar a passagem dos ventos, sem criar obstáculos. A disposição não linear dos prédios, em zigzag, melhora também as condições de ventilação.

A ventilação dos conjuntos também é variável entre um semestre e o outro. De acordo com a pesquisa, nos conjuntos, a velocidade dos ventos é maior no primeiro semestre do que no segundo, assim como na estação meteorológica de referência.

A sensação de conforto térmico registrada pelos pesquisadores, nos conjuntos, reflete a variação dos elementos climáticos que ocorre entre os dois semestres. O primeiro semestre,

como um todo, é considerado mais confortável do que o segundo. Esta avaliação varia também de acordo com o horário do dia, sendo a tarde o período considerado mais quente nos dois semestres. A interação entre as variáveis temperatura do ar, umidade relativa, velocidade dos ventos e radiação solar influencia a sensação de conforto térmico nas áreas externas.

O intervalo de variação da temperatura e umidade relativa do ar considerado confortável pelos pesquisadores é bastante reduzido, o que demonstra a necessidade de tratamento das áreas externas para melhorar suas condições bioclimáticas. Este intervalo deve ser considerado apenas um indicador das condições ambientais das áreas externas dos conjuntos, uma vez que o objetivo da pesquisa não era a determinação da zona de conforto para Teresina. As condições de desconforto térmico devido ao calor registradas, também evidenciam a necessidade de adequação dos espaços construídos à realidade climática da região.

A análise estatística dos dados permitiu atingir o objetivo geral da pesquisa, ou seja, determinar os parâmetros bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais na região tropical subúmida do Brasil. De acordo com a pesquisa e com as melhores condições ambientais encontradas, podemos concluir que os conjuntos habitacionais na região devem atender às seguintes condições:

- a) taxa de ocupação entre 30 a 40%;
- b) área pavimentada entre 30 a 40%;
- c) área permeável entre 20 a 30%
- d) área sombreada entre 10 a 20%;
- e) edifícios com pilotis;
- f) relação $H/W \leq 1,0$;
- g) arranjo dos prédios de forma que as áreas abertas tenham orientação leste/oeste, com aberturas na direção predominante dos ventos (sudeste), de maneira a permitir a entrada dos ventos;

O estudo da direção dos ventos nos conjuntos deve ser mais aprofundado, uma vez que os dados coletados indicam que a direção varia muito em cada ponto e em cada horário, considerando-se a influência das edificações e outros obstáculos existentes nos conjuntos e no seu entorno. Por este motivo, nesta pesquisa, a direção dos ventos registrada não foi empregada em nenhum tipo de análise, apesar de ter sido coletada em cada ponto e horário.

As relações entre os materiais de revestimento do solo, a temperatura superficial, temperatura radiante e a temperatura do ar devem também ser objeto de futuras investigações a fim de determinarem, com maior segurança, os materiais de revestimento mais adequados para utilização nas áreas externas dos conjuntos na região.

Esta pesquisa aponta também para a necessidade de estudos mais aprofundados, que contem com uma base de dados maior, com registros ao longo de todo um ano, de maneira a permitir que sejam feitos estudos de regressão e correlações entre as variáveis climáticas e morfológicas nos conjuntos habitacionais.

O método apresentado nesta pesquisa mostrou-se válido operacional e cientificamente, podendo ser utilizado em outras regiões climáticas para determinação de parâmetros bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais em outras regiões do Brasil.

O trabalho encerra apresentando um indicador, que avalia em inferior, mínimo e superior o desempenho dos conjuntos habitacionais, em função de suas características morfológicas e de sua influência no microclima.

As recomendações aqui apresentadas podem ser utilizadas por arquitetos, projetistas e construtores que procuram a melhoria da qualidade dos espaços externos dos conjuntos habitacionais, na região tropical subúmida do Brasil. Vale ressaltar a influência das condições das áreas externas no conforto térmico dos espaços internos das edificações.

Finalmente, espera-se que, com esta pesquisa, tenha sido dado um passo a mais na direção da sustentabilidade ambiental desses empreendimentos e contribuído para o desenvolvimento da bioclimatologia urbana.

REFERÊNCIAS

ADOLPHE, L. Sustainability indicators for environmental performance of cities. In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20., 2003, Chile. *Anais...* Chile: PLEA, 2003. 1 CD-ROM.

AGOPYAN, V.; SILVA, V. G.; SILVA, M. G. Avaliação de edifícios: definição de indicadores de sustentabilidade. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 3., 2003, São Carlos. *Anais...* São Carlos: [s.n.], 2003. 1 CD-ROM.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma nº 15220: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, COMITÊ BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO CIVIL. Projeto de norma CE 02:136.01.001: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Encontro da ANTAC. [S.I.]: ANTAC, 1988-2004. (Congresso bi-anual)

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e Encontro Latino-americano de Conforto no ambiente Construído. [S.I.]: ANTAC, 1990-2005. (Congresso bi-anual)

AYOADE, J.O. *Introdução à climatologia dos trópicos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

BATISTA, J. G. *Geografia física do Piauí*. 2. ed. Teresina: COMEPI, 1981.

BONDUKI, Nabil G. *Origens da habitação social no Brasil: arquitetura moderna, Lei do Inquilinato e difusão da casa própria*. 2.ed. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

BOUSSOUALIM, A.; LEGENDRE, A. Influence of microclimatic characteristics on the use of outdoor public spaces: a study in the city of Blagnac (France). In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., 1999, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: ANTAC, 1999. 1 CD-ROM.

BRANDÃO, A. M. P. M. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. In: MONTEIRO, C. A., MENDONÇA, F. *Clima urbano*. São Paulo: Contexto, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura. *Normais climatológicas (1931-1960)*. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Meteorologia, 1979.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Normais climatológicas (1961-1990)*. Brasília: Departamento Nacional de Meteorologia, 1992.

BRASIL. Ministério das cidades. *Documento preparatório para a 2ª Conferência das Cidades: reforma urbana*. Brasília: 2005.

BROWN, G. Z.; DEKAY, M. *Sol, vento & luz: estratégias para o projeto de arquitetura*. Porto Alegre: Bookman, 2004.

CARDOSO, A. L.; RIBEIRO, L. C. Q. Os municípios e as políticas habitacionais. In: ABIKO, A. K.; ORNSTEIN, S. W. (Ed.). *Inserção urbana e avaliação pós-ocupação da habitação de interesse social*. São Paulo: FAU-USP, 2002.

CASTELO BRANCO, A. E. *O desenho urbano e sua relação com o microclima: um estudo comparativo entre duas áreas centrais em Teresina-PI*. 2001. 145 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.

CORBELLA, O., YANNAS, S. *Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental*. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

COSTA, A.; ARAÚJO, V. Thermal comfort assessment in open spaces: an instrument of urban management for the district of Petrópolis, in the coastal city of Natal, RN. In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20., 2003, Chile. *Anais...* Chile: PLEA, 2003. 1 CD-ROM.

COSTA, A.D.L. et al. Espaços urbanos em discussão: proposta de metodologia para medição em pontos fixos de cidades de clima quente e úmido. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO REGIONAL INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2., 2006. Braga, Portugal. *Anais...* São Carlos: EESC/USP, 2006. 1 CD-ROM.

DUARTE, D.; MAITELLI, G. Clima urbano e planejamento em regiões tropicais continentais. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 5., 1999, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: ANTAC, 1999. 1 CD-ROM.

DUARTE, D.; SERRA, G. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2001. São Pedro. *Anais...* São Pedro: ANTAC, 2001. 1 CD-ROM.

EDWARDS, Brian. *Guia básica de la sostenibilidad*. Barcelona: Gustavo Gilli, 2004.

FONTES, M. S. G. C.; DELBIN, S. A qualidade climática dos espaços públicos urbano: um estudo de caso na cidade de Bauru-SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2001. São Pedro. *Anais...* São Pedro: ANTAC, 2001. 1 CD-ROM.

FREITAS, C. G. L. (Coord.). *Habitação e meio ambiente: abordagem integrada em empreendimentos de interesse social*. São Paulo: IPT, 2001. 1 CD-ROM.

FUNDAÇÃO CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ. *Atlas do Piauí*. Rio de Janeiro: IBGE, 1990.

_____. *Piauí em números*. 7.ed. Teresina: CEPRO, 2006.

GASPARINI JR, R. A. et al. Influência termoacústica no uso de espaços públicos: o caso do Parque Vitória Régia em Baurú-SP. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1., 2004, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.], 2004. 1 CD-ROM.

GIVONI, B. Confort, climate analysis and building design guidelines. *Energy and Buildings*, v.18, p.11-23, jul.1992.

_____. *Climate considerations in building and urban design*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1997.

GONÇALVES, H. et al. *Ambiente construído, clima urbano, utilização racional de energia nos edifícios da cidade de Lisboa*. Lisboa: INETI, 2004.

GRIMMOND, S. State of art observational techniques and use of data in urban modeling. Disponível em: http://www.testbed.fmi.fi/Meetings/UrbanModelingMeeting200506/Helsinki1_sue.pdf Acesso em 18 abr. 2007a.

GRIMMOND, S. Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming. *Geographical Journal*, n.173, 83-88 (2007). Disponível em: <http://www.kcl.ac.uk/ip/suegrimmond/publishedpapers/GJ_Grimmond2007.pdf> Acesso em 18 abr. 2007b.

GRIMMOND, S et al. Surface heating in relation to air temperature, wind and turbulence in an urban street canyon. *Boundary Layer Meteorology*, n.122, p. 273-292, 2007. Disponível em: <http://www.kcl.ac.uk/ip/suegrimmond/publishedpapers/BLM_2007_oaf.pdf> Acesso em 18 abr. 2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, São Paulo. *Implantação de conjuntos habitacionais: recomendações para adequação climática e acústica*. São Paulo: 1986.

_____. *Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social*. São Paulo: 1998.

KATZSCHNER, L. Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 4., 1997, Salvador. *Anais...* Salvador: ANTAC, 1997.

KATZSCHNER, L.; REINOLD, M.; LOURENCO, L. D. Urban climate in the context of a sustentable development. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 5., 1999, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: ANTAC, 1999. 1 CD-ROM.

KOENIGSBERGER, O. H. et al. *Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales*. Madri: Paraninfo, 1977.

LAMAS, J. M. R. G. *Morfologia urbana e desenho da cidade*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1992.

LAMBERTS, R., DUTRA, L., PEREIRA, F.O.R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW, 1997.

LANDSBERG, H. *The urban climate*. New York, Academic Press, 1981.

LEVERATTO, M. J. Propuesta de um método para analizar las condiciones microclimáticas em espacios urbanos. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 5., 1999, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: ANTAC, 1999. 1 CD-ROM.

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

LYNCH, K.; HACK, G. *Site plannig*. 3. ed. Cambridge: MIT, 1986.

MASCARÓ, J. L.; MASCARÓ, L. *Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios*. Porto Alegre: Sagra-Luzzatto, 1992.

MASCARÓ, J. . *Loteamentos urbanos*. Porto Alegre: L. Mascaró, 2003.

MASCARÓ, L. *Energia na edificação*. São Paulo: Projeto Editores Associados, 1991.

_____. *Ambiência urbana*. Porto Alegre: Sagra-Luzzatto, 1996.

MONTEIRO, C.A. de F. *Teoria e clima urbano*. São Paulo: IGEOPI – USP, 1976. (Série teses e monografias, nº 25)

MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. *Clima Urbano*. São Paulo: Contexto, 2003.

MORAIS BALDOINO, Valéria. *A Influência da ocupação do solo no comportamento da ventilação natural e na eficiência energética em edificações: estudo de caso em Goiânia - clima tropical de altitude*. 2006. 260 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MORETTI, R. S. *Normas urbanísticas para habitação de interesse social*. São Paulo: IPT, 1997.

NOVAES, W. (Coord.), RIBAS, O., NOVAES, P.C. *Agenda 21 Brasileira – Bases para discussão*. Brasília: MMA/PNUD, 2000.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

OKE, T. R. *Boundary layer climates*. Londres: Routledge, 1987.

_____. *Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites*. Genebra: WMO, 2004. Report, 81.

OLGYAY, V. *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona: Gustavo Gilli, 1998.

NUCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO. Seminário Internacional NUTAU. São Paulo: 1998-2004. (Seminário bi-annual)

PANÃO, M. J. N. O.; GONÇALVES, H. J. P.; FERRÃO, P. M. C. Indicadores do desempenho térmico de edificações urbanas. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO REGIONAL INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2., 2006. Braga, Portugal. *Anais...* São Carlos: EESC/USP, 2006. p. XX-XX 1 CD-ROM.

PANERAI, P. et al. *Urban forms: the death and life of the urban block*. Oxford: Architectural Press, 2004.

PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE. International Conference on Passive and Low Energy Architecture. [S.I.]: University of Cambridge, 1981-2005. (Congresso annual)

PIETROBON, C. E.; LAMBERTS, R.; PEREIRA, F. O. R. Estratégias bioclimáticas para o projeto de edificações: conceituação e aplicação para Maringá, Paraná. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2001..São Pedro. *Anais...* São Pedro: ANTAC, 2001.1 CD-ROM.

PINHO, A.; PEDRO, J. B.; COELHO, A. B. The influence of the built enviroment in microclimatic variations. In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 20., 2003, Chile.. *Anais...* Chile: PLEA, 2003. p. XX-XX. 1 CD-ROM.

ROGERS, Richard. *Cidades para um pequeno planeta*. Barcelona: Gustavo Gilli, 2001.

ROMERO, M. A. B. *Princípios bioclimáticos para o desenho urbano*. São Paulo: P. W., 1988.

_____. *Arquitetura bioclimática do espaço público*. Brasília: UnB, 2001.

_____. A sustentabilidade ambiental do ambiente urbano da capital. In: PAVIANI, A. (Org.). *Brasília: controvérsias ambientais*. Brasília: UnB, 2003. p. 241-265.

ROMERO, M. A. B. et al. Indicadores de sustentabilidade dos espaços públicos urbanos: aspectos metodológicos e atributos das estruturas urbanas. In: SEMINÁRIO: A QUESTÃO

URBANA: EXPERIÊNCIAS E PERSPECTIVAS, 2004, Brasília.. *Anais ...* Brasília: [s.n.], 2004. 1CD-ROM.

RUANO, M. *Ecourbanismo: entornos humanos sostenibles*. Barcelona: Gustavo Gilli, 2000.

RUEDA, Salvador. *Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles: indicadores de huella y calidad ambiental urbana*. Barcelona: Fundació Fórum Ambiental, 1999.

SACHS, Ignacy. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SANTAMOURIS, M. et al. *Energy and climate in the urban built environment*. Londres: James & James, 2001.

SILVA, C. A. S.; CORBELLA, O. D. Conforto ambiental urbano: apropriação e análise de dados microclimáticos. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1., 2004, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.], 2004. 1CD-ROM.

SILVEIRA, A. L. R. C. *Diretrizes de projeto para construção de prédios escolares em Teresina- PI*. 1999. 205f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

SILVEIRA, Ana Lucia R. C. Avaliação do desempenho térmico de apartamentos de conjunto habitacional em Teresina/Piauí. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 8., 2005a, MACEIÓ. *Anais...* Maceió: ANTAC, 2005a. p.1922-1930.1 CD-ROM.

SILVEIRA, Ana Lucia R. C. Avaliação do desempenho térmico de edifícios habitacionais na região tropical sub-úmida do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 8., 2005b, MACEIÓ. *Anais...* Maceió: ANTAC, 2005b. p. 1912-1921. 1 CD-ROM.

SILVEIRA, A. L. R. C.; ROMERO, M. A. B. Avaliação do desempenho térmico de edifício habitacional em Teresina/Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2006a, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ANTAC, 2006a. p. 862-871. 1 CD-ROM.

SILVEIRA, A. L. R. C.; ROMERO, M. A. B. Avaliação do desempenho térmico das áreas externas de dois conjuntos habitacionais em Teresina/Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL

DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11, 2006b, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ANTAC, 2006b. p. 872-881. 1 CD-ROM.

SPIRN, A. W. *O jardim de granito: a natureza no desenho da cidade*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1995.

SZOKOLAY, S. V. *Introduction to architectural science: the basis of sustainable design*. Oxford: Elsevier, 2004.

TERESINA. Prefeitura Municipal. *Teresina Agenda 2015: plano de desenvolvimento sustentável*. Teresina: 2002.

TERESINA. Prefeitura Municipal de Teresina. GEOVISTA: Sistema municipal de geoprocessamento. Disponível em: <http://geo.teresina.pi.gov.br/site/index.php?option=com_wrapper&Itemid=44>. Acessado em: 05 de junho de 2007.

TORRES, S.C. et al. A influência da configuração urbana na qualidade térmica de espaços externos e internos: um estudo em conjuntos habitacionais verticais no trópico úmido. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO REGIONAL INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2., 2006. Braga. *Anais...* São Carlos: EESC/USP, 2006. 1 CD-ROM.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Laboratório de Eficiência Energética em edificações. *Software: AnalysisBIO*. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/software/analysisBIO.html>> Acessado em: 30.março.2007.

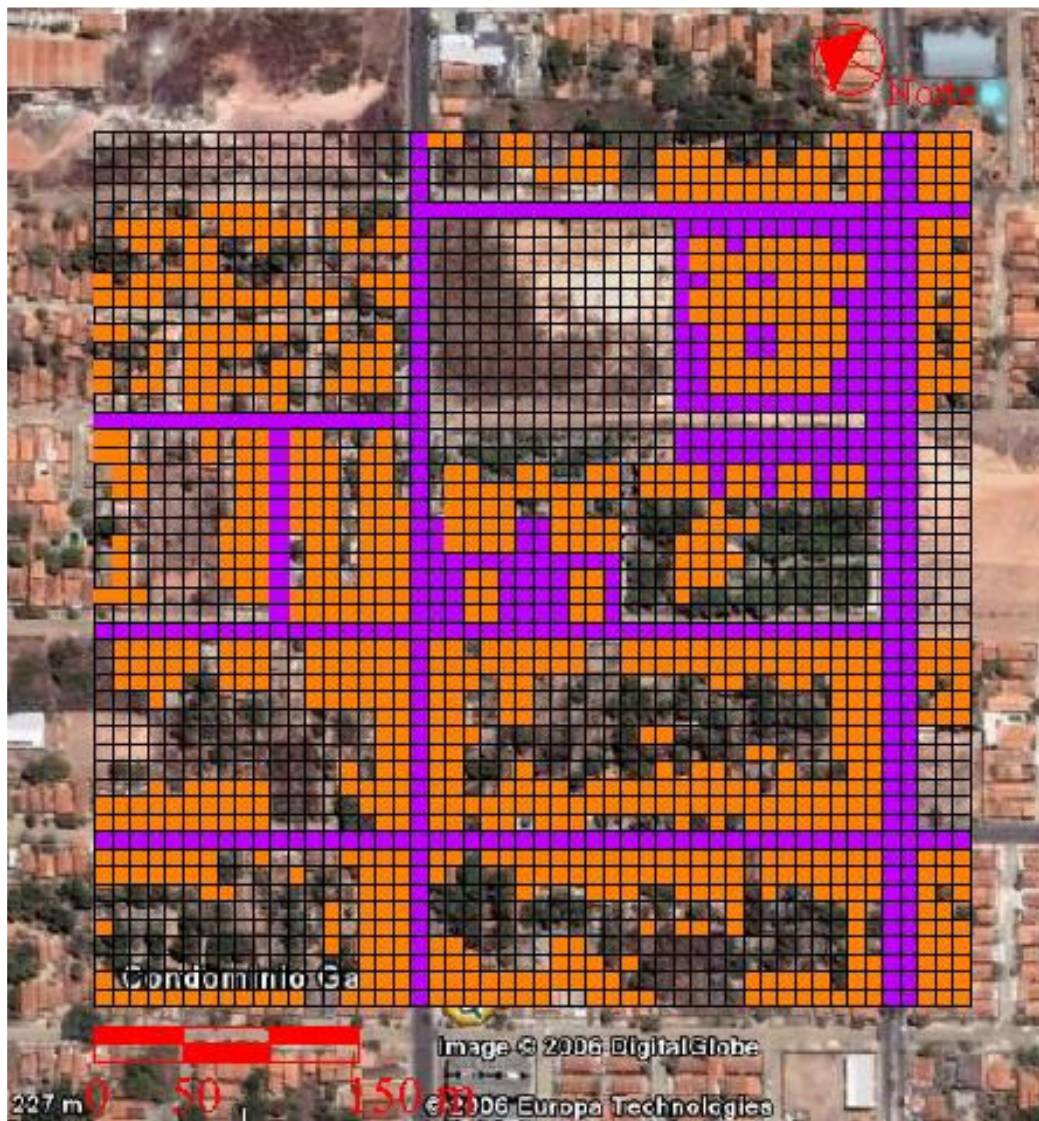
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Laboratório de Energia Solar. *Software: RADIASOL*. Disponível em: <<http://www.solar.ufrgs.br/#softwares>> Acessado em 15.março.2007.

VASCONCELLOS, V. M. N.; REIS-ALVES, L.A.; CORBELLA, O. D. Praça Edmundo Bittencourt – Copacabana – Rio de Janeiro: a influência da morfologia urbana no microclima de uma praça em cidade tropical quente e úmida. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 8., 2005, MACEIÓ. *Anais...* Maceió: ANTAC, 2005. p. 2136-2145. 1 CD-ROM.

WAGNER, M. B. et al. *SPSS passo a passo: statistical package for social sciences*. Caxias do Sul: Educs, 2004.

APÊNDICE A – Área de 500 X 500 m no entorno dos condomínios

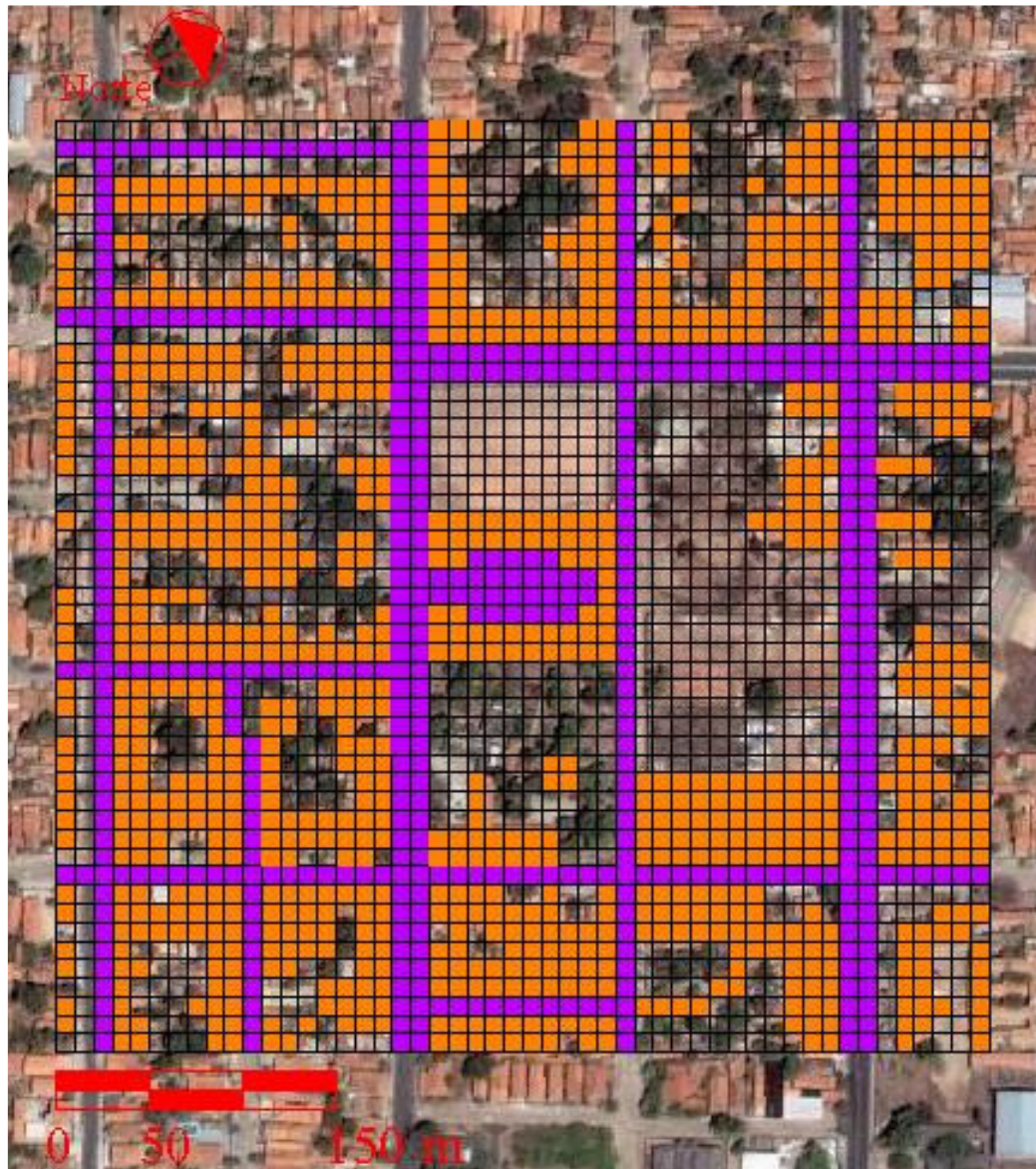
CENÁRIO A – ZONA NORTE CONDOMÍNIO BARCELONA



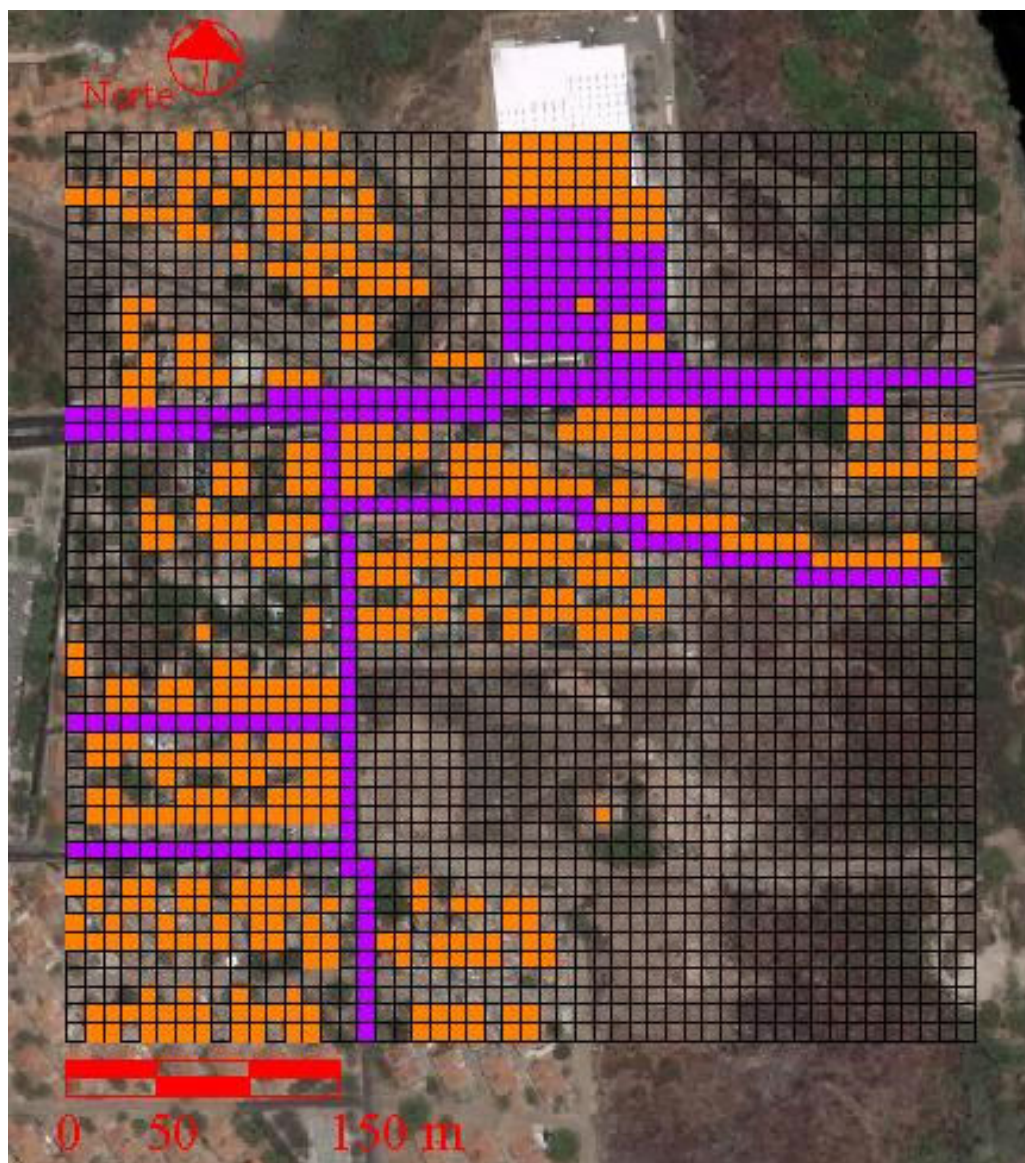
CENÁRIO A – ZONA NORTE CONDOMÍNIO GALILÉIA



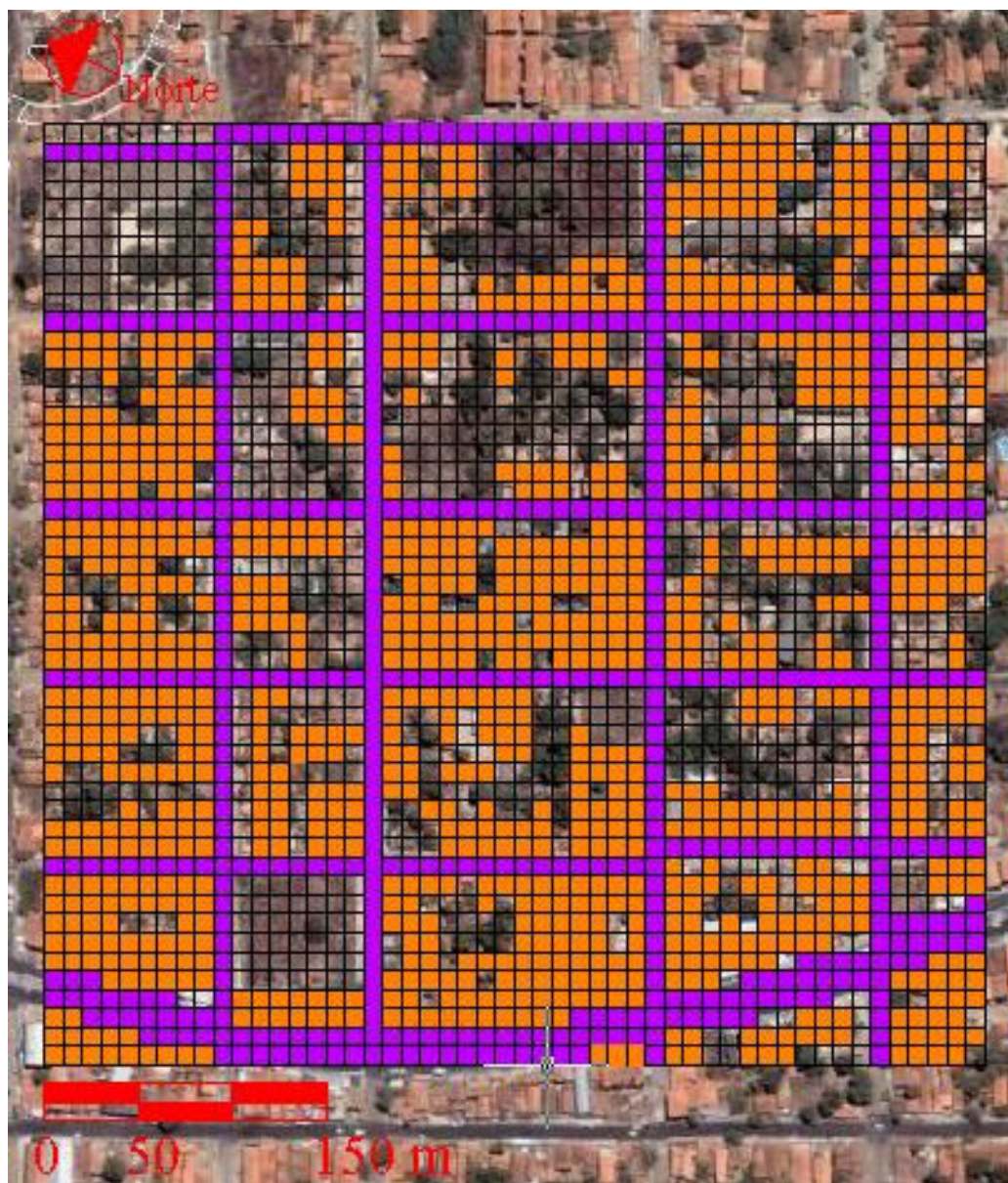
CENÁRIO A – ZONA NORTE
CONDOMÍNIO MARQUÊS DE PARANAGUÁ



CENÁRIO B – ZONA SUL CONDOMÍNIO CRISTO REI



CENÁRIO B – ZONA SUL CONDOMÍNIO HEBRON



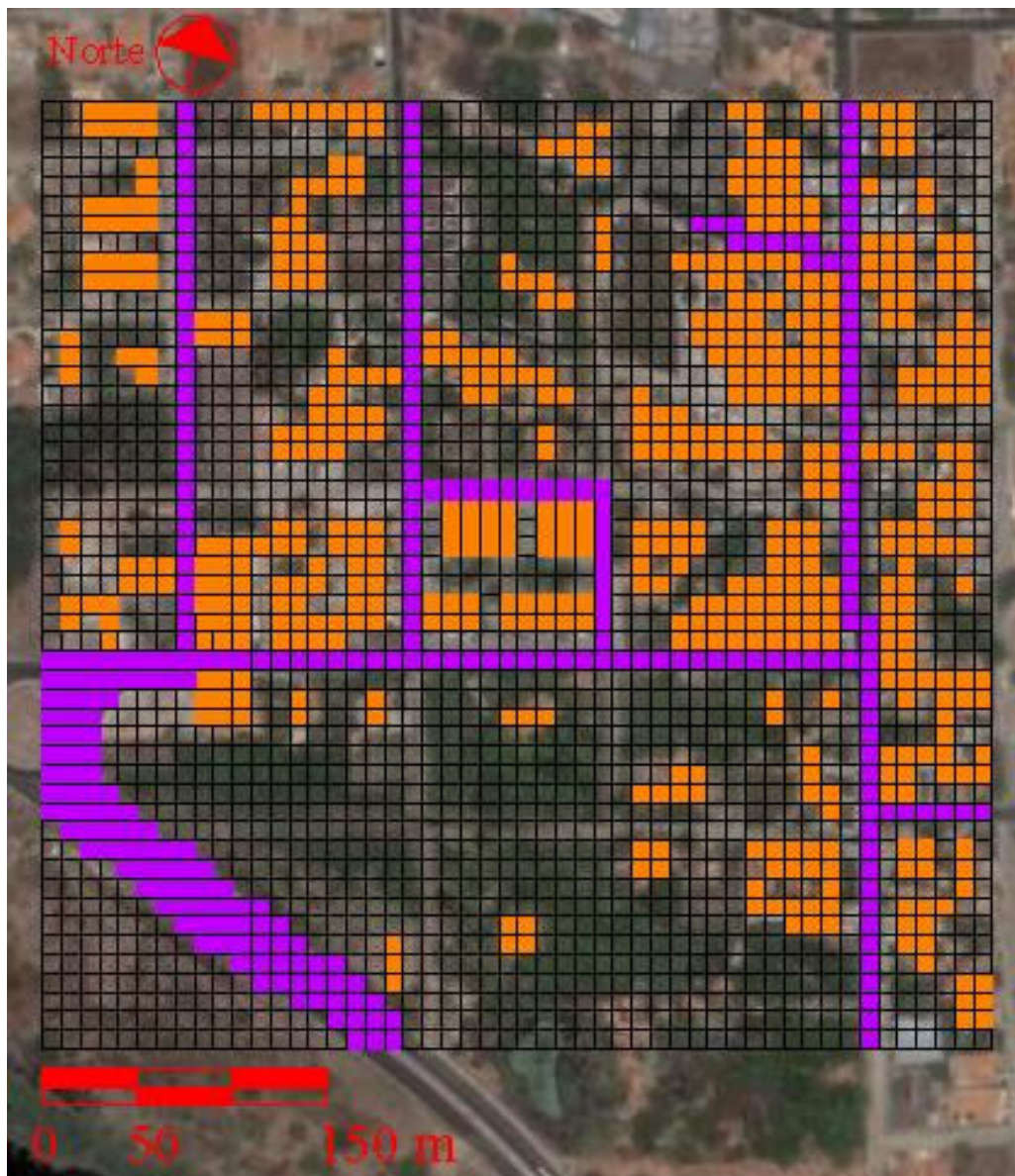
CENÁRIO B – ZONA SUL CONDOMÍNIO MONTE LÍBANO



CENÁRIO C – LESTE CONDOMÍNIO IMPERIAL PARK



CENÁRIO C – LESTE
CONDOMÍNIO JARDIM JÓCKEY



CENÁRIO C – LESTE CONDOMÍNIO SANTA MÔNICA



APÊNDICE B – Planilha para coleta de dados

TABELA DE MEDIÇÕES

CONJUNTO: _____ **DATA:** _____

Ponto	Horário	Temperatura do ar	Umidade relativa	Velocidade do ar	Direção do ar	Nebulosidade	Sensação térmica	Obsery
1	09:00							
	15:00							
	21:00							
2	09:00							
	15:00							
	21:00							
3	09:00							
	15:00							
	21:00							
4	09:00							
	15:00							
	21:00							
5	09:00							
	15:00							
	21:00							
6	09:00							
	15:00							
	21:00							

TABELA DE MEDIÇÕES

CONJUNTO: MARQUES DATA: 14/12/2006

Ponto	Horário	Temperatura do ar	Umidade relativa	Velocidade do ar	Direção do ar	Nebulosidade	Sensação térmica	Observ.
1	09:00	27,3	82,3	2,8	100	mediana	aquecido	Sol
	15:00	34,5	51,5	3,0	290	claro	quente	Sol
	21:00	30,9	71,4	0,0	320	2/3	aquecido	—
2	09:00	28,1	81,9	0,0	155	mediana	aquecido	Sombra
	15:00	34,7	54,8	0,0	210	claro	quente	Sombra
	21:00	30,8	73,6	0,0	240	2/3	aquecido	—
3	09:00	28,2	82,2	0,0	310	mediana	aquecido	Sombra
	15:00	34,3	57,1	2,9	15	claro	quente	Sombra
	21:00	30,5	74,7	0,0	60	2/3	aquecido	—
4	09:00	28,1	83,5	1,2	330	mediana	aquecido	Sombra
	15:00	34,3	57,9	0,0	350	claro	quente	Sombra
	21:00	30,4	73,1	0,0	270	2/3	aquecido	—
5	09:00	27,9	83,3	0,4	95	mediana	aquecido	Sol
	15:00	34,5	56,7	0,0	280	claro	quente	Sol
	21:00	30,3	75,4	0,0	350	2/3	aquecido	—
6	09:00	27,8	82,7	0,3	110	mediana	aquecido	Sol
	15:00	35,8	53,6	0,9	250	claro	quente	Sol
	21:00	30,7	73,2	0,0	245	2/3	aquecido	—

APÊNDICE C – Banco de dados das variáveis climáticas do 1º semestre de 2006, utilizados no programa SPSS.

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL 2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
1	BAR/05/09/P1	09:00 h	29,00	58,80	0,20	1,10	nublado	sombra	agradável
2	BAR/05/15/P1	15:00 h	30,00	52,80	0,40	0,60	parc nublado	sombra	quente
3	BAR/05/21/P1	21:00 h	27,00	67,20	0,00	0,10	parc nublado	noite	agradável
4	BAR/05/09/P2	09:00 h	29,00	57,40	0,80	0,30	nublado	sombra	agradável
5	BAR/05/15/P2	15:00 h	30,00	53,60	0,50	0,30	parc nublado	sombra	agradável
6	BAR/05/21/P2	21:00 h	29,00	65,40	0,10	0,00	parc nublado	noite	agradável
7	BAR/05/09/P3	09:00 h	29,00	56,40	0,60	0,90	nublado	sombra	agradável
8	BAR/05/15/P3	15:00 h	33,00	46,40	0,60	0,70	parc nublado	sol	quente
9	BAR/05/21/P3	21:00 h	29,00	62,10	0,10	0,00	parc nublado	noite	agradável
10	BAR/05/09/P4	09:00 h	29,00	55,10	1,10	0,70	nublado	sombra	agradável
11	BAR/05/15/P4	15:00 h	33,00	46,50	1,00	1,20	parc nublado	sol	quente
12	BAR/05/21/P4	21:00 h	30,00	61,50	0,00	0,00	parc nublado	noite	agradável
13	BAR/05/09/P5	09:00 h	30,00	53,80	0,70	0,60	nublado	sombra	agradável
14	BAR/05/15/P5	15:00 h	32,00	48,30	0,60	1,00	parc nublado	sombra	agradável
15	BAR/05/21/P5	21:00 h	30,00	61,40	0,00	0,00	parc nublado	noite	quente
16	BAR/05/09/P6	09:00 h	30,00	53,20	2,40	2,10	nublado	sombra	agradável
17	BAR/05/15/P6	15:00 h	31,00	50,90	0,70	1,50	parc nublado	sombra	agradável
18	BAR/05/21/P6	21:00 h	29,00	61,10	0,00	0,00	parc nublado	noite	agradável
19	BAR/06/09/P1	09:00 h	29,00	61,10	0,60	0,20	nublado	sombra	quente
20	BAR/06/15/P1	15:00 h	33,00	45,20	0,40	0,80	nublado	sombra	quente
21	BAR/06/21/P1	21:00 h	28,00	66,90	1,00	1,40	ceu claro	noite	agradável
22	BAR/06/09/P2	09:00 h	30,00	58,80	0,40	0,10	nublado	sol	quente
23	BAR/06/15/P2	15:00 h	33,00	43,80	0,50	0,40	nublado	sombra	quente
24	BAR/06/21/P2	21:00 h	28,00	65,70	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
25	BAR/06/09/P3	09:00 h	30,00	58,00	0,30	1,20	nublado	sol	quente
26	BAR/06/15/P3	15:00 h	35,00	41,30	0,00	0,30	nublado	sol	mui quente
27	BAR/06/21/P3	21:00 h	28,00	63,00	0,50	0,40	ceu claro	noite	agradável
28	BAR/06/09/P4	09:00 h	30,00	57,20	0,60	0,80	nublado	sombra	quente
29	BAR/06/15/P4	15:00 h	34,00	40,50	0,60	1,80	nublado	sombra	quente
30	BAR/06/21/P4	21:00 h	28,00	66,60	0,70	0,10	ceu claro	noite	agradável
31	BAR/06/09/P5	09:00 h	30,00	57,00	0,30	0,50	nublado	sombra	agradável
32	BAR/06/15/P5	15:00 h	33,00	44,30	1,00	0,70	nublado	sombra	agradável
33	BAR/06/21/P5	21:00 h	27,00	67,90	0,50	0,20	ceu claro	noite	agradável
34	BAR/06/09/P6	09:00 h	30,00	59,00	0,80	1,00	nublado	sombra	quente
35	BAR/06/15/P6	15:00 h	32,00	47,90	0,60	1,00	nublado	sombra	agradável
36	BAR/06/21/P6	21:00 h	27,00	69,70	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
37	BAR/07/09/P1	09:00 h	29,00	59,40	2,20	0,70	ceu claro	sombra	agradável
38	BAR/07/15/P1	15:00 h	34,00	38,50	0,20	0,20	parc nublado	sombra	quente
39	BAR/07/21/P1	21:00 h	28,00	69,70	0,50	0,30	encoberto	noite	agradável
40	BAR/07/09/P2	09:00 h	29,00	59,60	0,50	0,20	ceu claro	sol	quente
41	BAR/07/15/P2	15:00 h	33,00	43,30	0,60	0,80	parc nublado	sombra	agradável
42	BAR/07/21/P2	21:00 h	27,00	71,90	0,40	0,20	encoberto	noite	agradável
43	BAR/07/09/P3	09:00 h	30,00	56,60	0,70	0,20	ceu claro	sol	mui quente
44	BAR/07/15/P3	15:00 h	33,00	44,10	0,70	0,40	parc nublado	sol	mui quente
45	BAR/07/21/P3	21:00 h	27,00	73,00	0,00	0,00	encoberto	noite	agradável
46	BAR/07/09/P4	09:00 h	30,00	56,10	2,40	1,50	ceu claro	sombra	agradável
47	BAR/07/15/P4	15:00 h	34,00	43,30	0,00	0,00	parc nublado	sombra	mui quente
48	BAR/07/21/P4	21:00 h	27,00	72,20	0,40	1,60	encoberto	noite	agradável
49	BAR/07/09/P5	09:00 h	30,00	56,40	0,80	0,60	ceu claro	sombra	agradável
50	BAR/07/15/P5	15:00 h	34,00	39,70	0,30	0,40	parc nublado	sombra	quente
51	BAR/07/21/P5	21:00 h	27,00	73,00	0,40	0,00	encoberto	noite	agradável
52	BAR/07/09/P6	09:00 h	28,00	57,60	2,00	1,60	ceu claro	sombra	agradável
53	BAR/07/15/P6	15:00 h	33,00	40,00	0,80	0,40	parc nublado	sombra	quente
54	BAR/07/21/P6	21:00 h	27,00	70,20	0,00	0,00	encoberto	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL 2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
55	GAL/05/09/P1	09:00 h	26,00	70,10	3,30	1,50	encoberto	sombra	agradável
56	GAL/05/15/P1	15:00 h	32,00	53,20	2,50	1,20	encoberto	sombra	agradável
57	GAL/05/21/P1	21:00 h	28,00	72,30	0,90	0,50	nublado	noite	agradável
58	GAL/05/09/P2	09:00 h	26,00	70,00	2,50	4,40	encoberto	sombra	agradável
59	GAL/05/15/P2	15:00 h	31,00	55,50	1,60	2,00	encoberto	sombra	quente
60	GAL/05/21/P2	21:00 h	28,00	63,40	0,80	1,10	nublado	noite	agradável
61	GAL/05/09/P3	09:00 h	26,00	70,70	3,30	2,50	encoberto	sombra	agradável
62	GAL/05/15/P3	15:00 h	30,00	56,70	2,00	2,90	encoberto	sombra	agradável
63	GAL/05/21/P3	21:00 h	29,00	66,60	0,10	0,10	nublado	noite	agradável
64	GAL/05/09/P4	09:00 h	26,00	70,00	1,90	3,30	encoberto	sombra	agradável
65	GAL/05/15/P4	15:00 h	30,00	56,50	2,00	2,80	encoberto	sombra	agradável
66	GAL/05/21/P4	21:00 h	28,00	68,60	0,20	0,20	nublado	noite	agradável
67	GAL/05/09/P5	09:00 h	26,00	69,60	1,90	4,30	encoberto	sombra	agradável
68	GAL/05/15/P5	15:00 h	31,00	55,90	1,30	1,00	encoberto	sombra	agradável
69	GAL/05/21/P5	21:00 h	28,00	70,60	0,20	0,20	nublado	noite	agradável
70	GAL/05/09/P6	09:00 h	27,00	68,20	0,30	1,30	encoberto	sombra	agradável
71	GAL/05/15/P6	15:00 h	32,00	51,40	1,40	1,00	encoberto	sol	quente
72	GAL/05/21/P6	21:00 h	28,00	71,30	0,30	0,50	nublado	noite	agradável
73	GAL/06/09/P1	09:00 h	29,00	63,70	0,80	0,00	nublado	sombra	quente
74	GAL/06/15/P1	15:00 h	32,00	49,60	0,80	2,80	nublado	sombra	agradável
75	GAL/06/21/P1	21:00 h	28,00	70,20	1,10	1,50	parc nublado	noite	agradável
76	GAL/06/09/P2	09:00 h	28,00	67,70	1,50	2,70	nublado	sombra	agradável
77	GAL/06/15/P2	15:00 h	32,00	51,80	2,50	2,50	nublado	sombra	agradável
78	GAL/06/21/P2	21:00 h	28,00	71,20	3,90	2,40	parc nublado	noite	agradável
79	GAL/06/09/P3	09:00 h	28,00	69,30	1,20	1,90	nublado	sombra	agradável
80	GAL/06/15/P3	15:00 h	31,00	54,60	0,90	2,00	nublado	sombra	agradável
81	GAL/06/21/P3	21:00 h	28,00	73,70	2,60	2,30	parc nublado	noite	agradável
82	GAL/06/09/P4	09:00 h	28,00	68,70	0,80	1,20	nublado	sombra	agradável
83	GAL/06/15/P4	15:00 h	31,00	55,30	3,00	3,50	nublado	sombra	agradável
84	GAL/06/21/P4	21:00 h	28,00	74,10	1,20	1,40	parc nublado	noite	agradável
85	GAL/06/09/P5	09:00 h	28,00	67,80	0,60	1,80	nublado	sombra	agradável
86	GAL/06/15/P5	15:00 h	31,00	56,00	1,70	0,90	nublado	sombra	agradável
87	GAL/06/21/P5	21:00 h	28,00	74,60	1,30	0,70	parc nublado	noite	agradável
88	GAL/06/09/P6	09:00 h	29,00	65,80	0,00	0,20	nublado	sombra	quente
89	GAL/06/15/P6	15:00 h	33,00	48,00	0,90	0,80	nublado	sol	quente
90	GAL/06/21/P6	21:00 h	28,00	74,50	1,20	1,30	parc nublado	noite	agradável
91	GAL/07/09/P1	09:00 h	28,00	64,20	1,20	1,80	ceu claro	sombra	agradável
92	GAL/07/15/P1	15:00 h	35,00	44,50	0,40	0,30	parc nublado	sol	mui quente
93	GAL/07/21/P1	21:00 h	28,00	61,90	0,30	0,70	encoberto	noite	agradável
94	GAL/07/09/P2	09:00 h	28,00	65,80	1,20	0,70	ceu claro	sombra	agradável
95	GAL/07/15/P2	15:00 h	33,00	46,50	1,80	2,70	parc nublado	sombra	agradável
96	GAL/07/21/P2	21:00 h	28,00	68,30	1,60	1,30	encoberto	noite	agradável
97	GAL/07/09/P3	09:00 h	27,00	67,00	1,70	1,30	ceu claro	sombra	agradável
98	GAL/07/15/P3	15:00 h	33,00	48,00	3,50	2,40	parc nublado	sombra	agradável
99	GAL/07/21/P3	21:00 h	28,00	68,10	1,10	0,80	encoberto	noite	agradável
100	GAL/07/09/P4	09:00 h	28,00	65,30	1,20	0,60	ceu claro	sombra	agradável
101	GAL/07/15/P4	15:00 h	33,00	48,80	1,90	1,30	parc nublado	sombra	agradável
102	GAL/07/21/P4	21:00 h	28,00	71,00	0,40	0,00	encoberto	noite	agradável
103	GAL/07/09/P5	09:00 h	29,00	65,50	0,90	1,00	ceu claro	sol	quente
104	GAL/07/15/P5	15:00 h	33,00	49,00	1,40	0,70	parc nublado	sombra	agradável
105	GAL/07/21/P5	21:00 h	28,00	73,40	1,10	1,20	encoberto	noite	agradável
106	GAL/07/09/P6	09:00 h	30,00	61,30	0,20	0,50	ceu claro	sol	quente
107	GAL/07/15/P6	15:00 h	33,00	47,70	0,70	0,40	parc nublado	sol	quente
108	GAL/07/21/P6	21:00 h	28,00	75,20	0,50	0,60	encoberto	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL 2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
109	MPAR/05/09/P1	09:00 h	30,00	69,90	1,80	2,10	encoberto	sombra	agradável
110	MPAR/05/15/P1	15:00 h	33,00	62,30	0,40	0,50	encoberto	sombra	quente
111	MPAR/05/21/P1	21:00 h	29,00	77,90	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
112	MPAR/05/09/P2	09:00 h	28,00	75,50	0,60	2,80	encoberto	sombra	agradável
113	MPAR/05/15/P2	15:00 h	31,00	65,90	1,40	0,30	encoberto	sombra	quente
114	MPAR/05/21/P2	21:00 h	28,00	82,60	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
115	MPAR/05/09/P3	09:00 h	27,00	78,00	1,70	2,20	encoberto	sombra	agradável
116	MPAR/05/15/P3	15:00 h	30,00	68,70	0,00	0,80	encoberto	sombra	quente
117	MPAR/05/21/P3	21:00 h	28,00	83,50	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
118	MPAR/05/09/P4	09:00 h	28,00	79,20	3,20	1,70	encoberto	sombra	agradável
119	MPAR/05/15/P4	15:00 h	31,00	67,80	0,80	1,50	encoberto	sombra	quente
120	MPAR/05/21/P4	21:00 h	27,00	85,30	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
121	MPAR/05/09/P5	09:00 h	27,00	75,80	0,90	1,20	encoberto	sombra	agradável
122	MPAR/05/15/P5	15:00 h	32,00	66,10	0,00	0,00	encoberto	sombra	quente
123	MPAR/05/21/P5	21:00 h	28,00	86,30	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
124	MPAR/05/09/P6	09:00 h	27,00	76,10	3,60	2,50	encoberto	sombra	agradável
125	MPAR/05/15/P6	15:00 h	31,00	65,50	1,80	3,00	encoberto	sombra	quente
126	MPAR/05/21/P6	21:00 h	27,00	84,80	0,80	0,60	nublado	noite	agradável
127	MPAR/06/09/P1	09:00 h	33,00	64,00	0,00	1,30	nublado	sol	quente
128	MPAR/06/15/P1	15:00 h	32,00	60,40	0,90	0,70	nublado	sombra	quente
129	MPAR/06/21/P1	21:00 h	29,00	79,80	0,60	0,60	parc nublado	noite	agradável
130	MPAR/06/09/P2	09:00 h	30,00	74,50	0,90	1,20	nublado	sombra	quente
131	MPAR/06/15/P2	15:00 h	32,00	63,40	0,80	0,00	nublado	sombra	quente
132	MPAR/06/21/P2	21:00 h	28,00	85,10	0,00	0,00	parc nublado	noite	agradável
133	MPAR/06/09/P3	09:00 h	29,00	77,70	1,00	1,20	nublado	sombra	quente
134	MPAR/06/15/P3	15:00 h	31,00	65,80	1,20	0,80	nublado	sombra	quente
135	MPAR/06/21/P3	21:00 h	28,00	84,20	0,40	0,80	parc nublado	noite	agradável
136	MPAR/06/09/P4	09:00 h	29,00	77,50	0,30	1,50	nublado	sombra	quente
137	MPAR/06/15/P4	15:00 h	31,00	65,00	1,10	1,20	nublado	sombra	quente
138	MPAR/06/21/P4	21:00 h	28,00	85,60	0,40	0,40	parc nublado	noite	agradável
139	MPAR/06/09/P5	09:00 h	30,00	76,00	0,00	0,00	nublado	sol	quente
140	MPAR/06/15/P5	15:00 h	33,00	61,50	0,00	0,00	nublado	sol	quente
141	MPAR/06/21/P5	21:00 h	28,00	86,60	0,10	0,00	parc nublado	noite	agradável
142	MPAR/06/09/P6	09:00 h	30,00	72,90	2,10	3,50	nublado	sol	quente
143	MPAR/06/15/P6	15:00 h	33,00	59,60	2,20	1,70	nublado	sombra	quente
144	MPAR/06/21/P6	21:00 h	28,00	86,40	1,10	2,30	parc nublado	noite	agradável
145	MPAR/07/09/P1	09:00 h	31,00	69,50	0,60	1,40	ceu claro	sol	quente
146	MPAR/07/15/P1	15:00 h	34,00	55,50	1,60	0,20	parc nublado	sol	quente
147	MPAR/07/21/P1	21:00 h	30,00	78,10	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
148	MPAR/07/09/P2	09:00 h	30,00	71,20	0,00	1,50	ceu claro	sombra	quente
149	MPAR/07/15/P2	15:00 h	35,00	55,00	0,00	0,70	parc nublado	sombra	quente
150	MPAR/07/21/P2	21:00 h	29,00	80,70	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
151	MPAR/07/09/P3	09:00 h	29,00	75,30	1,00	1,30	ceu claro	sombra	quente
152	MPAR/07/15/P3	15:00 h	33,00	59,10	0,00	0,50	parc nublado	sombra	quente
153	MPAR/07/21/P3	21:00 h	29,00	80,90	0,70	1,60	nublado	noite	agradável
154	MPAR/07/09/P4	09:00 h	29,00	75,70	1,20	1,70	ceu claro	sombra	quente
155	MPAR/07/15/P4	15:00 h	34,00	57,60	0,60	0,30	parc nublado	sombra	quente
156	MPAR/07/21/P4	21:00 h	29,00	80,00	0,00	0,20	nublado	noite	agradável
157	MPAR/07/09/P5	09:00 h	31,00	67,30	0,00	0,60	ceu claro	sol	quente
158	MPAR/07/15/P5	15:00 h	35,00	55,70	0,00	0,20	parc nublado	sol	quente
159	MPAR/07/21/P5	21:00 h	29,00	79,20	0,70	1,00	nublado	noite	agradável
160	MPAR/07/09/P6	09:00 h	31,00	66,70	0,60	1,60	ceu claro	sol	quente
161	MPAR/07/15/P6	15:00 h	35,00	54,80	0,40	1,00	parc nublado	sombra	quente
162	MPAR/07/21/P6	21:00 h	29,00	78,40	1,50	4,80	nublado	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL 2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
163	CRIS/24/09/P1	09:00 h	30,00	80,30	0,80	1,90	parc nublado	sombra	quente
164	CRIS/24/15/P1	15:00 h	33,00	68,80	0,60	1,70	parc nublado	sombra	quente
165	CRIS/24/21/P1	21:00 h	29,00	86,30	0,00	0,00	ceu claro	noite	quente
166	CRIS/24/09/P2	09:00 h	29,00	84,60	0,30	0,80	parc nublado	sombra	agradável
167	CRIS/24/15/P2	15:00 h	34,00	65,00	1,00	0,60	parc nublado	sol	quente
168	CRIS/24/21/P2	21:00 h	27,00	90,60	0,20	0,00	ceu claro	noite	agradável
169	CRIS/24/09/P3	09:00 h	30,00	79,00	0,40	0,70	parc nublado	sol	quente
170	CRIS/24/15/P3	15:00 h	33,00	65,00	0,50	0,30	parc nublado	sol	quente
171	CRIS/24/21/P3	21:00 h	27,00	89,20	0,00	0,10	ceu claro	noite	agradável
172	CRIS/24/09/P4	09:00 h	29,00	86,50	1,60	0,00	parc nublado	sombra	quente
173	CRIS/24/15/P4	15:00 h	32,00	68,90	2,20	1,80	parc nublado	sombra	quente
174	CRIS/24/21/P4	21:00 h	26,00	93,10	0,20	0,80	ceu claro	noite	agradável
175	CRIS/24/09/P5	09:00 h	29,00	82,10	0,50	0,60	parc nublado	sombra	quente
176	CRIS/24/15/P5	15:00 h	31,00	69,70	2,40	2,00	parc nublado	sombra	quente
177	CRIS/24/21/P5	21:00 h	26,00	94,00	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
178	CRIS/24/09/P6	09:00 h	30,00	80,30	2,60	1,60	parc nublado	sol	quente
179	CRIS/24/15/P6	15:00 h	32,00	67,40	2,10	1,80	parc nublado	sol	quente
180	CRIS/24/21/P6	21:00 h	26,00	90,40	0,00	0,20	ceu claro	noite	agradável
181	CRIS/25/09/P1	09:00 h	29,00	79,50	1,10	1,30	parc nublado	sol	quente
182	CRIS/25/15/P1	15:00 h	33,00	65,90	1,30	1,70	parc nublado	sombra	quente
183	CRIS/25/21/P1	21:00 h	29,00	86,80	0,00	0,00	ceu claro	noite	quente
184	CRIS/25/09/P2	09:00 h	29,00	85,30	0,20	0,40	parc nublado	sol	quente
185	CRIS/25/15/P2	15:00 h	33,00	64,50	0,50	1,40	parc nublado	sol	quente
186	CRIS/25/21/P2	21:00 h	28,00	90,50	0,10	1,00	ceu claro	noite	agradável
187	CRIS/25/09/P3	09:00 h	29,00	80,10	1,20	0,00	parc nublado	sol	quente
188	CRIS/25/15/P3	15:00 h	33,00	64,80	0,70	0,40	parc nublado	sol	quente
189	CRIS/25/21/P3	21:00 h	29,00	90,91	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
190	CRIS/25/09/P4	09:00 h	28,00	84,90	0,60	1,60	parc nublado	sombra	quente
191	CRIS/25/15/P4	15:00 h	33,00	67,10	1,20	0,80	parc nublado	sombra	quente
192	CRIS/25/21/P4	21:00 h	28,00	94,70	0,20	0,00	ceu claro	noite	agradável
193	CRIS/25/09/P5	09:00 h	29,00	83,70	1,00	1,20	parc nublado	sombra	quente
194	CRIS/25/15/P5	15:00 h	33,00	65,50	1,20	0,90	parc nublado	sombra	quente
195	CRIS/25/21/P5	21:00 h	28,00	92,40	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
196	CRIS/25/09/P6	09:00 h	30,00	74,50	0,20	0,80	parc nublado	sol	quente
197	CRIS/25/15/P6	15:00 h	32,00	66,00	2,80	1,70	parc nublado	sol	quente
198	CRIS/25/21/P6	21:00 h	27,00	95,70	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
199	CRIS/26/09/P1	09:00 h	28,00	82,60	1,60	3,10	ceu claro	sol	quente
200	CRIS/26/15/P1	15:00 h	31,00	70,40	1,20	1,70	ceu claro	sombra	quente
201	CRIS/26/21/P1	21:00 h	28,00	91,80	0,00	0,00	ceu claro	noite	quente
202	CRIS/26/09/P2	09:00 h	29,00	80,00	1,30	2,20	ceu claro	sombra	quente
203	CRIS/26/15/P2	15:00 h	32,00	69,20	1,30	1,40	ceu claro	sol	quente
204	CRIS/26/21/P2	21:00 h	28,00	96,50	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
205	CRIS/26/09/P3	09:00 h	29,00	81,60	1,80	2,10	ceu claro	sol	quente
206	CRIS/26/15/P3	15:00 h	31,00	71,70	0,70	1,00	ceu claro	sol	quente
207	CRIS/26/21/P3	21:00 h	27,00	96,80	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
208	CRIS/26/09/P4	09:00 h	28,00	79,70	2,40	3,90	ceu claro	sombra	agradável
209	CRIS/26/15/P4	15:00 h	31,00	72,20	1,10	1,40	ceu claro	sombra	quente
210	CRIS/26/21/P4	21:00 h	27,00	98,80	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
211	CRIS/26/09/P5	09:00 h	29,00	80,60	1,30	1,70	ceu claro	sombra	agradável
212	CRIS/26/15/P5	15:00 h	30,00	73,00	0,90	1,00	ceu claro	sombra	quente
213	CRIS/26/21/P5	21:00 h	26,00	99,60	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
214	CRIS/26/09/P6	09:00 h	29,00	79,60	2,00	1,20	ceu claro	sol	quente
215	CRIS/26/15/P6	15:00 h	31,00	71,90	2,30	1,90	ceu claro	sol	quente
216	CRIS/26/21/P6	21:00 h	27,00	95,80	0,10	0,00	ceu claro	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
217	HEBR/24/09/P1	09:00 h	30,00	75,80	0,50	0,80	ceu claro	sol	agradável
218	HEBR/24/15/P1	15:00 h	32,00	63,70	0,00	0,80	ceu claro	sol	mui quente
219	HEBR/24/21/P1	21:00 h	28,00	75,50	0,60	0,60	ceu claro	noite	agradável
220	HEBR/24/09/P2	09:00 h	31,00	72,60	1,60	1,10	ceu claro	sombra	agradável
221	HEBR/24/15/P2	15:00 h	32,00	65,50	1,30	1,80	ceu claro	sombra	quente
222	HEBR/24/21/P2	21:00 h	28,00	75,00	0,00	0,60	ceu claro	noite	agradável
223	HEBR/24/09/P3	09:00 h	30,00	76,60	0,60	1,50	ceu claro	sombra	agradável
224	HEBR/24/15/P3	15:00 h	31,00	67,10	0,70	1,60	ceu claro	sombra	agradável
225	HEBR/24/21/P3	21:00 h	28,00	76,70	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
226	HEBR/24/09/P4	09:00 h	32,00	72,00	1,60	1,70	ceu claro	sombra	agradável
227	HEBR/24/15/P4	15:00 h	31,00	64,70	1,30	1,50	ceu claro	sombra	agradável
228	HEBR/24/21/P4	21:00 h	27,00	78,50	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
229	HEBR/24/09/P5	09:00 h	32,00	75,30	0,00	0,80	ceu claro	sol	quente
230	HEBR/24/15/P5	15:00 h	31,00	67,00	0,30	0,60	ceu claro	sol	mui quente
231	HEBR/24/21/P5	21:00 h	27,00	79,80	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
232	HEBR/24/09/P6	09:00 h	30,00	77,80	0,90	0,80	ceu claro	sombra	agradável
233	HEBR/24/15/P6	15:00 h	31,00	57,00	0,20	0,30	ceu claro	sombra	quente
234	HEBR/24/21/P6	21:00 h	27,00	79,80	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
235	HEBR/25/09/P1	09:00 h	27,00	80,40	0,50	1,10	ceu claro	sol	agradável
236	HEBR/25/15/P1	15:00 h	32,00	62,00	0,40	0,80	parc nublado	sol	mui quente
237	HEBR/25/21/P1	21:00 h	28,00	83,00	0,80	1,00	ceu claro	noite	agradável
238	HEBR/25/09/P2	09:00 h	30,00	76,70	0,00	0,50	ceu claro	sombra	agradável
239	HEBR/25/15/P2	15:00 h	32,00	61,50	0,70	0,50	parc nublado	sombra	quente
240	HEBR/25/21/P2	21:00 h	29,00	81,70	0,00	0,50	ceu claro	noite	agradável
241	HEBR/25/09/P3	09:00 h	29,00	70,00	0,80	0,70	ceu claro	sol	quente
242	HEBR/25/15/P3	15:00 h	31,00	63,00	1,20	1,20	parc nublado	sombra	agradável
243	HEBR/25/21/P3	21:00 h	29,00	82,20	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
244	HEBR/25/09/P4	09:00 h	33,00	68,20	0,80	0,90	ceu claro	sombra	agradável
245	HEBR/25/15/P4	15:00 h	31,00	62,80	0,80	1,10	parc nublado	sombra	quente
246	HEBR/25/21/P4	21:00 h	29,00	84,80	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
247	HEBR/25/09/P5	09:00 h	30,00	77,10	0,60	0,30	ceu claro	sol	quente
248	HEBR/25/15/P5	15:00 h	31,00	63,60	0,10	0,20	parc nublado	sol	mui quente
249	HEBR/25/21/P5	21:00 h	29,00	86,00	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
250	HEBR/25/09/P6	09:00 h	29,00	77,90	0,70	0,70	ceu claro	sombra	quente
251	HEBR/25/15/P6	15:00 h	31,00	61,20	0,00	0,50	parc nublado	sombra	quente
252	HEBR/25/21/P6	21:00 h	29,00	84,40	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
253	HEBR/26/09/P1	09:00 h	32,00	63,90	0,60	0,70	ceu claro	sol	agradável
254	HEBR/26/15/P1	15:00 h	32,00	62,30	0,70	1,30	parc nublado	sol	quente
255	HEBR/26/21/P1	21:00 h	30,00	77,90	0,10	0,50	parc nublado	noite	agradável
256	HEBR/26/09/P2	09:00 h	32,00	65,70	1,60	1,00	ceu claro	sombra	agradável
257	HEBR/26/15/P2	15:00 h	32,00	63,70	0,30	0,50	ceu claro	sombra	agradável
258	HEBR/26/21/P2	21:00 h	29,00	83,10	0,60	0,50	parc nublado	noite	agradável
259	HEBR/26/09/P3	09:00 h	30,00	73,20	2,00	1,70	ceu claro	sombra	agradável
260	HEBR/26/15/P3	15:00 h	31,00	65,50	1,00	1,00	ceu claro	sombra	quente
261	HEBR/26/21/P3	21:00 h	28,00	86,40	0,00	0,00	parc nublado	noite	agradável
262	HEBR/26/09/P4	09:00 h	30,00	70,40	2,00	1,90	ceu claro	sombra	agradável
263	HEBR/26/15/P4	15:00 h	31,00	65,70	1,30	2,00	ceu claro	sombra	quente
264	HEBR/26/21/P4	21:00 h	28,00	88,00	0,00	1,00	parc nublado	noite	agradável
265	HEBR/26/09/P5	09:00 h	30,00	72,50	0,90	1,50	ceu claro	sol	quente
266	HEBR/26/15/P5	15:00 h	31,00	67,40	0,10	0,10	ceu claro	sombra	mui quente
267	HEBR/26/21/P5	21:00 h	28,00	89,80	0,00	0,00	parc nublado	noite	agradável
268	HEBR/26/09/P6	09:00 h	30,00	74,80	0,30	1,30	ceu claro	sombra	agradável
269	HEBR/26/15/P6	15:00 h	31,00	57,90	0,20	0,20	ceu claro	sombra	quente
270	HEBR/26/21/P6	21:00 h	28,00	89,00	0,00	0,00	parc nublado	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
271	MLIB/24/09/P1	09:00 h	29,00	79,20	1,90	1,20	ceu claro	sombra	agradável
272	MLIB/24/15/P1	15:00 h	34,00	57,20	1,70	2,20	ceu claro	sombra	quente
273	MLIB/24/21/P1	21:00 h	28,00	83,70	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
274	MLIB/24/09/P2	09:00 h	29,00	80,10	1,80	2,40	ceu claro	sombra	agradável
275	MLIB/24/15/P2	15:00 h	34,00	59,60	2,60	2,80	ceu claro	sol	mui quente
276	MLIB/24/21/P2	21:00 h	29,00	79,00	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
277	MLIB/24/09/P3	09:00 h	30,00	73,60	1,60	0,00	ceu claro	sombra	agradável
278	MLIB/24/15/P3	15:00 h	36,00	56,30	1,60	1,10	ceu claro	sombra	agradável
279	MLIB/24/21/P3	21:00 h	27,00	84,70	0,20	0,40	ceu claro	noite	agradável
280	MLIB/24/09/P4	09:00 h	31,00	74,70	0,70	1,10	ceu claro	sombra	agradável
281	MLIB/24/15/P4	15:00 h	35,00	57,60	1,30	2,10	ceu claro	sombra	agradável
282	MLIB/24/21/P4	21:00 h	27,00	87,40	1,50	0,00	ceu claro	noite	agradável
283	MLIB/24/09/P5	09:00 h	30,00	74,90	0,90	0,60	ceu claro	sombra	agradável
284	MLIB/24/15/P5	15:00 h	34,00	58,50	1,50	2,00	ceu claro	sombra	quente
285	MLIB/24/21/P5	21:00 h	27,00	90,00	0,00	0,40	ceu claro	noite	agradável
286	MLIB/24/09/P6	09:00 h	32,00	70,70	1,00	0,90	ceu claro	sol	quente
287	MLIB/24/15/P6	15:00 h	36,00	55,90	1,10	2,10	ceu claro	sombra	quente
288	MLIB/24/21/P6	21:00 h	27,00	91,80	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
289	MLIB/25/09/P1	09:00 h	32,00	71,60	1,10	1,20	ceu claro	sombra	agradável
290	MLIB/25/15/P1	15:00 h	33,00	60,50	0,60	1,30	ceu claro	sombra	agradável
291	MLIB/25/21/P1	21:00 h	28,00	82,60	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
292	MLIB/25/09/P2	09:00 h	31,00	73,60	1,40	1,80	ceu claro	sombra	agradável
293	MLIB/25/15/P2	15:00 h	34,00	60,70	1,40	1,80	ceu claro	sol	quente
294	MLIB/25/21/P2	21:00 h	28,00	85,80	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
295	MLIB/25/09/P3	09:00 h	33,00	72,00	0,60	0,50	ceu claro	sombra	agradável
296	MLIB/25/15/P3	15:00 h	36,00	60,25	0,60	0,30	ceu claro	sombra	agradável
297	MLIB/25/21/P3	21:00 h	28,00	86,30	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
298	MLIB/25/09/P4	09:00 h	33,00	69,90	1,40	1,00	ceu claro	sombra	agradável
299	MLIB/25/15/P4	15:00 h	34,00	59,90	1,30	1,80	ceu claro	sombra	agradável
300	MLIB/25/21/P4	21:00 h	28,00	86,80	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
301	MLIB/25/09/P5	09:00 h	33,00	67,90	0,60	1,70	ceu claro	sombra	agradável
302	MLIB/25/15/P5	15:00 h	33,00	63,70	1,40	2,20	ceu claro	sombra	agradável
303	MLIB/25/21/P5	21:00 h	27,00	88,20	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
304	MLIB/25/09/P6	09:00 h	35,00	65,20	2,30	2,50	ceu claro	sol	quente
305	MLIB/25/15/P6	15:00 h	34,00	61,50	2,70	0,70	ceu claro	sombra	quente
306	MLIB/25/21/P6	21:00 h	27,00	90,50	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
307	MLIB/26/09/P1	09:00 h	30,00	73,50	4,60	2,60	ceu claro	sombra	agradável
308	MLIB/26/15/P1	15:00 h	30,00	71,50	1,60	2,50	ceu claro	sombra	agradável
309	MLIB/26/21/P1	21:00 h	27,00	86,60	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
310	MLIB/26/09/P2	09:00 h	28,00	79,50	3,30	5,00	ceu claro	sombra	agradável
311	MLIB/26/15/P2	15:00 h	31,00	70,40	1,50	1,60	ceu claro	sol	quente
312	MLIB/26/21/P2	21:00 h	27,00	92,80	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
313	MLIB/26/09/P3	09:00 h	32,00	62,70	1,00	1,90	ceu claro	sombra	agradável
314	MLIB/26/15/P3	15:00 h	34,00	60,50	0,30	1,20	ceu claro	sombra	agradável
315	MLIB/26/21/P3	21:00 h	27,00	93,30	0,00	6,00	ceu claro	noite	agradável
316	MLIB/26/09/P4	09:00 h	29,00	76,70	2,20	2,90	ceu claro	sombra	agradável
317	MLIB/26/15/P4	15:00 h	32,00	66,00	1,20	2,50	ceu claro	sombra	agradável
318	MLIB/26/21/P4	21:00 h	27,00	93,30	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
319	MLIB/26/09/P5	09:00 h	29,00	76,30	1,50	4,80	ceu claro	sombra	agradável
320	MLIB/26/15/P5	15:00 h	31,00	68,90	0,90	1,10	ceu claro	sombra	quente
321	MLIB/26/21/P5	21:00 h	26,00	94,80	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
322	MLIB/26/09/P6	09:00 h	30,00	75,00	1,80	3,60	ceu claro	sol	quente
323	MLIB/26/15/P6	15:00 h	31,00	67,80	2,40	3,60	ceu claro	sombra	quente
324	MLIB/26/21/P6	21:00 h	26,00	95,30	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL 2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
325	IMPAR/31/09/P1	09:00 h	29,00	59,40	2,70	1,80	ceu claro	sol	agradável
326	IMPAR/31/15/P1	15:00 h	33,00	42,60	1,10	0,70	ceu claro	sol	mui quente
327	IMPAR/31/21/P1	21:00 h	28,00	65,40	0,10	0,10	ceu claro	noite	agradável
328	IMPAR/31/09/P2	09:00 h	28,00	63,00	1,80	1,40	ceu claro	sombra	agradável
329	IMPAR/31/15/P2	15:00 h	34,00	42,00	0,30	0,80	ceu claro	sombra	quente
330	IMPAR/31/21/P2	21:00 h	28,00	64,70	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
331	IMPAR/31/09/P3	09:00 h	28,00	63,50	2,50	3,50	ceu claro	sombra	agradável
332	IMPAR/31/15/P3	15:00 h	33,00	42,90	1,00	2,50	ceu claro	sombra	agradável
333	IMPAR/31/21/P3	21:00 h	28,00	66,60	0,70	0,90	ceu claro	noite	agradável
334	IMPAR/31/09/P4	09:00 h	28,00	63,00	1,50	3,60	ceu claro	sombra	agradável
335	IMPAR/31/15/P4	15:00 h	32,00	44,10	1,00	1,00	ceu claro	sombra	agradável
336	IMPAR/31/21/P4	21:00 h	28,00	66,50	0,50	0,40	ceu claro	noite	agradável
337	IMPAR/31/09/P5	09:00 h	31,00	54,50	1,60	1,60	ceu claro	sol	quente
338	IMPAR/31/15/P5	15:00 h	33,00	43,00	0,70	0,90	ceu claro	sol	mui quente
339	IMPAR/31/21/P5	21:00 h	28,00	65,70	0,00	0,60	ceu claro	noite	agradável
340	IMPAR/31/09/P6	09:00 h	30,00	57,20	1,00	1,80	ceu claro	sombra	agradável
341	IMPAR/31/15/P6	15:00 h	33,00	44,50	0,90	0,90	ceu claro	sombra	quente
342	IMPAR/31/21/P6	21:00 h	28,00	66,80	0,30	0,00	ceu claro	noite	agradável
343	IMPAR/01/09/P1	09:00 h	30,00	54,20	0,90	1,30	ceu claro	sol	agradável
344	IMPAR/01/15/P1	15:00 h	34,00	41,20	1,20	1,70	parc nublado	sol	mui quente
345	IMPAR/01/21/P1	21:00 h	29,00	53,70	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
346	IMPAR/01/09/P2	09:00 h	29,00	53,40	0,50	0,30	ceu claro	sombra	agradável
347	IMPAR/01/15/P2	15:00 h	34,00	41,40	0,50	1,60	parc nublado	sombra	quente
348	IMPAR/01/21/P2	21:00 h	28,00	56,50	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
349	IMPAR/01/09/P3	09:00 h	29,00	53,00	1,70	3,60	ceu claro	sol	quente
350	IMPAR/01/15/P3	15:00 h	32,00	44,10	2,30	2,50	parc nublado	sombra	agradável
351	IMPAR/01/21/P3	21:00 h	28,00	60,40	0,50	0,20	ceu claro	noite	agradável
352	IMPAR/01/09/P4	09:00 h	29,00	53,90	1,20	1,10	ceu claro	sombra	agradável
353	IMPAR/01/15/P4	15:00 h	32,00	43,80	0,60	1,00	parc nublado	sombra	quente
354	IMPAR/01/21/P4	21:00 h	28,00	62,20	0,50	0,30	ceu claro	noite	agradável
355	IMPAR/01/09/P5	09:00 h	31,00	47,80	0,30	0,50	ceu claro	sol	quente
356	IMPAR/01/15/P5	15:00 h	35,00	41,30	1,30	1,30	parc nublado	sol	mui quente
357	IMPAR/01/21/P5	21:00 h	29,00	62,00	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
358	IMPAR/01/09/P6	09:00 h	31,00	49,50	0,20	0,70	ceu claro	sombra	quente
359	IMPAR/01/15/P6	15:00 h	33,00	44,30	0,30	0,70	parc nublado	sombra	quente
360	IMPAR/01/21/P6	21:00 h	28,00	65,50	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
361	IMPAR/02/09/P1	09:00 h	30,00	51,60	0,90	1,60	ceu claro	sol	agradável
362	IMPAR/02/15/P1	15:00 h	34,00	40,90	0,80	2,50	parc nublado	sol	quente
363	IMPAR/02/21/P1	21:00 h	27,00	73,70	0,50	0,70	parc nublado	noite	agradável
364	IMPAR/02/09/P2	09:00 h	29,00	55,30	1,60	0,70	ceu claro	sombra	agradável
365	IMPAR/02/15/P2	15:00 h	33,00	43,40	1,70	0,40	ceu claro	sombra	agradável
366	IMPAR/02/21/P2	21:00 h	27,00	74,60	0,00	0,30	parc nublado	noite	agradável
367	IMPAR/02/09/P3	09:00 h	28,00	57,80	1,10	1,50	ceu claro	sombra	agradável
368	IMPAR/02/15/P3	15:00 h	33,00	44,40	4,60	3,10	ceu claro	sombra	quente
369	IMPAR/02/21/P3	21:00 h	27,00	74,90	1,10	1,60	parc nublado	noite	agradável
370	IMPAR/02/09/P4	09:00 h	27,00	58,80	0,80	1,60	ceu claro	sombra	agradável
371	IMPAR/02/15/P4	15:00 h	32,00	44,50	2,00	0,00	ceu claro	sombra	quente
372	IMPAR/02/21/P4	21:00 h	28,00	69,20	0,50	0,90	parc nublado	noite	agradável
373	IMPAR/02/09/P5	09:00 h	29,00	54,90	0,50	0,90	ceu claro	sol	quente
374	IMPAR/02/15/P5	15:00 h	35,00	41,00	0,70	0,80	ceu claro	sombra	mui quente
375	IMPAR/02/21/P5	21:00 h	28,00	71,30	0,20	0,00	parc nublado	noite	agradável
376	IMPAR/02/09/P6	09:00 h	28,00	56,40	0,50	0,50	ceu claro	sombra	agradável
377	IMPAR/02/15/P6	15:00 h	33,00	45,60	0,30	0,60	ceu claro	sombra	quente
378	IMPAR/02/21/P6	21:00 h	28,00	69,40	0,20	0,00	parc nublado	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
379	JAR/31/09/P1	09:00 h	28,00	60,50	1,00	1,80	ceu claro	sombra	agradável
380	JAR/31/15/P1	15:00 h	28,00	63,00	2,00	0,50	ceu claro	sombra	quente
381	JAR/31/21/P1	21:00 h	27,00	78,90	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
382	JAR/31/09/P2	09:00 h	28,00	60,00	1,70	2,20	ceu claro	sombra	agradável
383	JAR/31/15/P2	15:00 h	28,00	59,70	0,30	2,10	ceu claro	sol	mui quente
384	JAR/31/21/P2	21:00 h	26,00	81,50	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
385	JAR/31/09/P3	09:00 h	28,00	61,90	3,40	2,60	ceu claro	sombra	agradável
386	JAR/31/15/P3	15:00 h	29,00	53,90	1,30	1,10	ceu claro	sombra	agradável
387	JAR/31/21/P3	21:00 h	26,00	80,50	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
388	JAR/31/09/P4	09:00 h	27,00	65,20	2,20	1,10	ceu claro	sombra	agradável
389	JAR/31/15/P4	15:00 h	30,00	54,30	2,40	0,60	ceu claro	sombra	agradável
390	JAR/31/21/P4	21:00 h	27,00	81,30	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
391	JAR/31/09/P5	09:00 h	27,00	64,40	1,90	1,20	ceu claro	sombra	agradável
392	JAR/31/15/P5	15:00 h	30,00	53,70	0,90	0,50	ceu claro	sombra	quente
393	JAR/31/21/P5	21:00 h	26,00	81,90	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
394	JAR/31/09/P6	09:00 h	28,00	62,50	0,40	0,50	ceu claro	sol	quente
395	JAR/31/15/P6	15:00 h	31,00	52,80	0,40	0,70	ceu claro	sombra	quente
396	JAR/31/21/P6	21:00 h	26,00	82,00	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
397	JAR/01/09/P1	09:00 h	26,00	72,80	0,80	0,60	ceu claro	sombra	agradável
398	JAR/01/15/P1	15:00 h	28,00	63,40	0,60	0,40	ceu claro	sombra	agradável
399	JAR/01/21/P1	21:00 h	26,00	78,50	0,10	0,00	ceu claro	noite	agradável
400	JAR/01/09/P2	09:00 h	27,00	67,80	1,30	0,70	ceu claro	sombra	agradável
401	JAR/01/15/P2	15:00 h	29,00	59,90	0,80	0,50	ceu claro	sol	quente
402	JAR/01/21/P2	21:00 h	26,00	79,70	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
403	JAR/01/09/P3	09:00 h	27,00	64,70	2,20	2,00	ceu claro	sombra	agradável
404	JAR/01/15/P3	15:00 h	30,00	55,30	2,30	1,10	ceu claro	sombra	agradável
405	JAR/01/21/P3	21:00 h	26,00	81,20	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
406	JAR/01/09/P4	09:00 h	27,00	62,60	1,20	1,30	ceu claro	sombra	agradável
407	JAR/01/15/P4	15:00 h	30,00	54,00	2,30	1,60	ceu claro	sombra	agradável
408	JAR/01/21/P4	21:00 h	26,00	84,30	0,60	0,00	ceu claro	noite	agradável
409	JAR/01/09/P5	09:00 h	27,00	61,50	1,30	1,70	ceu claro	sombra	agradável
410	JAR/01/15/P5	15:00 h	30,00	52,50	1,40	1,80	ceu claro	sombra	agradável
411	JAR/01/21/P5	21:00 h	26,00	84,30	0,40	0,00	ceu claro	noite	agradável
412	JAR/01/09/P6	09:00 h	28,00	60,20	0,70	0,90	ceu claro	sol	quente
413	JAR/01/15/P6	15:00 h	32,00	49,90	0,20	0,10	ceu claro	sombra	quente
414	JAR/01/21/P6	21:00 h	26,00	84,10	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
415	JAR/02/09/P1	09:00 h	26,00	73,40	1,00	0,70	ceu claro	sombra	agradável
416	JAR/02/15/P1	15:00 h	27,00	57,50	0,60	0,80	ceu claro	sombra	agradável
417	JAR/02/21/P1	21:00 h	27,00	86,00	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
418	JAR/02/09/P2	09:00 h	27,00	69,30	1,30	1,00	ceu claro	sombra	agradável
419	JAR/02/15/P2	15:00 h	31,00	55,90	0,50	0,20	ceu claro	sol	quente
420	JAR/02/21/P2	21:00 h	27,00	84,60	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
421	JAR/02/09/P3	09:00 h	27,00	65,30	3,50	3,60	ceu claro	sombra	agradável
422	JAR/02/15/P3	15:00 h	30,00	54,50	1,40	1,50	ceu claro	sombra	agradável
423	JAR/02/21/P3	21:00 h	27,00	83,90	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
424	JAR/02/09/P4	09:00 h	27,00	67,30	0,70	1,50	ceu claro	sombra	agradável
425	JAR/02/15/P4	15:00 h	30,00	53,30	1,10	2,70	ceu claro	sombra	agradável
426	JAR/02/21/P4	21:00 h	27,00	84,30	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
427	JAR/02/09/P5	09:00 h	27,00	65,50	1,70	1,60	ceu claro	sombra	agradável
428	JAR/02/15/P5	15:00 h	31,00	51,50	1,40	0,70	ceu claro	sombra	quente
429	JAR/02/21/P5	21:00 h	27,00	84,70	0,60	0,30	ceu claro	noite	agradável
430	JAR/02/09/P6	09:00 h	29,00	61,80	1,10	1,50	ceu claro	sol	quente
431	JAR/02/15/P6	15:00 h	31,00	54,00	0,30	0,20	ceu claro	sombra	quente
432	JAR/02/21/P6	21:00 h	28,00	78,00	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
433	SMON/31/09/P1	09:00 h	29,00	71,20	0,80	2,30	ceu claro	sombra	agradável
434	SMON/31/15/P1	15:00 h	34,00	48,00	1,90	2,60	parc nublado	sol	quente
435	SMON/31/21/P1	21:00 h	29,00	68,90	0,70	0,40	ceu claro	noite	agradável
436	SMON/31/09/P2	09:00 h	28,00	72,40	2,80	1,80	ceu claro	sombra	agradável
437	SMON/31/15/P2	15:00 h	34,00	49,90	0,20	0,60	parc nublado	sol	mui quente
438	SMON/31/21/P2	21:00 h	29,00	70,60	0,50	0,90	ceu claro	noite	agradável
439	SMON/31/09/P3	09:00 h	28,00	69,70	1,70	1,40	ceu claro	sol	agradável
440	SMON/31/15/P3	15:00 h	34,00	50,20	0,40	1,20	parc nublado	sombra	agradável
441	SMON/31/21/P3	21:00 h	28,00	72,80	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
442	SMON/31/09/P4	09:00 h	29,00	68,00	5,80	1,30	ceu claro	sol	agradável
443	SMON/31/15/P4	15:00 h	33,00	52,00	2,30	3,20	parc nublado	sol	quente
444	SMON/31/21/P4	21:00 h	28,00	74,80	0,20	0,00	ceu claro	noite	agradável
445	SMON/31/09/P5	09:00 h	29,00	69,40	1,40	1,80	ceu claro	sombra	agradável
446	SMON/31/15/P5	15:00 h	33,00	51,70	0,90	1,70	parc nublado	sol	mui quente
447	SMON/31/21/P5	21:00 h	28,00	79,60	0,20	0,00	ceu claro	noite	agradável
448	SMON/31/09/P6	09:00 h	28,00	70,70	1,10	2,20	ceu claro	sombra	agradável
449	SMON/31/15/P6	15:00 h	33,00	53,40	3,50	4,20	parc nublado	sol	agradável
450	SMON/31/21/P6	21:00 h	28,00	85,60	0,20	0,10	ceu claro	noite	agradável
451	SMON/01/09/P1	09:00 h	29,00	69,70	1,20	1,70	ceu claro	sombra	agradável
452	SMON/01/15/P1	15:00 h	33,00	56,60	1,80	0,60	parc nublado	sol	mui quente
453	SMON/01/21/P1	21:00 h	28,00	78,90	0,10	0,10	ceu claro	noite	agradável
454	SMON/01/09/P2	09:00 h	29,00	68,50	0,80	2,40	ceu claro	sol	agradável
455	SMON/01/15/P2	15:00 h	33,00	54,10	1,90	1,60	parc nublado	sol	quente
456	SMON/01/21/P2	21:00 h	28,00	79,90	0,40	0,00	ceu claro	noite	agradável
457	SMON/01/09/P3	09:00 h	29,00	67,20	1,30	1,50	ceu claro	sol	quente
458	SMON/01/15/P3	15:00 h	33,00	53,50	0,90	2,00	parc nublado	sombra	agradável
459	SMON/01/21/P3	21:00 h	27,00	80,70	0,00	0,00	ceu claro	noite	quente
460	SMON/01/09/P4	09:00 h	29,00	65,70	2,40	3,30	ceu claro	sol	agradável
461	SMON/01/15/P4	15:00 h	33,00	54,00	2,40	2,60	parc nublado	sol	agradável
462	SMON/01/21/P4	21:00 h	27,00	80,90	0,10	0,20	ceu claro	noite	agradável
463	SMON/01/09/P5	09:00 h	29,00	65,00	0,80	1,70	ceu claro	sombra	agradável
464	SMON/01/15/P5	15:00 h	33,00	57,50	0,80	1,80	parc nublado	sol	quente
465	SMON/01/21/P5	21:00 h	27,00	83,30	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
466	SMON/01/09/P6	09:00 h	29,00	66,00	1,60	1,90	ceu claro	sombra	agradável
467	SMON/01/15/P6	15:00 h	33,00	54,00	1,40	2,10	parc nublado	sol	quente
468	SMON/01/21/P6	21:00 h	27,00	83,60	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
469	SMON/02/09/P1	09:00 h	29,00	61,70	1,70	3,10	ceu claro	sombra	agradável
470	SMON/02/15/P1	15:00 h	35,00	50,70	0,90	0,70	ceu claro	sol	quente
471	SMON/02/21/P1	21:00 h	30,00	74,40	0,00	0,10	ceu claro	noite	agradável
472	SMON/02/09/P2	09:00 h	29,00	65,00	1,10	1,50	ceu claro	sol	agradável
473	SMON/02/15/P2	15:00 h	34,00	51,40	0,90	1,60	ceu claro	sol	quente
474	SMON/02/21/P2	21:00 h	30,00	77,90	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
475	SMON/02/09/P3	09:00 h	29,00	64,30	1,80	2,00	ceu claro	sol	agradável
476	SMON/02/15/P3	15:00 h	34,00	51,00	1,70	1,90	ceu claro	sombra	agradável
477	SMON/02/21/P3	21:00 h	29,00	80,20	0,00	0,00	ceu claro	noite	agradável
478	SMON/02/09/P4	09:00 h	29,00	64,00	4,10	3,10	ceu claro	sombra	agradável
479	SMON/02/15/P4	15:00 h	34,00	54,60	1,10	1,80	ceu claro	sol	quente
480	SMON/02/21/P4	21:00 h	29,00	80,90	0,40	0,50	ceu claro	noite	agradável
481	SMON/02/09/P5	09:00 h	29,00	65,70	1,70	2,50	ceu claro	sol	agradável
482	SMON/02/15/P5	15:00 h	34,00	54,50	0,70	0,60	ceu claro	sol	quente
483	SMON/02/21/P5	21:00 h	28,00	83,30	0,10	0,10	ceu claro	noite	agradável
484	SMON/02/09/P6	09:00 h	29,00	66,70	2,10	1,60	ceu claro	sol	agradável
485	SMON/02/15/P6	15:00 h	34,00	54,50	0,70	1,70	ceu claro	sol	quente
486	SMON/02/21/P6	21:00 h	28,00	84,40	0,80	0,30	ceu claro	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL 2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
487	EMBP/05/09/P1	09:00 h	25,00	77,50	1,10	1,10			
488	EMBP/05/15/P1	15:00 h	29,00	68,23	0,95	0,95			
489	EMBP/05/21/P1	21:00 h	25,00	94,00	0,75	0,75			
490	EMBP/05/09/P2	09:00 h	25,00	77,50	1,10	1,10			
491	EMBP/05/15/P2	15:00 h	29,00	68,23	0,95	0,95			
492	EMBP/05/21/P2	21:00 h	25,00	94,00	0,75	0,75			
493	EMBP/05/09/P3	09:00 h	25,00	77,50	1,10	1,10			
494	EMBP/05/15/P3	15:00 h	29,00	68,23	0,95	0,95			
495	EMBP/05/21/P3	21:00 h	25,00	94,00	0,75	0,75			
496	EMBP/05/09/P4	09:00 h	25,00	77,50	1,10	1,10			
497	EMBP/05/15/P4	15:00 h	29,00	68,23	0,95	0,95			
498	EMBP/05/21/P4	21:00 h	25,00	94,00	0,75	0,75			
499	EMBP/05/09/P5	09:00 h	25,00	77,50	1,10	1,10			
500	EMBP/05/15/P5	15:00 h	29,00	68,23	0,95	0,95			
501	EMBP/05/21/P5	21:00 h	25,00	94,00	0,75	0,75			
502	EMBP/05/09/P6	09:00 h	25,00	77,50	1,10	1,10			
503	EMBP/05/15/P6	15:00 h	29,00	68,23	0,95	0,95			
504	EMBP/05/21/P6	21:00 h	25,00	94,00	0,75	0,75			
505	EMBP/06/09/P1	09:00 h	25,00	88,30	0,81	0,81			
506	EMBP/06/15/P1	15:00 h	30,00	65,93	1,10	1,10			
507	EMBP/06/21/P1	21:00 h	25,00	92,30	0,75	0,75			
508	EMBP/06/09/P2	09:00 h	25,00	88,30	0,81	0,81			
509	EMBP/06/15/P2	15:00 h	30,00	65,93	1,10	1,10			
510	EMBP/06/21/P2	21:00 h	25,00	92,30	0,75	0,75			
511	EMBP/06/09/P3	09:00 h	25,00	88,30	0,81	0,81			
512	EMBP/06/15/P3	15:00 h	30,00	65,93	1,10	1,10			
513	EMBP/06/21/P3	21:00 h	25,00	92,30	0,75	0,75			
514	EMBP/06/09/P4	09:00 h	25,00	88,30	0,81	0,81			
515	EMBP/06/15/P4	15:00 h	30,00	65,93	1,10	1,10			
516	EMBP/06/21/P4	21:00 h	25,00	92,30	0,75	0,75			
517	EMBP/06/09/P5	09:00 h	25,00	88,30	0,81	0,81			
518	EMBP/06/15/P5	15:00 h	30,00	65,93	1,10	1,10			
519	EMBP/06/21/P5	21:00 h	25,00	92,30	0,75	0,75			
520	EMBP/06/09/P6	09:00 h	25,00	88,30	0,81	0,81			
521	EMBP/06/15/P6	15:00 h	30,00	65,93	1,10	1,10			
522	EMBP/06/21/P6	21:00 h	25,00	92,30	0,75	0,75			
523	EMBP/07/09/P1	09:00 h	27,00	75,30	1,00	1,00			
524	EMBP/07/15/P1	15:00 h	33,00	53,05	1,20	1,20			
525	EMBP/07/21/P1	21:00 h	25,00	95,10	0,76	0,76			
526	EMBP/07/09/P2	09:00 h	27,00	75,30	1,00	1,00			
527	EMBP/07/15/P2	15:00 h	33,00	53,05	1,20	1,20			
528	EMBP/07/21/P2	21:00 h	25,00	95,10	0,76	0,76			
529	EMBP/07/09/P3	09:00 h	27,00	75,30	1,00	1,00			
530	EMBP/07/15/P3	15:00 h	33,00	53,05	1,20	1,20			
531	EMBP/07/21/P3	21:00 h	25,00	95,10	0,76	0,76			
532	EMBP/07/09/P4	09:00 h	27,00	75,30	1,00	1,00			
533	EMBP/07/15/P4	15:00 h	33,00	53,05	1,20	1,20			
534	EMBP/07/21/P4	21:00 h	25,00	95,10	0,76	0,76			
535	EMBP/07/09/P5	09:00 h	27,00	75,30	1,00	1,00			
536	EMBP/07/15/P5	15:00 h	33,00	53,05	1,20	1,20			
537	EMBP/07/21/P5	21:00 h	25,00	95,10	0,76	0,76			
538	EMBP/07/09/P6	09:00 h	27,00	75,30	1,00	1,00			
539	EMBP/07/15/P6	15:00 h	33,00	53,05	1,20	1,20			
540	EMBP/07/21/P6	21:00 h	25,00	95,10	0,76	0,76			

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL 2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
541	EMBP/24/09/P1	09:00 h	28,00	80,20	0,94	0,94			
542	EMBP/24/15/P1	15:00 h	30,00	68,35	1,30	1,30			
543	EMBP/24/21/P1	21:00 h	24,00	95,70	0,77	0,77			
544	EMBP/24/09/P2	09:00 h	28,00	80,20	0,94	0,94			
545	EMBP/24/15/P2	15:00 h	30,00	68,35	1,30	1,30			
546	EMBP/24/21/P2	21:00 h	24,00	95,70	0,77	0,77			
547	EMBP/24/09/P3	09:00 h	28,00	80,20	0,94	0,94			
548	EMBP/24/15/P3	15:00 h	30,00	68,35	1,30	1,30			
549	EMBP/24/21/P3	21:00 h	24,00	95,70	0,77	0,77			
550	EMBP/24/09/P4	09:00 h	28,00	80,20	0,94	0,94			
551	EMBP/24/15/P4	15:00 h	30,00	68,35	1,30	1,30			
552	EMBP/24/21/P4	21:00 h	24,00	95,70	0,77	0,77			
553	EMBP/24/09/P5	09:00 h	28,00	80,20	0,94	0,94			
554	EMBP/24/15/P5	15:00 h	30,00	68,35	1,30	1,30			
555	EMBP/24/21/P5	21:00 h	24,00	95,70	0,77	0,77			
556	EMBP/24/09/P6	09:00 h	28,00	80,20	0,94	0,94			
557	EMBP/24/15/P6	15:00 h	30,00	68,35	1,30	1,30			
558	EMBP/24/21/P6	21:00 h	24,00	95,70	0,77	0,77			
559	EMBP/25/09/P1	09:00 h	27,00	82,80	1,10	1,10			
560	EMBP/25/15/P1	15:00 h	32,00	62,73	1,20	1,20			
561	EMBP/25/21/P1	21:00 h	25,00	93,50	0,75	0,75			
562	EMBP/25/09/P2	09:00 h	27,00	82,80	1,10	1,10			
563	EMBP/25/15/P2	15:00 h	32,00	62,73	1,20	1,20			
564	EMBP/25/21/P2	21:00 h	25,00	93,50	0,75	0,75			
565	EMBP/25/09/P3	09:00 h	27,00	82,80	1,10	1,10			
566	EMBP/25/15/P3	15:00 h	32,00	62,73	1,20	1,20			
567	EMBP/25/21/P3	21:00 h	25,00	93,50	0,75	0,75			
568	EMBP/25/09/P4	09:00 h	27,00	82,80	1,10	1,10			
569	EMBP/25/15/P4	15:00 h	32,00	62,73	1,20	1,20			
570	EMBP/25/21/P4	21:00 h	25,00	93,50	0,75	0,75			
571	EMBP/25/09/P5	09:00 h	27,00	82,80	1,10	1,10			
572	EMBP/25/15/P5	15:00 h	32,00	62,73	1,20	1,20			
573	EMBP/25/21/P5	21:00 h	25,00	93,50	0,75	0,75			
574	EMBP/25/09/P6	09:00 h	27,00	82,80	1,10	1,10			
575	EMBP/25/15/P6	15:00 h	32,00	62,73	1,20	1,20			
576	EMBP/25/21/P6	21:00 h	25,00	93,50	0,75	0,75			
577	EMBP/26/09/P1	09:00 h	27,00	80,00	1,10	1,10			
578	EMBP/26/15/P1	15:00 h	30,00	67,72	1,10	1,10			
579	EMBP/26/21/P1	21:00 h	25,00	97,30	0,75	0,75			
580	EMBP/26/09/P2	09:00 h	27,00	80,00	1,10	1,10			
581	EMBP/26/15/P2	15:00 h	30,00	67,72	1,10	1,10			
582	EMBP/26/21/P2	21:00 h	25,00	97,30	0,75	0,75			
583	EMBP/26/09/P3	09:00 h	27,00	80,00	1,10	1,10			
584	EMBP/26/15/P3	15:00 h	30,00	67,72	1,10	1,10			
585	EMBP/26/21/P3	21:00 h	25,00	97,30	0,75	0,75			
586	EMBP/26/09/P4	09:00 h	27,00	80,00	1,10	1,10			
587	EMBP/26/15/P4	15:00 h	30,00	67,72	1,10	1,10			
588	EMBP/26/21/P4	21:00 h	25,00	97,30	0,75	0,75			
589	EMBP/26/09/P5	09:00 h	27,00	80,00	1,10	1,10			
590	EMBP/26/15/P5	15:00 h	30,00	67,72	1,10	1,10			
591	EMBP/26/21/P5	21:00 h	25,00	97,30	0,75	0,75			
592	EMBP/26/09/P6	09:00 h	27,00	80,00	1,10	1,10			
593	EMBP/26/15/P6	15:00 h	30,00	67,72	1,10	1,10			
594	EMBP/26/21/P6	21:00 h	25,00	97,30	0,75	0,75			

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL 2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
595	EMBP/31/09/P1	09:00 h	26,00	73,80	1,20	1,20			
596	EMBP/31/15/P1	15:00 h	31,00	57,64	1,20	1,20			
597	EMBP/31/21/P1	21:00 h	24,00	92,10	0,75	0,75			
598	EMBP/31/09/P2	09:00 h	26,00	73,80	1,20	1,20			
599	EMBP/31/15/P2	15:00 h	31,00	57,64	1,20	1,20			
600	EMBP/31/21/P2	21:00 h	24,00	92,10	0,75	0,75			
601	EMBP/31/09/P3	09:00 h	26,00	73,80	1,20	1,20			
602	EMBP/31/15/P3	15:00 h	31,00	57,64	1,20	1,20			
603	EMBP/31/21/P3	21:00 h	24,00	92,10	0,75	0,75			
604	EMBP/31/09/P4	09:00 h	26,00	73,80	1,20	1,20			
605	EMBP/31/15/P4	15:00 h	31,00	57,64	1,20	1,20			
606	EMBP/31/21/P4	21:00 h	24,00	92,10	0,75	0,75			
607	EMBP/31/09/P5	09:00 h	26,00	73,80	1,20	1,20			
608	EMBP/31/15/P5	15:00 h	31,00	57,64	1,20	1,20			
609	EMBP/31/21/P5	21:00 h	24,00	92,10	0,75	0,75			
610	EMBP/31/09/P6	09:00 h	26,00	73,80	1,20	1,20			
611	EMBP/31/15/P6	15:00 h	31,00	57,64	1,20	1,20			
612	EMBP/31/21/P6	21:00 h	24,00	92,10	0,75	0,75			
613	EMBP/01/09/P1	09:00 h	26,00	71,40	1,10	1,10			
614	EMBP/01/15/P1	15:00 h	31,00	55,25	1,20	1,20			
615	EMBP/01/21/P1	21:00 h	24,00	95,20	0,75	0,75			
616	EMBP/01/09/P2	09:00 h	26,00	71,40	1,10	1,10			
617	EMBP/01/15/P2	15:00 h	31,00	55,25	1,20	1,20			
618	EMBP/01/21/P2	21:00 h	24,00	95,20	0,75	0,75			
619	EMBP/01/09/P3	09:00 h	26,00	71,40	1,10	1,10			
620	EMBP/01/15/P3	15:00 h	31,00	55,25	1,20	1,20			
621	EMBP/01/21/P3	21:00 h	24,00	95,20	0,75	0,75			
622	EMBP/01/09/P4	09:00 h	26,00	71,40	1,10	1,10			
623	EMBP/01/15/P4	15:00 h	31,00	55,25	1,20	1,20			
624	EMBP/01/21/P4	21:00 h	24,00	95,20	0,75	0,75			
625	EMBP/01/09/P5	09:00 h	26,00	71,40	1,10	1,10			
626	EMBP/01/15/P5	15:00 h	31,00	55,25	1,20	1,20			
627	EMBP/01/21/P5	21:00 h	24,00	95,20	0,75	0,75			
628	EMBP/01/09/P6	09:00 h	26,00	71,40	1,10	1,10			
629	EMBP/01/15/P6	15:00 h	31,00	55,25	1,20	1,20			
630	EMBP/01/21/P6	21:00 h	24,00	95,20	0,75	0,75			
631	EMBP/02/09/P1	09:00 h	26,00	70,00	1,20	1,20			
632	EMBP/02/15/P1	15:00 h	31,00	58,99	1,10	1,10			
633	EMBP/02/21/P1	21:00 h	24,00	96,50	0,75	0,75			
634	EMBP/02/09/P2	09:00 h	26,00	70,00	1,20	1,20			
635	EMBP/02/15/P2	15:00 h	31,00	58,99	1,10	1,10			
636	EMBP/02/21/P2	21:00 h	24,00	96,50	0,75	0,75			
637	EMBP/02/09/P3	09:00 h	26,00	70,00	1,20	1,20			
638	EMBP/02/15/P3	15:00 h	31,00	58,99	1,10	1,10			
639	EMBP/02/21/P3	21:00 h	24,00	96,50	0,75	0,75			
640	EMBP/02/09/P4	09:00 h	26,00	70,00	1,20	1,20			
641	EMBP/02/15/P4	15:00 h	31,00	58,99	1,10	1,10			
642	EMBP/02/21/P4	21:00 h	24,00	96,50	0,75	0,75			
643	EMBP/02/09/P5	09:00 h	26,00	70,00	1,20	1,20			
644	EMBP/02/15/P5	15:00 h	31,00	58,99	1,10	1,10			
645	EMBP/02/21/P5	21:00 h	24,00	96,50	0,75	0,75			
646	EMBP/02/09/P6	09:00 h	26,00	70,00	1,20	1,20			
647	EMBP/02/15/P6	15:00 h	31,00	58,99	1,10	1,10			
648	EMBP/02/21/P6	21:00 h	24,00	96,50	0,75	0,75			

APÊNDICE D – Banco de dados das variáveis climáticas do 2º semestre de 2006, utilizados no programa SPSS.

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
1	BAR/13/09/P1	09:00 h	30,80	67,20	0,80	1,20	encoberto	sombra	agradável
2	BAR/13/15/P1	15:00 h	33,30	57,00	2,00	3,40	parc nublado	sombra	agradável
3	BAR/13/21/P1	21:00 h	29,70	76,30	0,60	0,60	parc nublado	noite	agradável
4	BAR/13/09/P2	09:00 h	30,30	69,50	1,00	1,10	encoberto	sombra	agradável
5	BAR/13/15/P2	15:00 h	33,30	58,20	1,70	0,80	parc nublado	sombra	agradável
6	BAR/13/21/P2	21:00 h	29,60	75,90	0,00	0,20	parc nublado	noite	agradável
7	BAR/13/09/P3	09:00 h	30,30	71,20	0,00	0,00	encoberto	sombra	agradável
8	BAR/13/15/P3	15:00 h	34,00	55,00	0,90	1,10	parc nublado	sol	mui quente
9	BAR/13/21/P3	21:00 h	29,50	75,20	0,00	0,50	parc nublado	noite	agradável
10	BAR/13/09/P4	09:00 h	30,90	69,00	0,00	0,00	encoberto	sombra	agradável
11	BAR/13/15/P4	15:00 h	33,70	56,50	1,70	1,50	parc nublado	sombra	quente
12	BAR/13/21/P4	21:00 h	29,30	77,10	0,90	0,70	parc nublado	noite	agradável
13	BAR/13/09/P5	09:00 h	30,70	70,10	0,00	0,00	encoberto	sombra	agradável
14	BAR/13/15/P5	15:00 h	34,30	56,00	0,40	0,00	parc nublado	sombra	quente
15	BAR/13/21/P5	21:00 h	29,60	76,50	0,00	0,00	parc nublado	noite	quente
16	BAR/13/09/P6	09:00 h	30,60	65,40	0,00	0,00	encoberto	sol	quente
17	BAR/13/15/P6	15:00 h	34,10	56,00	1,20	1,40	parc nublado	sombra	agradável
18	BAR/13/21/P6	21:00 h	29,30	76,90	0,00	0,00	parc nublado	noite	quente
19	BAR/14/09/P1	09:00 h	29,30	77,50	1,00	1,80	encoberto	sombra	agradável
20	BAR/14/15/P1	15:00 h	34,30	51,60	3,00	2,20	céu claro	sombra	quente
21	BAR/14/21/P1	21:00 h	29,60	73,10	0,90	1,10	nublado	noite	agradável
22	BAR/14/09/P2	09:00 h	29,30	77,60	0,50	0,30	encoberto	sombra	agradável
23	BAR/14/15/P2	15:00 h	34,10	55,00	0,90	1,20	céu claro	sombra	quente
24	BAR/14/21/P2	21:00 h	29,70	72,90	0,20	0,00	nublado	noite	quente
25	BAR/14/09/P3	09:00 h	29,30	78,20	0,00	0,10	encoberto	sombra	quente
26	BAR/14/15/P3	15:00 h	35,30	52,20	2,60	1,70	céu claro	sol	mui quente
27	BAR/14/21/P3	21:00 h	29,90	73,60	0,70	0,90	nublado	noite	quente
28	BAR/14/09/P4	09:00 h	28,60	78,80	0,70	1,50	encoberto	sombra	agradável
29	BAR/14/15/P4	15:00 h	34,50	55,00	1,70	2,10	céu claro	sombra	quente
30	BAR/14/21/P4	21:00 h	29,90	73,50	0,70	0,90	nublado	noite	agradável
31	BAR/14/09/P5	09:00 h	29,10	79,20	0,00	0,00	encoberto	sombra	quente
32	BAR/14/15/P5	15:00 h	34,00	56,20	1,80	2,40	céu claro	sombra	quente
33	BAR/14/21/P5	21:00 h	29,90	79,50	0,00	0,00	nublado	noite	quente
34	BAR/14/09/P6	09:00 h	28,80	77,90	0,40	0,00	encoberto	sombra	agradável
35	BAR/14/15/P6	15:00 h	34,00	55,00	0,00	0,20	céu claro	sombra	quente
36	BAR/14/21/P6	21:00 h	30,10	75,10	0,00	0,00	nublado	noite	mui quente
37	BAR/15/09/P1	09:00 h	29,60	72,10	0,40	0,30	encoberto	sombra	agradável
38	BAR/15/15/P1	15:00 h	32,80	57,10	0,70	0,20	céu claro	sombra	quente
39	BAR/15/21/P1	21:00 h	28,30	75,20	3,60	0,10	nublado	noite	agradável
40	BAR/15/09/P2	09:00 h	29,20	78,60	0,40	0,00	encoberto	sombra	agradável
41	BAR/15/15/P2	15:00 h	33,20	61,20	0,00	0,50	céu claro	sombra	quente
42	BAR/15/21/P2	21:00 h	28,30	75,20	1,20	2,40	nublado	noite	agradável
43	BAR/15/09/P3	09:00 h	30,10	73,00	0,20	0,30	encoberto	sombra	quente
44	BAR/15/15/P3	15:00 h	34,50	57,50	1,80	2,10	céu claro	sol	mui quente
45	BAR/15/21/P3	21:00 h	29,20	68,70	0,70	0,80	nublado	noite	agradável
46	BAR/15/09/P4	09:00 h	30,00	73,20	0,60	0,00	encoberto	sombra	quente
47	BAR/15/15/P4	15:00 h	34,00	57,00	0,40	2,00	céu claro	sombra	quente
48	BAR/15/21/P4	21:00 h	27,90	77,00	1,40	2,60	nublado	noite	agradável
49	BAR/15/09/P5	09:00 h	30,10	75,00	0,00	0,00	encoberto	sombra	quente
50	BAR/15/15/P5	15:00 h	34,10	57,80	0,20	1,00	céu claro	sombra	quente
51	BAR/15/21/P5	21:00 h	27,90	76,60	1,50	0,80	nublado	noite	agradável
52	BAR/15/09/P6	09:00 h	29,80	75,90	0,00	0,00	encoberto	sol	quente
53	BAR/15/15/P6	15:00 h	33,60	59,10	0,10	0,60	céu claro	sombra	quente
54	BAR/15/21/P6	21:00 h	27,70	78,60	0,20	0,00	nublado	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
55	GAL/13/09/P1	09:00 h	30,40	80,10	0,00	0,00	parc nublado	sombra	quente
56	GAL/13/15/P1	15:00 h	34,90	62,20	1,40	1,30	parc nublado	sol	mui quente
57	GAL/13/21/P1	21:00 h	29,60	91,40	0,70	1,10	encoberto	noite	agradável
58	GAL/13/09/P2	09:00 h	30,10	81,20	0,20	0,40	parc nublado	sombra	agradável
59	GAL/13/15/P2	15:00 h	34,70	60,80	1,20	1,20	parc nublado	sombra	quente
60	GAL/13/21/P2	21:00 h	29,70	93,10	0,20	0,00	encoberto	noite	agradável
61	GAL/13/09/P3	09:00 h	30,10	82,70	0,30	0,00	parc nublado	sombra	agradável
62	GAL/13/15/P3	15:00 h	34,40	61,20	1,00	0,90	parc nublado	sombra	quente
63	GAL/13/21/P3	21:00 h	29,00	91,80	0,00	0,00	encoberto	noite	agradável
64	GAL/13/09/P4	09:00 h	30,10	82,40	0,20	0,20	parc nublado	sol	agradável
65	GAL/13/15/P4	15:00 h	34,10	62,60	0,00	0,00	parc nublado	sombra	quente
66	GAL/13/21/P4	21:00 h	29,50	91,00	0,20	0,00	encoberto	noite	agradável
67	GAL/13/09/P5	09:00 h	30,90	80,50	0,30	0,60	parc nublado	sombra	agradável
68	GAL/13/15/P5	15:00 h	35,60	59,80	1,70	2,40	parc nublado	sol	quente
69	GAL/13/21/P5	21:00 h	29,60	90,50	0,30	0,00	encoberto	noite	agradável
70	GAL/13/09/P6	09:00 h	30,40	78,00	0,30	0,40	parc nublado	sombra	quente
71	GAL/13/15/P6	15:00 h	36,30	59,30	0,00	0,00	parc nublado	sol	mui quente
72	GAL/13/21/P6	21:00 h	29,70	90,60	0,00	0,00	parc nublado	noite	agradável
73	GAL/14/09/P1	09:00 h	28,90	97,40	0,00	0,10	encoberto	sombra	quente
74	GAL/14/15/P1	15:00 h	37,10	51,70	0,50	1,00	parc nublado	sol	mui quente
75	GAL/14/21/P1	21:00 h	29,70	78,40	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
76	GAL/14/09/P2	09:00 h	28,80	93,10	1,60	1,20	encoberto	sombra	agradável
77	GAL/14/15/P2	15:00 h	35,30	53,90	0,00	0,70	parc nublado	sombra	mui quente
78	GAL/14/21/P2	21:00 h	30,70	77,10	0,00	0,00	nublado	noite	quente
79	GAL/14/09/P3	09:00 h	28,70	96,30	1,10	0,00	encoberto	sombra	agradável
80	GAL/14/15/P3	15:00 h	34,30	55,80	1,50	0,00	parc nublado	sombra	quente
81	GAL/14/21/P3	21:00 h	30,80	76,50	0,00	0,00	nublado	noite	quente
82	GAL/14/09/P4	09:00 h	28,60	97,80	0,00	0,40	encoberto	sombra	agradável
83	GAL/14/15/P4	15:00 h	33,80	58,70	1,20	0,90	parc nublado	sombra	quente
84	GAL/14/21/P4	21:00 h	30,70	77,80	0,00	0,00	nublado	noite	quente
85	GAL/14/09/P5	09:00 h	28,60	97,70	0,30	1,40	encoberto	sombra	agradável
86	GAL/14/15/P5	15:00 h	35,10	56,00	1,90	1,60	parc nublado	sol	quente
87	GAL/14/21/P5	21:00 h	30,60	76,60	0,00	0,00	nublado	noite	quente
88	GAL/14/09/P6	09:00 h	28,70	98,10	0,40	1,10	encoberto	sombra	agradável
89	GAL/14/15/P6	15:00 h	35,60	55,10	1,30	0,70	parc nublado	sol	mui quente
90	GAL/14/21/P6	21:00 h	30,60	76,60	0,50	0,80	nublado	noite	quente
91	GAL/15/09/P1	09:00 h	30,30	81,20	0,10	0,30	encoberto	sombra	quente
92	GAL/15/15/P1	15:00 h	35,14	53,60	1,00	1,00	céu claro	sol	mui quente
93	GAL/15/21/P1	21:00 h	29,60	75,50	0,60	0,40	nublado	noite	agradável
94	GAL/15/09/P2	09:00 h	28,90	79,70	0,60	0,90	encoberto	sombra	agradável
95	GAL/15/15/P2	15:00 h	35,30	55,60	0,00	0,00	céu claro	sombra	quente
96	GAL/15/21/P2	21:00 h	29,00	78,40	2,40	3,00	nublado	noite	agradável
97	GAL/15/09/P3	09:00 h	28,60	82,10	0,00	0,30	encoberto	sombra	agradável
98	GAL/15/15/P3	15:00 h	35,20	58,80	0,00	0,00	céu claro	sombra	quente
99	GAL/15/21/P3	21:00 h	28,70	79,10	2,50	3,10	nublado	noite	agradável
100	GAL/15/09/P4	09:00 h	29,20	79,60	0,30	0,90	encoberto	sol	agradável
101	GAL/15/15/P4	15:00 h	34,30	60,90	0,00	0,90	céu claro	sombra	quente
102	GAL/15/21/P4	21:00 h	28,60	80,10	1,40	1,80	nublado	noite	agradável
103	GAL/15/09/P5	09:00 h	30,20	77,30	0,30	0,30	encoberto	sombra	quente
104	GAL/15/15/P5	15:00 h	35,30	58,60	0,50	0,50	céu claro	sol	mui quente
105	GAL/15/21/P5	21:00 h	28,70	80,50	1,40	1,20	nublado	noite	agradável
106	GAL/15/09/P6	09:00 h	30,20	78,40	0,50	0,60	encoberto	sombra	quente
107	GAL/15/15/P6	15:00 h	35,60	58,60	1,40	2,00	céu claro	sol	mui quente
108	GAL/15/21/P6	21:00 h	28,50	81,00	0,80	2,50	nublado	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
109	MPAR/13/09/P1	09:00 h	30,00	70,30	1,00	1,80	encoberto	sol	agradável
110	MPAR/13/15/P1	15:00 h	34,00	53,90	0,30	1,50	parc nublado	sol	quente
111	MPAR/13/21/P1	21:00 h	29,70	76,30	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
112	MPAR/13/09/P2	09:00 h	30,10	73,80	0,20	0,20	encoberto	sombra	agradável
113	MPAR/13/15/P2	15:00 h	35,90	52,30	0,00	0,80	parc nublado	sombra	quente
114	MPAR/13/21/P2	21:00 h	29,50	78,90	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
115	MPAR/13/09/P3	09:00 h	30,40	74,60	0,40	0,00	encoberto	sombra	agradável
116	MPAR/13/15/P3	15:00 h	35,40	56,10	0,00	0,00	parc nublado	sombra	quente
117	MPAR/13/21/P3	21:00 h	29,40	78,10	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
118	MPAR/13/09/P4	09:00 h	29,80	74,20	1,50	0,40	encoberto	sombra	agradável
119	MPAR/13/15/P4	15:00 h	34,80	57,10	2,00	1,90	parc nublado	sombra	quente
120	MPAR/13/21/P4	21:00 h	29,50	78,50	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
121	MPAR/13/09/P5	09:00 h	30,00	74,40	0,00	0,00	encoberto	sol	agradável
122	MPAR/13/15/P5	15:00 h	35,20	59,70	0,00	0,00	parc nublado	sol	quente
123	MPAR/13/21/P5	21:00 h	29,50	78,00	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
124	MPAR/13/09/P6	09:00 h	31,30	67,10	0,00	0,40	encoberto	sol	agradável
125	MPAR/13/15/P6	15:00 h	35,70	55,10	0,80	2,20	parc nublado	sol	quente
126	MPAR/13/21/P6	21:00 h	29,50	78,90	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
127	MPAR/14/09/P1	09:00 h	27,30	82,30	2,10	1,40	encoberto	sol	agradável
128	MPAR/14/15/P1	15:00 h	34,50	51,50	3,00	2,00	céu claro	sol	quente
129	MPAR/14/21/P1	21:00 h	30,90	71,40	0,00	0,30	nublado	noite	agradável
130	MPAR/14/09/P2	09:00 h	28,10	81,90	0,00	0,00	encoberto	sombra	agradável
131	MPAR/14/15/P2	15:00 h	34,70	54,80	0,00	0,00	céu claro	sombra	quente
132	MPAR/14/21/P2	21:00 h	30,80	73,60	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
133	MPAR/14/09/P3	09:00 h	28,20	82,20	0,00	0,20	encoberto	sombra	agradável
134	MPAR/14/15/P3	15:00 h	34,30	57,10	2,90	3,00	céu claro	sombra	quente
135	MPAR/14/21/P3	21:00 h	30,50	74,70	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
136	MPAR/14/09/P4	09:00 h	28,10	83,50	1,20	1,40	encoberto	sombra	agradável
137	MPAR/14/15/P4	15:00 h	34,30	57,90	0,00	0,00	céu claro	sombra	quente
138	MPAR/14/21/P4	21:00 h	30,40	73,10	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
139	MPAR/14/09/P5	09:00 h	27,90	83,30	0,40	0,00	encoberto	sol	agradável
140	MPAR/14/15/P5	15:00 h	34,50	56,70	0,00	0,00	céu claro	sol	quente
141	MPAR/14/21/P5	21:00 h	30,30	75,40	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
142	MPAR/14/09/P6	09:00 h	27,80	82,70	0,30	1,10	encoberto	sol	agradável
143	MPAR/14/15/P6	15:00 h	35,80	53,60	0,90	0,40	céu claro	sol	quente
144	MPAR/14/21/P6	21:00 h	30,30	73,20	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
145	MPAR/15/09/P1	09:00 h	28,90	74,80	0,00	0,00	encoberto	sol	agradável
146	MPAR/15/15/P1	15:00 h	33,30	56,90	0,30	0,00	céu claro	sol	quente
147	MPAR/15/21/P1	21:00 h	29,60	74,00	5,20	3,90	nublado	noite	agradável
148	MPAR/15/09/P2	09:00 h	28,70	81,00	0,00	0,30	encoberto	sombra	agradável
149	MPAR/15/15/P2	15:00 h	34,40	58,00	0,00	0,00	céu claro	sombra	quente
150	MPAR/15/21/P2	21:00 h	29,30	74,60	0,80	1,50	nublado	noite	agradável
151	MPAR/15/09/P3	09:00 h	28,50	82,40	0,00	0,00	encoberto	sombra	agradável
152	MPAR/15/15/P3	15:00 h	34,20	59,60	0,00	0,00	céu claro	sombra	quente
153	MPAR/15/21/P3	21:00 h	28,90	74,90	4,10	5,60	nublado	noite	agradável
154	MPAR/15/09/P4	09:00 h	28,40	81,90	0,00	0,00	encoberto	sombra	agradável
155	MPAR/15/15/P4	15:00 h	34,00	57,80	1,10	1,20	céu claro	sombra	quente
156	MPAR/15/21/P4	21:00 h	28,60	75,60	5,20	5,10	nublado	noite	agradável
157	MPAR/15/09/P5	09:00 h	28,70	83,30	0,00	0,00	encoberto	sol	agradável
158	MPAR/15/15/P5	15:00 h	34,40	59,70	0,00	0,00	céu claro	sol	quente
159	MPAR/15/21/P5	21:00 h	28,40	76,00	4,40	3,00	nublado	noite	agradável
160	MPAR/15/09/P6	09:00 h	28,70	79,70	0,00	0,00	encoberto	sol	agradável
161	MPAR/15/15/P6	15:00 h	35,30	54,80	1,80	2,40	céu claro	sol	quente
162	MPAR/15/21/P6	21:00 h	28,50	75,90	1,30	1,70	nublado	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
163	CRIS/06/09/P1	09:00 h	32,90	49,70	0,00	0,70	céu claro	sol	quente
164	CRIS/06/15/P1	15:00 h	39,70	31,20	0,10	2,50	parc nublado	sol	mui quente
165	CRIS/06/21/P1	21:00 h	28,70	51,20	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
166	CRIS/06/09/P2	09:00 h	33,80	54,30	1,10	0,30	céu claro	sol	quente
167	CRIS/06/15/P2	15:00 h	39,20	33,00	0,80	0,00	parc nublado	sombra	mui quente
168	CRIS/06/21/P2	21:00 h	30,50	50,20	0,00	0,20	nublado	noite	agradável
169	CRIS/06/09/P3	09:00 h	31,80	58,50	1,80	2,10	céu claro	sombra	agradável
170	CRIS/06/15/P3	15:00 h	38,30	37,80	0,50	0,70	parc nublado	sombra	mui quente
171	CRIS/06/21/P3	21:00 h	31,20	51,10	0,00	0,30	nublado	noite	agradável
172	CRIS/06/09/P4	09:00 h	33,00	53,10	1,10	1,20	céu claro	sol	quente
173	CRIS/06/15/P4	15:00 h	40,20	29,80	0,20	0,60	parc nublado	sol	mui quente
174	CRIS/06/21/P4	21:00 h	31,30	54,10	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
175	CRIS/06/09/P5	09:00 h	33,70	52,10	0,00	0,00	céu claro	sol	quente
176	CRIS/06/15/P5	15:00 h	39,80	32,60	0,60	1,30	parc nublado	sol	mui quente
177	CRIS/06/21/P5	21:00 h	31,30	54,20	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
178	CRIS/06/09/P6	09:00 h	32,80	54,50	1,10	1,00	céu claro	sombra	agradável
179	CRIS/06/15/P6	15:00 h	40,40	30,80	0,60	1,30	parc nublado	sol	mui quente
180	CRIS/06/21/P6	21:00 h	31,30	53,70	0,60	1,20	nublado	noite	agradável
181	CRIS/07/09/P1	09:00 h	33,20	45,00	1,50	0,00	céu claro	sol	quente
182	CRIS/07/15/P1	15:00 h	35,00	41,20	0,00	0,80	nublado	sol	mui quente
183	CRIS/07/21/P1	21:00 h	29,70	58,70	0,00	0,60	parc nublado	noite	agradável
184	CRIS/07/09/P2	09:00 h	32,30	52,30	0,90	1,20	céu claro	sol	quente
185	CRIS/07/15/P2	15:00 h	36,40	38,50	0,20	1,20	nublado	sombra	quente
186	CRIS/07/21/P2	21:00 h	30,20	57,70	0,90	0,40	parc nublado	noite	agradável
187	CRIS/07/09/P3	09:00 h	31,30	54,50	2,10	1,30	céu claro	sombra	agradável
188	CRIS/07/15/P3	15:00 h	36,80	38,20	0,50	0,00	nublado	sombra	mui quente
189	CRIS/07/21/P3	21:00 h	30,30	57,80	0,80	1,00	parc nublado	noite	agradável
190	CRIS/07/09/P4	09:00 h	32,30	51,30	1,00	0,00	céu claro	sol	mui quente
191	CRIS/07/15/P4	15:00 h	38,10	37,30	0,40	0,00	nublado	sol	mui quente
192	CRIS/07/21/P4	21:00 h	30,50	58,50	0,00	0,00	parc nublado	noite	agradável
193	CRIS/07/09/P5	09:00 h	32,30	50,50	1,20	1,10	céu claro	sol	quente
194	CRIS/07/15/P5	15:00 h	38,00	38,10	0,00	0,00	nublado	sol	mui quente
195	CRIS/07/21/P5	21:00 h	30,50	59,10	0,50	1,30	parc nublado	noite	agradável
196	CRIS/07/09/P6	09:00 h	32,30	48,00	2,70	1,30	céu claro	sol	quente
197	CRIS/07/15/P6	15:00 h	37,60	39,20	0,00	0,70	nublado	sol	mui quente
198	CRIS/07/21/P6	21:00 h	30,30	58,60	0,70	0,50	parc nublado	noite	agradável
199	CRIS/08/09/P1	09:00 h	31,70	55,50	1,30	0,00	céu claro	sol	quente
200	CRIS/08/15/P1	15:00 h	35,00	38,00	0,00	1,10	nublado	sombra	quente
201	CRIS/08/21/P1	21:00 h	31,50	54,30	1,20	1,50	parc nublado	noite	agradável
202	CRIS/08/09/P2	09:00 h	32,80	57,10	1,70	0,40	céu claro	sol	quente
203	CRIS/08/15/P2	15:00 h	35,80	42,00	0,80	0,00	nublado	sombra	quente
204	CRIS/08/21/P2	21:00 h	31,70	54,20	1,10	2,20	parc nublado	noite	agradável
205	CRIS/08/09/P3	09:00 h	31,70	59,50	3,70	0,00	céu claro	sombra	agradável
206	CRIS/08/15/P3	15:00 h	36,00	39,10	1,10	2,20	nublado	sombra	agradável
207	CRIS/08/21/P3	21:00 h	31,70	54,80	2,10	3,60	parc nublado	noite	agradável
208	CRIS/08/09/P4	09:00 h	33,50	55,00	1,00	0,00	céu claro	sol	mui quente
209	CRIS/08/15/P4	15:00 h	36,30	39,30	0,90	0,20	nublado	sombra	quente
210	CRIS/08/21/P4	21:00 h	31,90	54,60	0,00	0,30	parc nublado	noite	agradável
211	CRIS/08/09/P5	09:00 h	33,40	54,60	0,90	0,60	céu claro	sol	mui quente
212	CRIS/08/15/P5	15:00 h	36,60	40,90	0,00	0,60	nublado	sombra	quente
213	CRIS/08/21/P5	21:00 h	31,60	56,60	1,20	1,90	parc nublado	noite	agradável
214	CRIS/08/09/P6	09:00 h	33,80	57,00	0,80	1,00	céu claro	sol	mui quente
215	CRIS/08/15/P6	15:00 h	36,60	38,90	1,10	1,10	nublado	sombra	quente
216	CRIS/08/21/P6	21:00 h	31,30	58,20	1,20	1,60	parc nublado	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
217	HEBR/06/09/P1	09:00 h	31,80	57,60	0,30	0,80	céu claro	sombra	agradável
218	HEBR/06/15/P1	15:00 h	37,30	35,30	0,30	1,20	céu claro	sol	mui quente
219	HEBR/06/21/P1	21:00 h	32,80	45,80	0,00	0,50	nublado	noite	quente
220	HEBR/06/09/P2	09:00 h	31,50	58,80	0,60	2,70	céu claro	sombra	agradável
221	HEBR/06/15/P2	15:00 h	37,70	35,30	0,00	0,20	céu claro	sol	mui quente
222	HEBR/06/21/P2	21:00 h	33,00	44,50	1,20	1,40	nublado	noite	quente
223	HEBR/06/09/P3	09:00 h	31,40	58,90	1,90	0,70	céu claro	sombra	agradável
224	HEBR/06/15/P3	15:00 h	36,90	37,00	1,10	1,40	céu claro	sombra	mui quente
225	HEBR/06/21/P3	21:00 h	32,80	45,50	0,00	0,00	nublado	noite	quente
226	HEBR/06/09/P4	09:00 h	32,40	54,80	1,50	2,50	céu claro	sol	quente
227	HEBR/06/15/P4	15:00 h	37,40	36,60	0,80	1,40	céu claro	sombra	mui quente
228	HEBR/06/21/P4	21:00 h	33,00	45,60	0,00	1,20	nublado	noite	quente
229	HEBR/06/09/P5	09:00 h	32,00	57,50	0,70	0,60	céu claro	sombra	quente
230	HEBR/06/15/P5	15:00 h	37,10	38,00	0,70	1,40	céu claro	sombra	mui quente
231	HEBR/06/21/P5	21:00 h	32,80	46,20	0,90	0,00	nublado	noite	quente
232	HEBR/06/09/P6	09:00 h	32,10	58,40	0,00	0,00	céu claro	sombra	quente
233	HEBR/06/15/P6	15:00 h	39,00	31,60	0,00	0,00	céu claro	sol	mui quente
234	HEBR/06/21/P6	21:00 h	32,90	46,20	0,00	1,00	nublado	noite	quente
235	HEBR/07/09/P1	09:00 h	30,90	51,50	1,20	1,40	céu claro	sombra	agradável
236	HEBR/07/15/P1	15:00 h	38,30	35,40	0,00	1,00	parc nublado	sol	mui quente
237	HEBR/07/21/P1	21:00 h	31,70	56,10	0,80	1,20	parc nublado	noite	agradável
238	HEBR/07/09/P2	09:00 h	31,00	52,80	0,70	0,90	céu claro	sombra	agradável
239	HEBR/07/15/P2	15:00 h	38,70	35,70	0,00	1,60	parc nublado	sol	mui quente
240	HEBR/07/21/P2	21:00 h	31,60	56,40	0,90	0,00	parc nublado	noite	agradável
241	HEBR/07/09/P3	09:00 h	30,90	53,10	0,70	1,30	céu claro	sombra	agradável
242	HEBR/07/15/P3	15:00 h	38,00	38,60	0,00	0,60	parc nublado	sombra	mui quente
243	HEBR/07/21/P3	21:00 h	31,30	57,10	0,60	1,00	parc nublado	noite	agradável
244	HEBR/07/09/P4	09:00 h	32,30	49,30	1,10	0,60	céu claro	sol	quente
245	HEBR/07/15/P4	15:00 h	37,10	38,00	0,60	0,00	parc nublado	sombra	mui quente
246	HEBR/07/21/P4	21:00 h	31,50	52,20	1,00	0,60	parc nublado	noite	agradável
247	HEBR/07/09/P5	09:00 h	30,80	54,30	1,00	1,10	céu claro	sombra	agradável
248	HEBR/07/15/P5	15:00 h	37,10	38,50	0,00	0,00	parc nublado	sombra	mui quente
249	HEBR/07/21/P5	21:00 h	31,10	58,20	1,10	1,20	parc nublado	noite	agradável
250	HEBR/07/09/P6	09:00 h	31,30	52,10	0,80	0,30	céu claro	sombra	quente
251	HEBR/07/15/P6	15:00 h	38,60	34,40	0,80	0,80	parc nublado	sol	mui quente
252	HEBR/07/21/P6	21:00 h	31,20	57,60	1,20	1,40	parc nublado	noite	agradável
253	HEBR/08/09/P1	09:00 h	31,80	57,40	1,30	1,50	céu claro	sombra	quente
254	HEBR/08/15/P1	15:00 h	38,00	35,80	0,70	0,80	nublado	sol	quente
255	HEBR/08/21/P1	21:00 h	31,70	56,10	0,80	1,20	parc nublado	noite	agradável
256	HEBR/08/09/P2	09:00 h	31,80	59,10	1,40	2,00	céu claro	sombra	quente
257	HEBR/08/15/P2	15:00 h	37,80	37,10	1,40	0,90	nublado	sol	quente
258	HEBR/08/21/P2	21:00 h	31,60	56,40	0,90	0,00	parc nublado	noite	agradável
259	HEBR/08/09/P3	09:00 h	32,30	58,90	1,40	0,70	céu claro	sombra	quente
260	HEBR/08/15/P3	15:00 h	37,50	37,40	0,90	1,40	nublado	sombra	quente
261	HEBR/08/21/P3	21:00 h	31,30	57,10	0,60	1,00	parc nublado	noite	agradável
262	HEBR/08/09/P4	09:00 h	32,90	56,20	0,80	0,70	céu claro	sol	quente
263	HEBR/08/15/P4	15:00 h	38,40	35,00	0,30	1,10	nublado	sombra	quente
264	HEBR/08/21/P4	21:00 h	31,50	52,20	1,00	0,60	parc nublado	noite	agradável
265	HEBR/08/09/P5	09:00 h	32,40	59,90	0,50	0,40	céu claro	sombra	quente
266	HEBR/08/15/P5	15:00 h	37,50	40,00	0,00	0,40	nublado	sombra	quente
267	HEBR/08/21/P5	21:00 h	31,10	58,20	1,10	1,20	parc nublado	noite	agradável
268	HEBR/08/09/P6	09:00 h	32,80	58,60	0,00	0,00	céu claro	sombra	quente
269	HEBR/08/15/P6	15:00 h	38,90	34,50	1,50	0,70	nublado	sol	quente
270	HEBR/08/21/P6	21:00 h	31,20	57,60	1,20	1,40	parc nublado	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
271	MLIB/06/09/P1	09:00 h	32,50	54,20	0,80	2,40	céu claro	sol	quente
272	MLIB/06/15/P1	15:00 h	36,80	44,90	1,40	1,70	parc nublado	sol	mui quente
273	MLIB/06/21/P1	21:00 h	33,50	58,50	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
274	MLIB/06/09/P2	09:00 h	35,20	55,60	3,00	3,30	céu claro	sol	quente
275	MLIB/06/15/P2	15:00 h	37,60	44,30	2,80	1,50	parc nublado	sombra	mui quente
276	MLIB/06/21/P2	21:00 h	32,90	57,90	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
277	MLIB/06/09/P3	09:00 h	34,30	56,80	1,30	1,80	céu claro	sombra	quente
278	MLIB/06/15/P3	15:00 h	38,00	44,30	1,60	1,30	parc nublado	sombra	mui quente
279	MLIB/06/21/P3	21:00 h	32,60	58,10	0,00	0,20	céu claro	noite	quente
280	MLIB/06/09/P4	09:00 h	33,40	59,40	2,10	1,30	céu claro	sombra	quente
281	MLIB/06/15/P4	15:00 h	37,90	44,10	0,30	0,00	parc nublado	sombra	mui quente
282	MLIB/06/21/P4	21:00 h	32,40	59,32	0,10	0,40	céu claro	noite	quente
283	MLIB/06/09/P5	09:00 h	32,80	54,70	2,60	1,20	céu claro	sombra	quente
284	MLIB/06/15/P5	15:00 h	37,10	44,70	1,00	0,60	parc nublado	sombra	mui quente
285	MLIB/06/21/P5	21:00 h	32,10	60,70	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
286	MLIB/06/09/P6	09:00 h	32,60	60,70	3,50	2,60	céu claro	sombra	quente
287	MLIB/06/15/P6	15:00 h	37,70	45,00	1,80	0,60	parc nublado	sombra	mui quente
288	MLIB/06/21/P6	21:00 h	31,80	61,40	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
289	MLIB/07/09/P1	09:00 h	34,10	58,80	0,00	0,40	céu claro	sol	quente
290	MLIB/07/15/P1	15:00 h	37,90	45,80	0,00	0,00	parc nublado	sombra	mui quente
291	MLIB/07/21/P1	21:00 h	31,50	62,10	4,30	2,30	céu claro	noite	quente
292	MLIB/07/09/P2	09:00 h	36,00	50,00	2,00	1,50	céu claro	sol	quente
293	MLIB/07/15/P2	15:00 h	37,20	46,60	1,60	1,00	parc nublado	sombra	mui quente
294	MLIB/07/21/P2	21:00 h	31,50	63,70	1,40	0,80	céu claro	noite	quente
295	MLIB/07/09/P3	09:00 h	35,20	54,20	1,00	1,60	céu claro	sombra	quente
296	MLIB/07/15/P3	15:00 h	37,90	48,10	0,00	0,00	parc nublado	sombra	mui quente
297	MLIB/07/21/P3	21:00 h	31,30	62,00	2,70	2,20	céu claro	noite	quente
298	MLIB/07/09/P4	09:00 h	34,20	58,70	1,80	2,10	céu claro	sombra	quente
299	MLIB/07/15/P4	15:00 h	37,20	46,10	0,00	0,00	parc nublado	sombra	mui quente
300	MLIB/07/21/P4	21:00 h	31,10	62,60	0,20	3,50	céu claro	noite	quente
301	MLIB/07/09/P5	09:00 h	32,20	51,50	0,50	0,20	céu claro	sombra	quente
302	MLIB/07/15/P5	15:00 h	38,50	48,20	0,50	1,10	parc nublado	sombra	mui quente
303	MLIB/07/21/P5	21:00 h	31,10	62,10	3,50	3,40	céu claro	noite	quente
304	MLIB/07/09/P6	09:00 h	32,80	56,50	0,80	1,60	céu claro	sombra	quente
305	MLIB/07/15/P6	15:00 h	38,60	44,60	1,10	1,10	parc nublado	sombra	mui quente
306	MLIB/07/21/P6	21:00 h	31,00	62,50	0,20	0,00	céu claro	noite	quente
307	MLIB/08/09/P1	09:00 h	34,00	62,10	2,40	1,00	céu claro	sol	quente
308	MLIB/08/15/P1	15:00 h	37,90	48,20	0,80	2,10	parc nublado	sombra	quente
309	MLIB/08/21/P1	21:00 h	30,00	60,70	1,10	0,70	nublado	noite	agradável
310	MLIB/08/09/P2	09:00 h	36,10	53,90	2,10	0,40	céu claro	sol	quente
311	MLIB/08/15/P2	15:00 h	37,00	46,10	1,30	1,50	parc nublado	sombra	mui quente
312	MLIB/08/21/P2	21:00 h	31,70	61,40	1,20	0,70	nublado	noite	agradável
313	MLIB/08/09/P3	09:00 h	35,20	57,60	1,00	1,50	céu claro	sombra	quente
314	MLIB/08/15/P3	15:00 h	38,10	44,80	0,60	0,80	parc nublado	sombra	mui quente
315	MLIB/08/21/P3	21:00 h	32,30	61,20	0,00	0,00	nublado	noite	agradável
316	MLIB/08/09/P4	09:00 h	35,50	61,00	0,40	0,60	céu claro	sombra	quente
317	MLIB/08/15/P4	15:00 h	38,00	46,10	1,20	1,80	parc nublado	sombra	mui quente
318	MLIB/08/21/P4	21:00 h	32,50	60,30	2,10	2,40	nublado	noite	agradável
319	MLIB/08/09/P5	09:00 h	34,80	60,60	1,40	1,40	céu claro	sombra	quente
320	MLIB/08/15/P5	15:00 h	38,20	43,80	1,50	1,00	parc nublado	sombra	mui quente
321	MLIB/08/21/P5	21:00 h	32,60	60,50	0,70	0,00	nublado	noite	agradável
322	MLIB/08/09/P6	09:00 h	35,00	58,10	1,40	2,50	céu claro	sombra	quente
323	MLIB/08/15/P6	15:00 h	38,50	43,80	1,00	0,70	parc nublado	sombra	mui quente
324	MLIB/08/21/P6	21:00 h	32,70	60,10	0,00	1,00	nublado	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
325	IMPAR/15/09/P1	09:00 h	32,00	68,90	0,70	1,50	parc nublado	sol	quente
326	IMPAR/15/15/P1	15:00 h	35,50	38,90	0,90	1,10	nublado	sol	mui quente
327	IMPAR/15/21/P1	21:00 h	30,30	60,90	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
328	IMPAR/15/09/P2	09:00 h	30,90	69,50	0,20	0,80	parc nublado	sombra	agradável
329	IMPAR/15/15/P2	15:00 h	36,40	39,00	0,30	0,00	nublado	sol	mui quente
330	IMPAR/15/21/P2	21:00 h	30,20	62,90	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
331	IMPAR/15/09/P3	09:00 h	31,50	66,30	2,00	3,30	parc nublado	sol	quente
332	IMPAR/15/15/P3	15:00 h	36,40	37,40	1,10	0,90	nublado	sombra	quente
333	IMPAR/15/21/P3	21:00 h	30,10	61,80	1,20	0,50	céu claro	noite	agradável
334	IMPAR/15/09/P4	09:00 h	31,70	67,20	0,70	0,60	parc nublado	sombra	agradável
335	IMPAR/15/15/P4	15:00 h	36,40	40,50	0,30	0,40	nublado	sol	mui quente
336	IMPAR/15/21/P4	21:00 h	30,80	62,20	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
337	IMPAR/15/09/P5	09:00 h	33,30	59,90	0,90	0,90	parc nublado	sol	quente
338	IMPAR/15/15/P5	15:00 h	36,90	38,90	1,00	1,40	nublado	sol	mui quente
339	IMPAR/15/21/P5	21:00 h	30,20	62,20	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
340	IMPAR/15/09/P6	09:00 h	32,50	65,50	0,00	1,40	parc nublado	sombra	agradável
341	IMPAR/15/15/P6	15:00 h	36,50	38,90	0,00	0,00	nublado	sol	mui quente
342	IMPAR/15/21/P6	21:00 h	30,40	63,10	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
343	IMPAR/16/09/P1	09:00 h	33,30	51,50	1,40	2,20	céu claro	sol	quente
344	IMPAR/16/15/P1	15:00 h	38,80	38,00	0,90	0,60	parc nublado	sol	mui quente
345	IMPAR/16/21/P1	21:00 h	30,90	65,20	0,30	0,70	céu claro	noite	agradável
346	IMPAR/16/09/P2	09:00 h	32,70	55,00	1,20	1,40	céu claro	sombra	agradável
347	IMPAR/16/15/P2	15:00 h	39,10	35,90	0,00	0,00	parc nublado	sol	mui quente
348	IMPAR/16/21/P2	21:00 h	30,80	68,30	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
349	IMPAR/16/09/P3	09:00 h	32,50	53,20	2,20	3,50	céu claro	sol	quente
350	IMPAR/16/15/P3	15:00 h	38,00	39,50	2,00	1,00	parc nublado	sombra	mui quente
351	IMPAR/16/21/P3	21:00 h	30,10	70,50	0,90	0,80	céu claro	noite	agradável
352	IMPAR/16/09/P4	09:00 h	32,70	54,30	1,40	1,60	céu claro	sombra	agradável
353	IMPAR/16/15/P4	15:00 h	38,30	38,10	0,90	0,30	parc nublado	sol	mui quente
354	IMPAR/16/21/P4	21:00 h	30,10	70,50	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
355	IMPAR/16/09/P5	09:00 h	33,60	51,50	0,40	0,30	céu claro	sol	mui quente
356	IMPAR/16/15/P5	15:00 h	39,20	38,10	0,90	0,80	parc nublado	sol	mui quente
357	IMPAR/16/21/P5	21:00 h	29,60	71,30	0,00	0,60	céu claro	noite	agradável
358	IMPAR/16/09/P6	09:00 h	32,80	53,90	0,60	0,60	céu claro	sombra	quente
359	IMPAR/16/15/P6	15:00 h	38,40	39,10	0,80	0,90	parc nublado	sol	mui quente
360	IMPAR/16/21/P6	21:00 h	30,10	70,50	0,80	0,50	céu claro	noite	agradável
361	IMPAR/17/09/P1	09:00 h	31,50	69,20	0,90	1,60	céu claro	sol	mui quente
362	IMPAR/17/15/P1	15:00 h	37,70	40,30	0,40	2,10	nublado	sol	mui quente
363	IMPAR/17/21/P1	21:00 h	31,30	58,40	0,00	0,00	parc nublado	noite	agradável
364	IMPAR/17/09/P2	09:00 h	31,40	73,10	0,50	0,30	céu claro	sombra	quente
365	IMPAR/17/15/P2	15:00 h	38,40	39,00	0,50	0,30	nublado	sol	mui quente
366	IMPAR/17/21/P2	21:00 h	31,30	61,10	0,00	0,00	parc nublado	noite	quente
367	IMPAR/17/09/P3	09:00 h	32,00	66,60	0,50	0,00	céu claro	sol	mui quente
368	IMPAR/17/15/P3	15:00 h	37,10	40,70	1,10	1,20	nublado	sombra	mui quente
369	IMPAR/17/21/P3	21:00 h	31,00	58,70	0,50	0,50	nublado	noite	agradável
370	IMPAR/17/09/P4	09:00 h	30,80	74,00	0,70	1,00	encoberto	sombra	quente
371	IMPAR/17/15/P4	15:00 h	38,00	38,80	0,30	0,40	nublado	sol	mui quente
372	IMPAR/17/21/P4	21:00 h	31,90	57,80	0,00	0,80	nublado	noite	agradável
373	IMPAR/17/09/P5	09:00 h	31,20	73,50	0,60	1,00	encoberto	sol	quente
374	IMPAR/17/15/P5	15:00 h	38,20	39,90	0,70	0,90	nublado	sol	mui quente
375	IMPAR/17/21/P5	21:00 h	31,60	56,80	0,00	0,70	nublado	noite	agradável
376	IMPAR/17/09/P6	09:00 h	30,90	76,20	0,80	0,70	encoberto	sombra	quente
377	IMPAR/17/15/P6	15:00 h	37,80	40,60	0,50	0,50	nublado	sol	mui quente
378	IMPAR/17/21/P6	21:00 h	31,30	59,20	0,00	0,60	nublado	noite	quente

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
379	JAR/15/09/P1	09:00 h	29,00	82,10	0,20	0,50	céu claro	sombra	agradável
380	JAR/15/15/P1	15:00 h	31,70	50,00	1,30	0,60	céu claro	sol	agradável
381	JAR/15/21/P1	21:00 h	30,50	73,00	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
382	JAR/15/09/P2	09:00 h	30,50	76,50	1,20	2,30	céu claro	sombra	agradável
383	JAR/15/15/P2	15:00 h	33,20	50,00	0,30	0,60	céu claro	sombra	agradável
384	JAR/15/21/P2	21:00 h	29,30	80,50	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
385	JAR/15/09/P3	09:00 h	31,40	74,00	2,60	0,90	céu claro	sol	agradável
386	JAR/15/15/P3	15:00 h	33,70	52,50	0,30	0,00	céu claro	sol	agradável
387	JAR/15/21/P3	21:00 h	29,00	83,10	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
388	JAR/15/09/P4	09:00 h	33,30	73,20	1,00	1,30	céu claro	sombra	agradável
389	JAR/15/15/P4	15:00 h	35,10	50,20	0,00	0,40	céu claro	sombra	agradável
390	JAR/15/21/P4	21:00 h	29,10	83,30	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
391	JAR/15/09/P5	09:00 h	33,00	69,30	0,90	1,00	céu claro	sol	agradável
392	JAR/15/15/P5	15:00 h	35,80	48,30	0,30	0,70	céu claro	sombra	agradável
393	JAR/15/21/P5	21:00 h	29,00	84,50	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
394	JAR/15/09/P6	09:00 h	32,90	69,20	0,50	0,00	céu claro	sombra	agradável
395	JAR/15/15/P6	15:00 h	36,20	49,20	0,00	1,20	céu claro	sol	agradável
396	JAR/15/21/P6	21:00 h	28,90	83,70	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
397	JAR/16/09/P1	09:00 h	29,50	73,80	1,00	1,20	céu claro	sombra	agradável
398	JAR/16/15/P1	15:00 h	33,10	53,00	0,60	1,00	céu claro	sol	agradável
399	JAR/16/21/P1	21:00 h	31,80	68,80	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
400	JAR/16/09/P2	09:00 h	31,50	78,70	1,30	3,20	céu claro	sombra	agradável
401	JAR/16/15/P2	15:00 h	36,10	56,70	0,50	0,40	céu claro	sombra	agradável
402	JAR/16/21/P2	21:00 h	31,20	74,50	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
403	JAR/16/09/P3	09:00 h	32,40	63,20	3,50	2,00	céu claro	sol	agradável
404	JAR/16/15/P3	15:00 h	35,90	53,10	1,40	1,00	céu claro	sol	agradável
405	JAR/16/21/P3	21:00 h	30,90	73,70	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
406	JAR/16/09/P4	09:00 h	34,00	62,60	0,70	1,20	céu claro	sombra	agradável
407	JAR/16/15/P4	15:00 h	36,80	52,00	1,10	1,10	céu claro	sombra	agradável
408	JAR/16/21/P4	21:00 h	30,60	72,90	0,00	0,10	céu claro	noite	agradável
409	JAR/16/09/P5	09:00 h	33,00	63,20	1,70	1,50	céu claro	sol	agradável
410	JAR/16/15/P5	15:00 h	36,80	52,20	1,40	1,40	céu claro	sombra	agradável
411	JAR/16/21/P5	21:00 h	30,40	75,60	0,60	0,00	céu claro	noite	agradável
412	JAR/16/09/P6	09:00 h	32,90	64,70	1,10	0,50	céu claro	sombra	agradável
413	JAR/16/15/P6	15:00 h	36,90	51,40	0,30	0,30	céu claro	sol	agradável
414	JAR/16/21/P6	21:00 h	30,30	74,40	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
415	JAR/17/09/P1	09:00 h	30,00	82,80	0,40	0,20	céu claro	sombra	agradável
416	JAR/17/15/P1	15:00 h	33,70	53,90	0,60	1,30	céu claro	sol	quente
417	JAR/17/21/P1	21:00 h	31,80	67,30	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
418	JAR/17/09/P2	09:00 h	30,80	83,60	0,50	0,30	céu claro	sombra	agradável
419	JAR/17/15/P2	15:00 h	35,00	55,80	0,40	0,40	céu claro	sombra	agradável
420	JAR/17/21/P2	21:00 h	30,90	72,20	0,10	0,00	céu claro	noite	agradável
421	JAR/17/09/P3	09:00 h	30,80	81,80	1,30	0,40	céu claro	sol	agradável
422	JAR/17/15/P3	15:00 h	36,20	54,40	1,60	1,80	céu claro	sol	quente
423	JAR/17/21/P3	21:00 h	30,70	71,10	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
424	JAR/17/09/P4	09:00 h	31,70	77,90	0,50	0,50	céu claro	sombra	agradável
425	JAR/17/15/P4	15:00 h	36,50	53,40	2,10	1,80	céu claro	sombra	agradável
426	JAR/17/21/P4	21:00 h	30,50	74,20	0,10	0,00	céu claro	noite	agradável
427	JAR/17/09/P5	09:00 h	31,30	79,50	0,70	0,40	céu claro	sol	agradável
428	JAR/17/15/P5	15:00 h	36,90	52,00	2,20	1,60	céu claro	sombra	agradável
429	JAR/17/21/P5	21:00 h	30,50	70,60	0,00	0,10	céu claro	noite	agradável
430	JAR/17/09/P6	09:00 h	31,50	78,40	0,30	0,20	céu claro	sol	agradável
431	JAR/17/15/P6	15:00 h	37,10	53,80	0,30	0,60	céu claro	sol	quente
432	JAR/17/21/P6	21:00 h	30,40	72,70	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
433	SMON/15/09/P1	09:00 h	33,00	57,70	0,00	1,50	céu claro	sol	quente
434	SMON/15/15/P1	15:00 h	34,50	40,00	0,00	0,50	nublado	sol	quente
435	SMON/15/21/P1	21:00 h	27,90	77,50	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
436	SMON/15/09/P2	09:00 h	34,00	56,30	0,80	1,80	céu claro	sol	quente
437	SMON/15/15/P2	15:00 h	34,50	38,30	0,40	1,20	nublado	sombra	quente
438	SMON/15/21/P2	21:00 h	27,70	77,60	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
439	SMON/15/09/P3	09:00 h	35,60	51,50	1,10	2,10	céu claro	sol	quente
440	SMON/15/15/P3	15:00 h	35,20	38,20	0,80	1,90	nublado	sombra	quente
441	SMON/15/21/P3	21:00 h	27,70	76,60	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
442	SMON/15/09/P4	09:00 h	39,60	57,60	2,10	1,70	céu claro	sol	quente
443	SMON/15/15/P4	15:00 h	36,60	37,10	0,00	1,90	nublado	sol	quente
444	SMON/15/21/P4	21:00 h	27,50	78,60	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
445	SMON/15/09/P5	09:00 h	32,40	60,10	3,00	2,70	céu claro	sol	quente
446	SMON/15/15/P5	15:00 h	35,60	39,00	2,20	1,80	nublado	sombra	quente
447	SMON/15/21/P5	21:00 h	27,90	78,40	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
448	SMON/15/09/P6	09:00 h	39,00	53,00	1,20	2,30	céu claro	sol	quente
449	SMON/15/15/P6	15:00 h	35,60	39,00	1,00	1,30	nublado	sol	quente
450	SMON/15/21/P6	21:00 h	27,60	80,10	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
451	SMON/16/09/P1	09:00 h	34,40	47,80	0,50	3,50	céu claro	sol	quente
452	SMON/16/15/P1	15:00 h	37,10	41,90	1,00	0,00	nublado	sol	quente
453	SMON/16/21/P1	21:00 h	30,10	73,70	0,30	0,10	céu claro	noite	agradável
454	SMON/16/09/P2	09:00 h	35,60	46,70	1,50	2,60	céu claro	sol	quente
455	SMON/16/15/P2	15:00 h	36,40	41,10	3,50	1,50	nublado	sombra	quente
456	SMON/16/21/P2	21:00 h	29,70	77,10	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
457	SMON/16/09/P3	09:00 h	36,70	44,50	1,80	2,50	céu claro	sol	quente
458	SMON/16/15/P3	15:00 h	36,00	41,60	6,40	8,20	nublado	sombra	quente
459	SMON/16/21/P3	21:00 h	28,40	78,80	0,40	0,10	céu claro	noite	agradável
460	SMON/16/09/P4	09:00 h	34,50	49,70	1,60	4,80	céu claro	sol	quente
461	SMON/16/15/P4	15:00 h	36,60	40,60	5,70	2,60	nublado	sol	quente
462	SMON/16/21/P4	21:00 h	28,60	77,10	0,50	0,80	céu claro	noite	agradável
463	SMON/16/09/P5	09:00 h	33,60	52,30	3,90	3,30	céu claro	sol	quente
464	SMON/16/15/P5	15:00 h	36,60	41,20	1,10	0,00	nublado	sombra	quente
465	SMON/16/21/P5	21:00 h	28,50	79,90	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
466	SMON/16/09/P6	09:00 h	33,50	54,40	5,60	5,90	céu claro	sol	quente
467	SMON/16/15/P6	15:00 h	37,60	38,70	3,00	2,40	nublado	sol	quente
468	SMON/16/21/P6	21:00 h	28,80	77,40	0,00	0,00	céu claro	noite	agradável
469	SMON/17/09/P1	09:00 h	29,70	70,50	0,80	0,60	céu claro	sol	quente
470	SMON/17/15/P1	15:00 h	35,80	40,90	0,00	0,05	nublado	sol	mui quente
471	SMON/17/21/P1	21:00 h	30,90	69,80	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
472	SMON/17/09/P2	09:00 h	31,10	70,40	1,30	1,20	céu claro	sol	quente
473	SMON/17/15/P2	15:00 h	35,40	39,70	0,40	1,20	nublado	sombra	mui quente
474	SMON/17/21/P2	21:00 h	30,50	70,00	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
475	SMON/17/09/P3	09:00 h	32,20	65,10	0,00	0,00	céu claro	sol	quente
476	SMON/17/15/P3	15:00 h	37,60	39,90	0,80	1,90	nublado	sombra	mui quente
477	SMON/17/21/P3	21:00 h	30,30	66,90	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
478	SMON/17/09/P4	09:00 h	32,50	65,60	0,00	1,10	céu claro	sol	quente
479	SMON/17/15/P4	15:00 h	36,30	38,80	0,00	1,90	nublado	sol	mui quente
480	SMON/17/21/P4	21:00 h	29,80	73,00	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
481	SMON/17/09/P5	09:00 h	31,50	69,40	0,00	0,00	céu claro	sol	quente
482	SMON/17/15/P5	15:00 h	36,10	40,10	2,20	1,80	nublado	sombra	mui quente
483	SMON/17/21/P5	21:00 h	29,50	69,10	0,00	0,00	céu claro	noite	quente
484	SMON/17/09/P6	09:00 h	32,20	66,80	0,50	0,00	céu claro	sol	quente
485	SMON/17/15/P6	15:00 h	36,60	38,80	1,00	1,30	nublado	sol	mui quente
486	SMON/17/21/P6	21:00 h	29,60	66,90	0,00	0,00	céu claro	noite	quente

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
487	EMBP/13/09/P1	09:00 h	27,97	74,00	0,33	0,33			
488	EMBP/13/15/P1	15:00 h	33,19	54,28	0,28	0,28			
489	EMBP/13/21/P1	21:00 h	29,12	72,30	0,22	0,22			
490	EMBP/13/09/P2	09:00 h	27,97	74,00	0,33	0,33			
491	EMBP/13/15/P2	15:00 h	33,19	54,28	0,28	0,28			
492	EMBP/13/21/P2	21:00 h	29,12	72,30	0,22	0,22			
493	EMBP/13/09/P3	09:00 h	27,97	74,00	0,33	0,33			
494	EMBP/13/15/P3	15:00 h	33,19	54,28	0,28	0,28			
495	EMBP/13/21/P3	21:00 h	29,12	72,30	0,22	0,22			
496	EMBP/13/09/P4	09:00 h	27,97	74,00	0,33	0,33			
497	EMBP/13/15/P4	15:00 h	33,19	54,28	0,28	0,28			
498	EMBP/13/21/P4	21:00 h	29,12	72,30	0,22	0,22			
499	EMBP/13/09/P5	09:00 h	27,97	74,00	0,33	0,33			
500	EMBP/13/15/P5	15:00 h	33,19	54,28	0,28	0,28			
501	EMBP/13/21/P5	21:00 h	29,12	72,30	0,22	0,22			
502	EMBP/13/09/P6	09:00 h	27,97	74,00	0,33	0,33			
503	EMBP/13/15/P6	15:00 h	33,19	54,28	0,28	0,28			
504	EMBP/13/21/P6	21:00 h	29,12	72,30	0,22	0,22			
505	EMBP/14/09/P1	09:00 h	26,69	81,40	0,30	0,30			
506	EMBP/14/15/P1	15:00 h	32,95	51,18	0,29	0,29			
507	EMBP/14/21/P1	21:00 h	28,84	70,40	0,24	0,24			
508	EMBP/14/09/P2	09:00 h	26,69	81,40	0,30	0,30			
509	EMBP/14/15/P2	15:00 h	32,95	51,18	0,29	0,29			
510	EMBP/14/21/P2	21:00 h	28,84	70,40	0,24	0,24			
511	EMBP/14/09/P3	09:00 h	26,69	81,40	0,30	0,30			
512	EMBP/14/15/P3	15:00 h	32,95	51,18	0,29	0,29			
513	EMBP/14/21/P3	21:00 h	28,84	70,40	0,24	0,24			
514	EMBP/14/09/P4	09:00 h	26,69	81,40	0,30	0,30			
515	EMBP/14/15/P4	15:00 h	32,95	51,18	0,29	0,29			
516	EMBP/14/21/P4	21:00 h	28,84	70,40	0,24	0,24			
517	EMBP/14/09/P5	09:00 h	26,69	81,40	0,30	0,30			
518	EMBP/14/15/P5	15:00 h	32,95	51,18	0,29	0,29			
519	EMBP/14/21/P5	21:00 h	28,84	70,40	0,24	0,24			
520	EMBP/14/09/P6	09:00 h	26,69	81,40	0,30	0,30			
521	EMBP/14/15/P6	15:00 h	32,95	51,18	0,29	0,29			
522	EMBP/14/21/P6	21:00 h	28,84	70,40	0,24	0,24			
523	EMBP/15/09/P1	09:00 h	25,36	85,70	0,24	0,24			
524	EMBP/15/15/P1	15:00 h	33,28	54,31	0,28	0,28			
525	EMBP/15/21/P1	21:00 h	28,02	80,10	0,28	0,28			
526	EMBP/15/09/P2	09:00 h	25,36	85,70	0,24	0,24			
527	EMBP/15/15/P2	15:00 h	33,28	54,31	0,28	0,28			
528	EMBP/15/21/P2	21:00 h	28,02	80,10	0,28	0,28			
529	EMBP/15/09/P3	09:00 h	25,36	85,70	0,24	0,24			
530	EMBP/15/15/P3	15:00 h	33,28	54,31	0,28	0,28			
531	EMBP/15/21/P3	21:00 h	28,02	80,10	0,28	0,28			
532	EMBP/15/09/P4	09:00 h	25,36	85,70	0,24	0,24			
533	EMBP/15/15/P4	15:00 h	33,28	54,31	0,28	0,28			
534	EMBP/15/21/P4	21:00 h	28,02	80,10	0,28	0,28			
535	EMBP/15/09/P5	09:00 h	25,36	85,70	0,24	0,24			
536	EMBP/15/15/P5	15:00 h	33,28	54,31	0,28	0,28			
537	EMBP/15/21/P5	21:00 h	28,02	80,10	0,28	0,28			
538	EMBP/15/09/P6	09:00 h	25,36	85,70	0,24	0,24			
539	EMBP/15/15/P6	15:00 h	33,28	54,31	0,28	0,28			
540	EMBP/15/21/P6	21:00 h	28,02	80,10	0,28	0,28			

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
541	EMBP/06/09/P1	09:00 h	30,11	57,91	0,28	0,28			
542	EMBP/06/15/P1	15:00 h	36,88	31,71	0,30	0,30			
543	EMBP/06/21/P1	21:00 h	28,95	61,28	0,22	0,22			
544	EMBP/06/09/P2	09:00 h	30,11	57,91	0,28	0,28			
545	EMBP/06/15/P2	15:00 h	36,88	31,71	0,30	0,30			
546	EMBP/06/21/P2	21:00 h	28,95	61,28	0,22	0,22			
547	EMBP/06/09/P3	09:00 h	30,11	57,91	0,28	0,28			
548	EMBP/06/15/P3	15:00 h	36,88	31,71	0,30	0,30			
549	EMBP/06/21/P3	21:00 h	28,95	61,28	0,22	0,22			
550	EMBP/06/09/P4	09:00 h	30,11	57,91	0,28	0,28			
551	EMBP/06/15/P4	15:00 h	36,88	31,71	0,30	0,30			
552	EMBP/06/21/P4	21:00 h	28,95	61,28	0,22	0,22			
553	EMBP/06/09/P5	09:00 h	30,11	57,91	0,28	0,28			
554	EMBP/06/15/P5	15:00 h	36,88	31,71	0,30	0,30			
555	EMBP/06/21/P5	21:00 h	28,95	61,28	0,22	0,22			
556	EMBP/06/09/P6	09:00 h	30,11	57,91	0,28	0,28			
557	EMBP/06/15/P6	15:00 h	36,88	31,71	0,30	0,30			
558	EMBP/06/21/P6	21:00 h	28,95	61,28	0,22	0,22			
559	EMBP/07/09/P1	09:00 h	29,49	51,01	0,31	0,31			
560	EMBP/07/15/P1	15:00 h	36,99	33,16	0,30	0,30			
561	EMBP/07/21/P1	21:00 h	29,26	55,44	0,28	0,28			
562	EMBP/07/09/P2	09:00 h	29,49	51,01	0,31	0,31			
563	EMBP/07/15/P2	15:00 h	36,99	33,16	0,30	0,30			
564	EMBP/07/21/P2	21:00 h	29,26	55,44	0,28	0,28			
565	EMBP/07/09/P3	09:00 h	29,49	51,01	0,31	0,31			
566	EMBP/07/15/P3	15:00 h	36,99	33,16	0,30	0,30			
567	EMBP/07/21/P3	21:00 h	29,26	55,44	0,28	0,28			
568	EMBP/07/09/P4	09:00 h	29,49	51,01	0,31	0,31			
569	EMBP/07/15/P4	15:00 h	36,99	33,16	0,30	0,30			
570	EMBP/07/21/P4	21:00 h	29,26	55,44	0,28	0,28			
571	EMBP/07/09/P5	09:00 h	29,49	51,01	0,31	0,31			
572	EMBP/07/15/P5	15:00 h	36,99	33,16	0,30	0,30			
573	EMBP/07/21/P5	21:00 h	29,26	55,44	0,28	0,28			
574	EMBP/07/09/P6	09:00 h	29,49	51,01	0,31	0,31			
575	EMBP/07/15/P6	15:00 h	36,99	33,16	0,30	0,30			
576	EMBP/07/21/P6	21:00 h	29,26	55,44	0,28	0,28			
577	EMBP/08/09/P1	09:00 h	30,56	57,68	0,35	0,35			
578	EMBP/08/15/P1	15:00 h	35,90	41,67	0,32	0,32			
579	EMBP/08/21/P1	21:00 h	30,50	58,20	0,35	0,35			
580	EMBP/08/09/P2	09:00 h	30,56	57,68	0,35	0,35			
581	EMBP/08/15/P2	15:00 h	35,90	41,67	0,32	0,32			
582	EMBP/08/21/P2	21:00 h	30,50	58,20	0,35	0,35			
583	EMBP/08/09/P3	09:00 h	30,56	57,68	0,35	0,35			
584	EMBP/08/15/P3	15:00 h	35,90	41,67	0,32	0,32			
585	EMBP/08/21/P3	21:00 h	30,50	58,20	0,35	0,35			
586	EMBP/08/09/P4	09:00 h	30,56	57,68	0,35	0,35			
587	EMBP/08/15/P4	15:00 h	35,90	41,67	0,32	0,32			
588	EMBP/08/21/P4	21:00 h	30,50	58,20	0,35	0,35			
589	EMBP/08/09/P5	09:00 h	30,56	57,68	0,35	0,35			
590	EMBP/08/15/P5	15:00 h	35,90	41,67	0,32	0,32			
591	EMBP/08/21/P5	21:00 h	30,50	58,20	0,35	0,35			
592	EMBP/08/09/P6	09:00 h	30,56	57,68	0,35	0,35			
593	EMBP/08/15/P6	15:00 h	35,90	41,67	0,32	0,32			
594	EMBP/08/21/P6	21:00 h	30,50	58,20	0,35	0,35			

ID	PONTO	HORA	TEMP	UR	VEL 1	VEL2	NEBUL	INSOL	SEN TÉRM
595	EMBP/15/09/P1	09:00 h	26,30	73,80	1,21	1,21			
596	EMBP/15/15/P1	15:00 h	30,66	57,64	1,23	1,23			
597	EMBP/15/21/P1	21:00 h	24,11	92,10	0,75	0,75			
598	EMBP/15/09/P2	09:00 h	26,30	73,80	1,21	1,21			
599	EMBP/15/15/P2	15:00 h	30,66	57,64	1,23	1,23			
600	EMBP/15/21/P2	21:00 h	24,11	92,10	0,75	0,75			
601	EMBP/15/09/P3	09:00 h	26,30	73,80	1,21	1,21			
602	EMBP/15/15/P3	15:00 h	30,66	57,64	1,23	1,23			
603	EMBP/15/21/P3	21:00 h	24,11	92,10	0,75	0,75			
604	EMBP/15/09/P4	09:00 h	26,30	73,80	1,21	1,21			
605	EMBP/15/15/P4	15:00 h	30,66	57,64	1,23	1,23			
606	EMBP/15/21/P4	21:00 h	24,11	92,10	0,75	0,75			
607	EMBP/15/09/P5	09:00 h	26,30	73,80	1,21	1,21			
608	EMBP/15/15/P5	15:00 h	30,66	57,64	1,23	1,23			
609	EMBP/15/21/P5	21:00 h	24,11	92,10	0,75	0,75			
610	EMBP/15/09/P6	09:00 h	26,30	73,80	1,21	1,21			
611	EMBP/15/15/P6	15:00 h	30,66	57,64	1,23	1,23			
612	EMBP/15/21/P6	21:00 h	24,11	92,10	0,75	0,75			
613	EMBP/16/09/P1	09:00 h	28,88	65,20	0,21	0,21			
614	EMBP/16/15/P1	15:00 h	35,34	33,69	0,22	0,22			
615	EMBP/16/21/P1	21:00 h	28,10	67,53	0,21	0,21			
616	EMBP/16/09/P2	09:00 h	28,88	65,20	0,21	0,21			
617	EMBP/16/15/P2	15:00 h	35,34	33,69	0,22	0,22			
618	EMBP/16/21/P2	21:00 h	28,10	67,53	0,21	0,21			
619	EMBP/16/09/P3	09:00 h	28,88	65,20	0,21	0,21			
620	EMBP/16/15/P3	15:00 h	35,34	33,69	0,22	0,22			
621	EMBP/16/21/P3	21:00 h	28,10	67,53	0,21	0,21			
622	EMBP/16/09/P4	09:00 h	28,88	65,20	0,21	0,21			
623	EMBP/16/15/P4	15:00 h	35,34	33,69	0,22	0,22			
624	EMBP/16/21/P4	21:00 h	28,10	67,53	0,21	0,21			
625	EMBP/16/09/P5	09:00 h	28,88	65,20	0,21	0,21			
626	EMBP/16/15/P5	15:00 h	35,34	33,69	0,22	0,22			
627	EMBP/16/21/P5	21:00 h	28,10	67,53	0,21	0,21			
628	EMBP/16/09/P6	09:00 h	28,88	65,20	0,21	0,21			
629	EMBP/16/15/P6	15:00 h	35,34	33,69	0,22	0,22			
630	EMBP/16/21/P6	21:00 h	28,10	67,53	0,21	0,21			
631	EMBP/17/09/P1	09:00 h	27,79	78,20	0,23	0,23			
632	EMBP/17/15/P1	15:00 h	35,43	40,80	0,31	0,31			
633	EMBP/17/21/P1	21:00 h	28,01	72,90	0,21	0,21			
634	EMBP/17/09/P2	09:00 h	27,79	78,20	0,23	0,23			
635	EMBP/17/15/P2	15:00 h	35,43	40,80	0,31	0,31			
636	EMBP/17/21/P2	21:00 h	28,01	72,90	0,21	0,21			
637	EMBP/17/09/P3	09:00 h	27,79	78,20	0,23	0,23			
638	EMBP/17/15/P3	15:00 h	35,43	40,80	0,31	0,31			
639	EMBP/17/21/P3	21:00 h	28,01	72,90	0,21	0,21			
640	EMBP/17/09/P4	09:00 h	27,79	78,20	0,23	0,23			
641	EMBP/17/15/P4	15:00 h	35,43	40,80	0,31	0,31			
642	EMBP/17/21/P4	21:00 h	28,01	72,90	0,21	0,21			
643	EMBP/17/09/P5	09:00 h	27,79	78,20	0,23	0,23			
644	EMBP/17/15/P5	15:00 h	35,43	40,80	0,31	0,31			
645	EMBP/17/21/P5	21:00 h	28,01	72,90	0,21	0,21			
646	EMBP/17/09/P6	09:00 h	27,79	78,20	0,23	0,23			
647	EMBP/17/15/P6	15:00 h	35,43	40,80	0,31	0,31			
648	EMBP/17/21/P6	21:00 h	28,01	72,90	0,21	0,21			

APÊNDICE E – Resultados das comparações entre a temperatura do ar e a umidade relativa registradas nos condomínios e na EMBRAPA, por zona e por horário, no 1º semestre.

CENÁRIO A – ZONA NORTE (1º semestre)

Multiple Comparisons

				Mean Difference (I- J)	Sig.
HORÁRIO	Dependent Variable	(I) CONDOMÍNIO/ EMBRAPA	(J) CONDOMÍNIO/EMBRAPA		
09:00 h	TEMPERATURA DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	1,9222	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	6,111E-02	,999
			EMBRAPA/05/06/07	3,7378	,000
		GALILÉIA	BARCELONA	-1,9222	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-1,8611	,000
			EMBRAPA/05/06/07	1,8156	,000
		MARQUÊS PARANAGUÁ	BARCELONA	-6,111E-02	,999
			GALILÉIA	1,8611	,000
			EMBRAPA/05/06/07	3,6767	,000
		EMBRAPA	BARCELONA	-3,7378	,000
			GALILÉIA	-1,8156	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-3,6767	,000
	UMIDADE DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	-9,9556	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-16,1833	,000
			EMBRAPA/05/06/07	-23,0611	,000
		GALILÉIA	BARCELONA	9,9556	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-6,2278	,000
			EMBRAPA/05/06/07	-13,1056	,000
		MARQUÊS PARANAGUÁ	BARCELONA	16,1833	,000
			GALILÉIA	6,2278	,000
			EMBRAPA/05/06/07	-6,8778	,000
		EMBRAPA	BARCELONA	23,0611	,000
			GALILÉIA	13,1056	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	6,8778	,000
15:00 h	TEMPERATURA DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	,7667	,385
			MARQUÊS PARANAGUÁ	3,889E-02	1,000
			EMBRAPA/05/06/07	2,1833	,000
		GALILÉIA	BARCELONA	-,7667	,385
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-,7278	,432
			EMBRAPA/05/06/07	1,4167	,022
		MARQUÊS PARANAGUÁ	BARCELONA	-3,8889E-02	1,000
			GALILÉIA	,7278	,432
			EMBRAPA/05/06/07	2,1444	,000
		EMBRAPA	BARCELONA	-2,1833	,000
			GALILÉIA	-1,4167	,022
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-2,1444	,000
	UMIDADE DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	-6,5889	,001
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-16,6278	,000
			EMBRAPA/05/06/07	-17,3811	,000
		GALILÉIA	BARCELONA	6,5889	,001
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-10,0389	,000

			EMBRAPA/05/06/07	-10,7922	,000
		MARQUÊS PARANAGUÁ	BARCELONA	16,6278	,000
			GALILÉIA	10,0389	,000
			EMBRAPA/05/06/07	-,7533	,971
		EMBRAPA	BARCELONA	17,3811	,000
			GALILÉIA	10,7922	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	,7533	,971
21:00 h	TEMPERATURA DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	-1,4444E-02	1,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-,3333	,383
			EMBRAPA/05/06/07	3,0478	,000
		GALILÉIA	BARCELONA	1,444E-02	1,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-,3189	,422
			EMBRAPA/05/06/07	3,0622	,000
		MARQUÊS PARANAGUÁ	BARCELONA	,3333	,383
			GALILÉIA	,3189	,422
			EMBRAPA/05/06/07	3,3811	,000
		EMBRAPA	BARCELONA	-3,0478	,000
			GALILÉIA	-3,0622	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-3,3811	,000
	UMIDADE DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	-3,3611	,015
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-15,3833	,000
			EMBRAPA/05/06/07	-26,6611	,000
		GALILÉIA	BARCELONA	3,3611	,015
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-12,0222	,000
			EMBRAPA/05/06/07	-23,3000	,000
		MARQUÊS PARANAGUÁ	BARCELONA	15,3833	,000
			GALILÉIA	12,0222	,000
			EMBRAPA/05/06/07	-11,2778	,000
		EMBRAPA	BARCELONA	26,6611	,000
			GALILÉIA	23,3000	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	11,2778	,000

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the ,05 level.

CENÁRIO B – ZONA SUL (1º semestre)

Multiple Comparisons

				Mean Difference (I- J)	Sig.
HORÁRIO	Dependent Variable	(I) CONDOMÍNIO /EMBRAPA	(J) CONDOMÍNIO/ EMBRAPA		
09:00 h	TEMPERATURA DO AR	CRISTO REI	HEBRON	-1,3278	,009
			MONTE LÍBANO	-1,7722	,000
			EMBRAPA/24/25/26	1,7078	,000
		HEBRON	CRISTO REI	1,3278	,009
			MONTE LÍBANO	-,4444	,691
			EMBRAPA/24/25/26	3,0356	,000
		MONTE LÍBANO	CRISTO REI	1,7722	,000
			HEBRON	,4444	,691
			EMBRAPA/24/25/26	3,4800	,000
		EMBRAPA	CRISTO REI	-1,7078	,000
			HEBRON	-3,0356	,000
			MONTE LÍBANO	-3,4800	,000
	UMIDADE DO AR	CRISTO REI	HEBRON	8,0000	,000
			MONTE LÍBANO	8,2111	,000
			EMBRAPA/24/25/26	,3833	,989
		HEBRON	CRISTO REI	-8,0000	,000
			MONTE LÍBANO	,2111	,998
			EMBRAPA/24/25/26	-7,6167	,000
		MONTE LÍBANO	CRISTO REI	-8,2111	,000
			HEBRON	-,2111	,998
			EMBRAPA/24/25/26	-7,8278	,000
		EMBRAPA	CRISTO REI	-,3833	,989
			HEBRON	7,6167	,000
			MONTE LÍBANO	7,8278	,000
15:00 h	TEMPERATURA DO AR	CRISTO REI	HEBRON	,6833	,236
			MONTE LÍBANO	-1,3722	,002
			EMBRAPA/24/25/26	1,2200	,006
		HEBRON	CRISTO REI	-,6833	,236
			MONTE LÍBANO	-2,0556	,000
			EMBRAPA/24/25/26	,5367	,446
		MONTE LÍBANO	CRISTO REI	1,3722	,002
			HEBRON	2,0556	,000
			EMBRAPA/24/25/26	2,5922	,000
		EMBRAPA	CRISTO REI	-1,2200	,006
			HEBRON	-,5367	,446
			MONTE LÍBANO	-2,5922	,000
	UMIDADE DO AR	CRISTO REI	HEBRON	4,7444	,001
			MONTE LÍBANO	6,1250	,000
			EMBRAPA/24/25/26	1,9000	,352
		HEBRON	CRISTO REI	-4,7444	,001
			MONTE LÍBANO	1,3806	,624
			EMBRAPA/24/25/26	-2,8444	,071
		MONTE LÍBANO	CRISTO REI	-6,1250	,000
			HEBRON	-1,3806	,624

			EMBRAPA/24/25/26	-4,2250	,002
		EMBRAPA	CRISTO REI	-1,9000	,352
			HEBRON	2,8444	,071
			MONTE LÍBANO	4,2250	,002
21:00 h	TEMPERATURA DO AR	CRISTO REI	HEBRON	-,7556	,009
			MONTE LÍBANO	,1228	,951
			EMBRAPA/24/25/26	2,8211	,000
		HEBRON	CRISTO REI	,7556	,009
			MONTE LÍBANO	,8783	,002
			EMBRAPA/24/25/26	3,5767	,000
		MONTE LÍBANO	CRISTO REI	-,1228	,951
			HEBRON	-,8783	,002
			EMBRAPA/24/25/26	2,6983	,000
		EMBRAPA	CRISTO REI	-2,8211	,000
			HEBRON	-3,5767	,000
			MONTE LÍBANO	-2,6983	,000
	UMIDADE DO AR	CRISTO REI	HEBRON	10,6839	,000
			MONTE LÍBANO	4,5006	,004
			EMBRAPA/24/25/26	-2,5050	,211
		HEBRON	CRISTO REI	-10,6839	,000
			MONTE LÍBANO	-6,1833	,000
			EMBRAPA/24/25/26	-13,1889	,000
		MONTE LÍBANO	CRISTO REI	-4,5006	,004
			HEBRON	6,1833	,000
			EMBRAPA/24/25/26	-7,0056	,000
		EMBRAPA/24/25/26	CRISTO REI	2,5050	,211
			HEBRON	13,1889	,000
			MONTE LÍBANO	7,0056	,000

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the ,05 level.

CENÁRIO C – ZONA LESTE (1º semestre)

Multiple Comparisons

				Mean Difference (I- J)	Sig.
HORÁRIO	Dependent Variable	(I) CONDOMÍNIO/ EMBRAPA	(J) CONDOMÍNIO/ EMBRAPA		
09:00 h	TEMPERATURA DO AR	IMPERIAL PARK	JARDIM JOCKEY	1,6667	,000
			SANTA MÔNICA	,2000	,859
			EMBRAPA/31/01/02	2,7633	,000
		JARDIM JOCKEY	IMPERIAL PARK	-1,6667	,000
			SANTA MÔNICA	-1,4667	,000
			EMBRAPA/31/01/02	1,0967	,000
		SANTA MÔNICA	IMPERIAL PARK	-,2000	,859
			JARDIM JOCKEY	1,4667	,000
			EMBRAPA/31/01/02	2,5633	,000
		EMBRAPA/31/01/02	IMPERIAL PARK	-2,7633	,000
			JARDIM JOCKEY	-1,0967	,000
			SANTA MÔNICA	-2,5633	,000
	UMIDADE DO AR	IMPERIAL PARK	JARDIM JOCKEY	-8,8611	,000
			SANTA MÔNICA	-11,3167	,000
			EMBRAPA/31/01/02	-15,7778	,000
		JARDIM JOCKEY	IMPERIAL PARK	8,8611	,000
			SANTA MÔNICA	-2,4556	,146
			EMBRAPA/31/01/02	-6,9167	,000
		SANTA MÔNICA	IMPERIAL PARK	11,3167	,000
			JARDIM JOCKEY	2,4556	,146
			EMBRAPA/31/01/02	-4,4611	,001
		EMBRAPA/31/01/02	IMPERIAL PARK	15,7778	,000
15:00 h	TEMPERATURA DO AR	IMPERIAL PARK	JARDIM JOCKEY	3,4167	,000
			SANTA MÔNICA	-,3611	,556
			EMBRAPA/31/01/02	2,1867	,000
		JARDIM JOCKEY	IMPERIAL PARK	-3,4167	,000
			SANTA MÔNICA	-3,7778	,000
			EMBRAPA/31/01/02	-1,2300	,000
		SANTA MÔNICA	IMPERIAL PARK	,3611	,556
			JARDIM JOCKEY	3,7778	,000
			EMBRAPA/31/01/02	2,5478	,000
		EMBRAPA	IMPERIAL PARK	-2,1867	,000
			JARDIM JOCKEY	1,2300	,000
			SANTA MÔNICA	-2,5478	,000
	UMIDADE DO AR	IMPERIAL PARK	JARDIM JOCKEY	-12,4500	,000
			SANTA MÔNICA	-9,8111	,000
			EMBRAPA/31/01/02	-14,2378	,000
		JARDIM JOCKEY	IMPERIAL PARK	12,4500	,000
			SANTA MÔNICA	2,6389	,012
			EMBRAPA/31/01/02	-1,7878	,146
		SANTA MÔNICA	IMPERIAL PARK	9,8111	,000

			JARDIM JOCKEY	-2,6389	,012
			EMBRAPA/31/01/02	-4,4267	,000
		EMBRAPA	IMPERIAL PARK	14,2378	,000
			JARDIM JOCKEY	1,7878	,146
			SANTA MÔNICA	4,4267	,000
21:00 h	TEMPERATURA DO AR	IMPERIAL PARK	JARDIM JOCKEY	1,3422	,000
			SANTA MÔNICA	-,5356	,075
			EMBRAPA/31/01/02	3,7011	,000
		JARDIM JOCKEY	IMPERIAL PARK	-1,3422	,000
			SANTA MÔNICA	-1,8778	,000
			EMBRAPA/31/01/02	2,3589	,000
		SANTA MÔNICA	IMPERIAL PARK	,5356	,075
			JARDIM JOCKEY	1,8778	,000
			EMBRAPA/31/01/02	4,2367	,000
		EMBRAPA	IMPERIAL PARK	-3,7011	,000
			JARDIM JOCKEY	-2,3589	,000
			SANTA MÔNICA	-4,2367	,000
	UMIDADE DO AR	IMPERIAL PARK	JARDIM JOCKEY	-16,1444	,000
			SANTA MÔNICA	-12,8667	,000
			EMBRAPA/31/01/02	-28,5389	,000
		JARDIM JOCKEY	IMPERIAL PARK	16,1444	,000
			SANTA MÔNICA	3,2778	,083
			EMBRAPA/31/01/02	-12,3944	,000
		SANTA MÔNICA	IMPERIAL PARK	12,8667	,000
			JARDIM JOCKEY	-3,2778	,083
			EMBRAPA/31/01/02	-15,6722	,000
		EMBRAPA	IMPERIAL PARK	28,5389	,000
			JARDIM JOCKEY	12,3944	,000
			SANTA MÔNICA	15,6722	,000

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the ,05 level.

APÊNDICE F – Resultados das comparações entre a temperatura do ar e a umidade relativa registradas nos condomínios e na EMBRAPA, por zona e por horário, no 2º semestre.

CENÁRIO A – ZONA NORTE (2º semestre)

Multiple Comparisons

				Mean Difference (I- J)	Sig.
HORÁRIO	Dependent Variable	(I) CONDOMÍNIO /EMBRAPA	(J) CONDOMÍNIO /EMBRAPA		
09:00 h	TEMPERATURA DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	,2833	,802
			MARQUÊS PARANAGUÁ	,8833	,031
			EMBRAPA/05/06/07	3,1489	,000
		GALILÉIA	BARCELONA	-,2833	,802
			MARQUÊS PARANAGUÁ	,6000	,230
			EMBRAPA/05/06/07	2,8656	,000
		MARQUÊS PARANAGUÁ	BARCELONA	-,8833	,031
			GALILÉIA	-,6000	,230
			EMBRAPA/05/06/07	2,2656	,000
		EMBRAPA/05/06/07	BARCELONA	-3,1489	,000
			GALILÉIA	-2,8656	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-2,2656	,000
	UMIDADE DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	-11,9000	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-4,6667	,088
			EMBRAPA/05/06/07	-6,5111	,007
		GALILÉIA	BARCELONA	11,9000	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	7,2333	,002
			EMBRAPA/05/06/07	5,3889	,036
		MARQUÊS PARANAGUÁ	BARCELONA	4,6667	,088
			GALILÉIA	-7,2333	,002
			EMBRAPA/05/06/07	-1,8444	,781
		EMBRAPA/05/06/07	BARCELONA	6,5111	,007
			GALILÉIA	-5,3889	,036
			MARQUÊS PARANAGUÁ	1,8444	,781
15:00 h	TEMPERATURA DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	-1,1633	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-,7556	,002
			EMBRAPA/05/06/07	,8100	,001
		GALILÉIA	BARCELONA	1,1633	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	,4078	,199
			EMBRAPA/05/06/07	1,9733	,000
		MARQUÊS PARANAGUÁ	BARCELONA	,7556	,002
			GALILÉIA	-,4078	,199
			EMBRAPA/05/06/07	1,5656	,000
		EMBRAPA/05/06/07	BARCELONA	-,8100	,001
			GALILÉIA	-1,9733	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-1,5656	,000
	UMIDADE DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	-1,6556	,179
			MARQUÊS PARANAGUÁ	4,444E-02	1,000
			EMBRAPA/05/06/07	3,0433	,002
		GALILÉIA	BARCELONA	1,6556	,179
			MARQUÊS PARANAGUÁ	1,7000	,161
			EMBRAPA/05/06/07	4,6989	,000
		MARQUÊS PARANAGUÁ	BARCELONA	-4,4444E-02	1,000
			GALILÉIA	-1,7000	,161
			EMBRAPA/05/06/07	2,9989	,002
		EMBRAPA/05/06/07	BARCELONA	-3,0433	,002
			GALILÉIA	-4,6989	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-2,9989	,002

21:00 h	TEMPERATURA DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	-,4389	,264
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-,4556	,234
			EMBRAPA/05/06/07	,5289	,129
		GALILÉIA	BARCELONA	,4389	,264
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-1,6667E-02	1,000
			EMBRAPA/05/06/07	,9678	,001
		MARQUÊS PARANAGUÁ	BARCELONA	,4556	,234
			GALILÉIA	1,667E-02	1,000
			EMBRAPA/05/06/07	,9844	,001
		EMBRAPA/05/06/07	BARCELONA	-,5289	,129
			GALILÉIA	-,9678	,001
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-,9844	,001
	UMIDADE DO AR	BARCELONA	GALILÉIA	-7,1722	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-,2333	,998
			EMBRAPA/05/06/07	1,1167	,862
		GALILÉIA	BARCELONA	7,1722	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	6,9389	,000
			EMBRAPA/05/06/07	8,2889	,000
		MARQUÊS PARANAGUÁ	BARCELONA	,2333	,998
			GALILÉIA	-6,9389	,000
			EMBRAPA/05/06/07	1,3500	,780
		EMBRAPA/05/06/07	BARCELONA	-1,1167	,862
			GALILÉIA	-8,2889	,000
			MARQUÊS PARANAGUÁ	-1,3500	,780

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the ,05 level.

Legenda: As linhas em turquesa são os resultados significativos (sig ≤ 0,05)

CENÁRIO B – ZONA SUL (2º semestre)

Multiple Comparisons

				Mean Difference (I- J)	Sig.
HORÁRIO	Dependent Variable	(I) CONDOMÍNIO /EMBRAPA	(J) CONDOMÍNIO /EMBRAPA		
09:00 h	TEMPERATURA DO AR	CRISTO REI	HEBRON	,9000	,010
			MONTE LÍBANO	-1,5167	,000
			EMBRAPA/24/25/26	2,6467	,000
		HEBRON	CRISTO REI	-,9000	,010
			MONTE LÍBANO	-2,4167	,000
			EMBRAPA/24/25/26	1,7467	,000
		MONTE LÍBANO	CRISTO REI	1,5167	,000
			HEBRON	2,4167	,000
			EMBRAPA/24/25/26	4,1633	,000
		EMBRAPA/24/25/26	CRISTO REI	-2,6467	,000
			HEBRON	-1,7467	,000
			MONTE LÍBANO	-4,1633	,000
	UMIDADE DO AR	CRISTO REI	HEBRON	-2,5944	,109
			MONTE LÍBANO	-3,4389	,017
			EMBRAPA/24/25/26	-2,0611	,271
		HEBRON	CRISTO REI	2,5944	,109
			MONTE LÍBANO	-,8444	,877
			EMBRAPA/24/25/26	,5333	,965
		MONTE LÍBANO	CRISTO REI	3,4389	,017
			HEBRON	,8444	,877
			EMBRAPA/24/25/26	1,3778	,617
		EMBRAPA/24/25/26	CRISTO REI	2,0611	,271
			HEBRON	-,5333	,965
			MONTE LÍBANO	-1,3778	,617
15:00 h	TEMPERATURA DO AR	CRISTO REI	HEBRON	-,3056	,800
			MONTE LÍBANO	-,2389	,893
			EMBRAPA/24/25/26	,9544	,030
		HEBRON	CRISTO REI	,3056	,800
			MONTE LÍBANO	6,667E-02	,997
			EMBRAPA/24/25/26	1,2600	,002
		MONTE LÍBANO	CRISTO REI	,2389	,893
			HEBRON	-6,667E-02	,997
			EMBRAPA/24/25/26	1,1933	,004
		EMBRAPA/24/25/26	CRISTO REI	-,9544	,030
			HEBRON	-1,2600	,002
			MONTE LÍBANO	-1,1933	,004
	UMIDADE DO AR	CRISTO REI	HEBRON	,6500	,928
			MONTE LÍBANO	-8,5333	,000
			EMBRAPA/24/25/26	1,4811	,508
		HEBRON	CRISTO REI	-,6500	,928
			MONTE LÍBANO	-9,1833	,000
			EMBRAPA/24/25/26	,8311	,863
		MONTE LÍBANO	CRISTO REI	8,5333	,000
			HEBRON	9,1833	,000
			EMBRAPA/24/25/26	10,0144	,000
		EMBRAPA/24/25/26	CRISTO REI	-1,4811	,508
			HEBRON	-,8311	,863
			MONTE LÍBANO	-10,0144	,000

21:00 h	TEMPERATURA DO AR	CRISTO REI	HEBRON	-1,0333	,001
			MONTE LÍBANO	-1,0611	,001
			EMBRAPA/24/25/26	1,2911	,000
		HEBRON	CRISTO REI	1,0333	,001
			MONTE LÍBANO	-2,7778E-02	1,000
			EMBRAPA/24/25/26	2,3244	,000
		MONTE LÍBANO	CRISTO REI	1,0611	,001
			HEBRON	2,7778E-02	1,000
			EMBRAPA/24/25/26	2,3522	,000
		EMBRAPA/24/25/26	CRISTO REI	-1,2911	,000
			HEBRON	-2,3244	,000
			MONTE LÍBANO	-2,3522	,000
	UMIDADE DO AR	CRISTO REI	HEBRON	2,7000	,090
			MONTE LÍBANO	-5,4178	,000
			EMBRAPA/24/25/26	-2,8844	,061
		HEBRON	CRISTO REI	-2,7000	,090
			MONTE LÍBANO	-8,1178	,000
			EMBRAPA/24/25/26	-5,5844	,000
		MONTE LÍBANO	CRISTO REI	5,4178	,000
			HEBRON	8,1178	,000
			EMBRAPA/24/25/26	2,5333	,123
		EMBRAPA/24/25/26	CRISTO REI	2,8844	,061
			HEBRON	5,5844	,000
			MONTE LÍBANO	-2,5333	,123

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the ,05 level.

Legenda: As linhas em turquesa são os resultados significativos (sig ≤ 0,05)

CENÁRIO C – ZONA LESTE (2º semestre)

Multiple Comparisons

Tukey HSD

				Mean Difference (I- J)	Sig.
HORÁRIO	Dependent Variable	(I) CONDOMÍNIO /EMBRAPA	(J) CONDOMÍNIO /EMBRAPA		
09:00 h	TEMPERATURA DO AR	IMPERIAL PARK	JARDIM JOCKEY	,4333	,856
			SANTA MÔNICA	-1,8778	,005
			EMBRAPA/31/01/02	4,4156	,000
		JARDIM JOCKEY	IMPERIAL PARK	-,4333	,856
			SANTA MÔNICA	-2,3111	,000
			EMBRAPA/31/01/02	3,9822	,000
		SANTA MÔNICA	IMPERIAL PARK	1,8778	,005
			JARDIM JOCKEY	2,3111	,000
			EMBRAPA/31/01/02	6,2933	,000
		EMBRAPA/31/01/02	IMPERIAL PARK	-4,4156	,000
			JARDIM JOCKEY	-3,9822	,000
			SANTA MÔNICA	-6,2933	,000
	UMIDADE DO AR	IMPERIAL PARK	JARDIM JOCKEY	-10,2889	,001
			SANTA MÔNICA	6,1056	,082
			EMBRAPA/31/01/02	-8,5500	,006
		JARDIM JOCKEY	IMPERIAL PARK	10,2889	,001
			SANTA MÔNICA	16,3944	,000
			EMBRAPA/31/01/02	1,7389	,901
		SANTA MÔNICA	IMPERIAL PARK	-6,1056	,082
			JARDIM JOCKEY	-16,3944	,000
			EMBRAPA/31/01/02	-14,6556	,000
		EMBRAPA/31/01/02	IMPERIAL PARK	8,5500	,006
			JARDIM JOCKEY	-1,7389	,901
			SANTA MÔNICA	14,6556	,000
15:00 h	TEMPERATURA DO AR	IMPERIAL PARK	JARDIM JOCKEY	2,2444	,000
			SANTA MÔNICA	1,5000	,027
			EMBRAPA/31/01/02	3,8067	,000
		JARDIM JOCKEY	IMPERIAL PARK	-2,2444	,000
			SANTA MÔNICA	-,7444	,488
			EMBRAPA/31/01/02	1,5622	,020
		SANTA MÔNICA	IMPERIAL PARK	-1,5000	,027
			JARDIM JOCKEY	,7444	,488
			EMBRAPA/31/01/02	2,3067	,000
		EMBRAPA/31/01/02	IMPERIAL PARK	-3,8067	,000
			JARDIM JOCKEY	-1,5622	,020
			SANTA MÔNICA	-2,3067	,000
	UMIDADE DO AR	IMPERIAL PARK	JARDIM JOCKEY	-13,3500	,000
			SANTA MÔNICA	-,7389	,976
			EMBRAPA/31/01/02	-5,0656	,030
		JARDIM JOCKEY	IMPERIAL PARK	13,3500	,000
			SANTA MÔNICA	12,6111	,000
			EMBRAPA/31/01/02	8,2844	,000
		SANTA MÔNICA	IMPERIAL PARK	,7389	,976
			JARDIM JOCKEY	-12,6111	,000
			EMBRAPA/31/01/02	-4,3267	,083
		EMBRAPA/31/01/02	IMPERIAL PARK	5,0656	,030
			JARDIM JOCKEY	-8,2844	,000

			SANTA MÔNICA	4,3267	,083
21:00 h	TEMPERATURA DO AR	IMPERIAL PARK	JARDIM JOCKEY	,3444	,838
			SANTA MÔNICA	1,7222	,001
			EMBRAPA/31/01/02	3,9267	,000
		JARDIM JOCKEY	IMPERIAL PARK	-,3444	,838
			SANTA MÔNICA	1,3778	,007
			EMBRAPA/31/01/02	3,5822	,000
		SANTA MÔNICA	IMPERIAL PARK	-1,7222	,001
			JARDIM JOCKEY	-1,3778	,007
			EMBRAPA/31/01/02	2,2044	,000
		EMBRAPA/31/01/02	IMPERIAL PARK	-3,9267	,000
			JARDIM JOCKEY	-3,5822	,000
			SANTA MÔNICA	-2,2044	,000
	UMIDADE DO AR	IMPERIAL PARK	JARDIM JOCKEY	-11,9278	,000
			SANTA MÔNICA	-11,5056	,000
			EMBRAPA/31/01/02	-14,0989	,000
		JARDIM JOCKEY	IMPERIAL PARK	11,9278	,000
			SANTA MÔNICA	,4222	,998
			EMBRAPA/31/01/02	-2,1711	,781
		SANTA MÔNICA	IMPERIAL PARK	11,5056	,000
			JARDIM JOCKEY	-,4222	,998
			EMBRAPA/31/01/02	-2,5933	,673
		EMBRAPA/31/01/02	IMPERIAL PARK	14,0989	,000
			JARDIM JOCKEY	2,1711	,781
			SANTA MÔNICA	2,5933	,673

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the ,05 level.

Legenda: As linhas em turquesa são os resultados significativos (sig ≤ 0,05)